

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

**PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE MANJERICÃO COM SOLUÇÃO  
NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO  
NUTRITIVA ORGÂNICA**

**MARIA AUGUSTA AMORIM BIONE**

**CRUZ DAS ALMAS - BA**

**MARÇO - 2013**

PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE MANJERICÃO COM SOLUÇÃO  
NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO  
NUTRITIVA ORGÂNICA

**MARIA AUGUSTA AMORIM BIONE**

Engenheira Agrícola e Ambiental  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009

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: Profa. Dra. Franceli da Silva**

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

## FICHA CATALOGRÁFICA

B615

Bione, Maria Augusta Amorim.

Produção hidropônica de manjerição com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica / Maria Augusta Amorim Bione. \_ Cruz das Almas, BA, 2013. 145f.; il.

Orientador: Vital Pedro da Silva Paz.

Coorientadora: Franceli da Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

1.Manjerição – Cultivo – Manejo. 2.Hidroponia – Água – Salinidade. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.88

**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 DA  
ALUNA MARIA AUGUSTA AMORIM BIONE**

-----  
Dr. Vital Pedro da Silva Paz  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
(Orientador)

-----  
Dr. Ênio Farias de França e Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

-----  
Dr. Hans Raj Gheyi  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Ciências Agrárias em .....

Conferindo o Grau de Mestre em Ciências Agrárias em .....

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo e apoio mediante seu programa PROAP.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) pelo apoio financeiro mediante: Edital Universal 14/2011 (processo número 484645/2011-0) e Edital PQ 2011 (processo número 309950/2011-2).

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pelo apoio financeiro a partir do Edital Semiárido da FAPESB (termo de outorga PET 0030/2007).

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal).

Às empresas: Plasnova e Yorin Master pelo apoio, fornecimento de materiais e boa vontade em auxiliar as pesquisas na temática abordada.

Agradeço aos amigos da UFRB: professores, funcionários e colegas da pós-graduação e da graduação pelo apoio, amizade e convivência.

Pela orientação, suporte e amizade, agradeço aos Professores: Vital Pedro da Silva Paz (Orientador) e Franceli da Silva (Co-orientadora).

Ao Prof. Rogério Ferreira Ribas (UFRB) e ao Pesquisador Adilson Sartoratto (UNICAMP) pela contribuição na investigação de variáveis.

Pela colaboração no andamento do experimento, o meu muito obrigada a Crislane Santos Silva das Neves, Edilson Bastos dos Santos (Boi), Emerson Passelle Lima Rezende, José Ailton da Silva Filho, Lucas dos Santos Batista, Mairton Gomes da Silva e Simone Teles.

Ao Laboratório de Produtos Naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS pela disponibilidade dos equipamentos para extração de óleo e ao Laboratório de Química Analítica do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da UNICAMP pelas análises químicas do óleo essencial.

Ao meu marido, muito amado, Tales Miler Soares, por TUDO, todos os dias; à minha querida e enorme família (sobrinha: Bianca Amorim de Lima e sobrinhos:

Lucas Amorim Bione Motta e Edgar Amorim Bione Motta; irmãs: Marcela Amorim Raele, Juliana Amorim Bione e Beatriz Rotta Bione; mãe: Olindina de Souza Leão Amorim de Lima e pais: Edgar Guimarães Bione e Carlos Augusto Ferreira de Lima; tias e tios, em especial Edgar Amorim (Tio Dega, *in memoriam*); avós e avôs, primos e primas, etc.) que mesmo longe, sinto em meu coração o amor e apoio; à minha querida família de Cruz das Almas pelo acolhimento, carinho e suporte, em especial aos meus sogros Maria Loudes Soares e Antônio Geraldo Soares; ao meu anjinho Letícia Amorim Bione Céó que sempre me emociona e alegra, só de pensar nela (te amo afilhada!); à Raquel Mônica Lopes de Mendonça, amiga do passado, presente e futuro; aos amigos que, infelizmente não cito por falta de tempo, mas que sempre fizeram minha vida melhor.

Agradeço à força sobrenatural, cósmica, tão perfeita e que sem ela nada seria possível, Deus.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO .....	1
 <b>Capítulo 1</b>	
CONSUMO HÍDRICO DE MANJERICÃO HIDROPÔNICO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO NUTRITIVA ORGÂNICA .....	18
 <b>Capítulo 2</b>	
PRODUÇÃO DE MANJERICÃO HIDROPÔNICO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO NUTRITIVA ORGÂNICA .....	54
 <b>Capítulo 3</b>	
PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO HIDROPÔNICO SUBMETIDO A SOLUÇÃO NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO NUTRITIVA ORGÂNICA .....	102
 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	 144

# PRODUÇÃO HIDROPÔNICA DE MANJERICÃO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO NUTRITIVA ORGÂNICA

Autora: Maria Augusta Amorim Bione

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**RESUMO:** Foi proposto neste trabalho o uso da hidroponia como uma alternativa econômica para o aproveitamento de águas salobras no cultivo de manjericão para produção de fitomassa fresca e seca e de óleo essencial, sabendo-se que, há uma demanda crescente por esses produtos nas indústrias de alimento, cosméticos e fármacos. Foram testados quatro níveis de águas salinizadas artificialmente com NaCl, sal mais comumente encontrado nas águas subterrâneas salobras do Semiárido; água advinda do rejeito de dessalinização de água subterrânea salobra obtida no Semiárido; solução nutritiva orgânica a base de extrato de húmus de minhoca e urina de vaca e; água doce, como testemunha. O tratamento orgânico foi utilizado visando solucionar a dependência de fertilizantes químicos pela hidroponia, facilitando o acesso a esta tecnologia para o agricultor, além de tornar a hidroponia mais atrativa (ao mercado em expansão da produção de orgânicos) e ambientalmente mais sustentável. O incremento da salinidade da água reduziu a produção do manjericão e o consumo hídrico pela planta; o teor de óleo não foi influenciado pelos tratamentos. O uso da solução nutritiva orgânica reduziu a produção de fitomassa, mas proporcionou aumento do teor do principal composto do óleo essencial, o trans-metil-cinamato; determinou-se que o quimiotipo do manjericão utilizado é o cinamato de metila a 54%, seguido do metil chavicol a 17%.

Palavras-chave: cultivo sem solo, salinidade, *Ocimum basilicum* L., húmus de minhoca, óleo essencial.



# HIDROPONIC PRODUCTION OF BASIL WITH CONVENTIONAL NUTRIENT SOLUTION IN BRACKISH WATERS AND ORGANIC NUTRIENT SOLUTION

Author: Maria Augusta Amorim Bione

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**ABSTRACT:** It was proposed in this paper the use of hydroponics as an economical alternative to the use of brackish water in growing basil for production of fresh and dry biomass and essential oil, knowing that there is a demand for these products in the food, cosmetics and pharmaceuticals industries. We tested four water levels artificially salinized with NaCl, salt most commonly found in the underground brackish waters Semiarid, a waste water that comes from desalination of brackish groundwater obtained in Semiarid; nutrient solution-based organic extract of earthworm humus and cow urine; freshwater, as a witness. The organic treatment was used in order to solve the dependence on chemical fertilizers for hydroponics, facilitating access to this technology for the farmer, and makes the market more attractive hydroponics expansão in the production of organic, environmentally sustainable. Increasing salinity reduced the production of basil and the plant water consumption; oil content was not affected by treatments; Use of organic nutrient solution reduced the biomass production, but increased to the main compound of the essential oil, the trans-methyl cinnamate; we determine that basil chemotype used is methyl cinnamate with 54% followed by methyl chavicol with 17%.

Key words: soilless, salinity, *Ocimum basilicum* L., earthworm castings, essential oil.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, algumas pesquisas têm sido conduzidas para avaliar o aproveitamento racional de águas salobras em condições hidropônicas, sendo reportados alguns resultados promissores. A motivação é fornecer aos produtores do Semiárido uma alternativa econômica adequada às águas salobras subterrâneas.

Uma crítica às pesquisas correntes diz respeito ao baixo poder aquisitivo desses agricultores; outra é a dificuldade de se obter os fertilizantes solúveis exigidos para o preparo da solução nutritiva hidropônica. Desse modo, as pesquisas nessa temática precisam se voltar também para a redução do custo de produção hidropônica e para menor dependência das fontes convencionais de nutrientes.

Outro objeto de investigação que precisa ser explorado é a diversificação de culturas, uma vez que a maioria das pesquisas tem sido dedicada às culturas hidropônicas tradicionais, sobretudo hortaliças folhosas, como alface e rúcula. Nesse sentido, o presente trabalho focou na viabilidade técnica da cultura do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) no sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes), que é o sistema comercial mais empregado no Brasil.

A realização deste trabalho foi voltada a investigar três aspectos da produção do manjeriço e, para transmitir os resultados aqui obtidos de forma mais didática, dividiu-se a pesquisa em três capítulos, cujas descrições das hipóteses são:

Capítulo 1: O consumo hídrico das plantas de manjeriço será reduzido com o aumento da salinidade da água. A eficiência do uso da água será maior com o aumento da salinidade, esperando-se impacto da salinidade sobre a redução da massa de matéria fresca menor do que sobre o consumo hídrico, ou seja, a planta

será capaz de realizar eficientemente o consumo hídrico na condição salina sem prejudicar tanto sua produção.

Capítulo 2: Em condições hidropônicas, apesar da salinidade reduzir a produção do manjericão, sua qualidade visual para comercialização *in natura* não será prejudicada por sintomas específicos de toxidez;

Capítulo 3: Plantas de manjericão produzirão mais óleo essencial quando submetidas ao estresse salino em condições hidropônicas; o aumento do teor de óleo na condição salina compensará a redução da massa de matéria seca, ao ponto de aumentar o rendimento de óleo por planta.

Outras duas hipóteses a serem investigadas em todos os capítulos são: solução nutritiva orgânica a base de extrato de húmus de minhoca permitirá a substituição da solução convencionalmente preparada com fertilizantes químicos, tanto em relação às produções de massas de matéria fresca e seca da parte aérea quanto ao óleo essencial no cultivo de manjericão; a fonte de água salobra de rejeito de dessalinização proporcionará melhores condições de produção de massas de matéria fresca e seca da parte aérea do manjericão do que a água salobra artificial (produzida com NaCl), em concentração isosmótica, pois a primeira água contém, além de íons tóxicos  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , íons nutrientes.

Objetivou-se neste trabalho avaliar o consumo hídrico e a eficiência do uso da água, a viabilidade técnica de produção e o teor e composição química do óleo essencial da cultura do manjericão em sistema hidropônico NFT, considerando: diferentes níveis de salinidade da água produzidos artificialmente com NaCl; o contraste entre uma água salobra artificial (NaCl) e o rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra, em concentrações isosmóticas; o contraste entre solução nutritiva convencional e solução nutritiva orgânica. Também foi objetivo do presente trabalho identificar o quimiotipo do genótipo de manjericão utilizado pelo Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB.

Para dar suporte técnico à investigação proposta, fez-se uma revisão da literatura especializada, cujos pontos julgados mais pertinentes são apresentados a seguir.

## Hidroponia

Atualmente, a hidroponia vem sendo bastante difundida através de pesquisas científicas visando o uso de águas de qualidade inferior (Soares, 2007; Dias et al., 2009; Alves et al. 2011; Paula et al., 2011; Dantas, 2012; Maciel et al., 2012; Malheiros et al., 2012; Silva, 2012). No Brasil, o sistema hidropônico mais utilizado é o tipo NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) (Santos, 2009). No sistema NFT, a solução nutritiva é bombeada aos canais e escoada por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes das plantas fixadas em orifícios presentes nos canais de cultivo (Furlani et al., 1999; Soares, 2007).

A agricultura hidropônica é uma técnica que pode oferecer inúmeras vantagens, dentre elas: produção de melhor qualidade; maior produtividade; menor emprego de mão-de-obra; mínimo uso de defensivos; colheita precoce; maiores eficiências no uso da água e fertilizantes como fruto da redução da evaporação e a não necessidade de aplicação da fração de lixiviação; menor consumo hídrico; não necessita da implantação de sistemas de drenagem, já que a hidroponia integra irrigação e drenagem num mesmo sistema, com recirculação do efluente (no caso do sistema fechado); melhoria da ergonomia nas atividades; dispensa da rotação de culturas; eliminação de alguns tratamentos culturais; e utilização racional de áreas sub-utilizadas pelo cultivo tradicional; menor impacto ambiental, por evitar pragas e patógenos do solo; entre outros (Rodrigues, 2002; Soares, 2007; Santos, 2009).

Contudo, entre tantas vantagens oferecidas pela hidroponia, há uma grande dependência desta prática por fertilizantes químicos para a nutrição das culturas. A dificuldade financeira e logística para obtenção de fertilizantes solúveis apropriados para cultivos hidropônicos tem sido uma crítica para os recentes esforços que visam dar suporte e incentivo ao uso de águas salobras em cultivos hidropônicos no Semiárido do Brasil. Somado a essa dificuldade, a busca por uma agricultura cada vez mais responsável e ambientalmente sustentável tem justificado pesquisas com soluções nutritivas de origem orgânica para a hidroponia, como aquelas conduzidas por Malheiros et al. (2012), Paula et al. (2011), Dias et al. (2009) e Teixeira et al. (2005) para diferentes culturas e também para o manjericão (Hochmuth et al., 2003; Succop & Newman, 2004).

Assim, seriam agregadas as vantagens da hidroponia sem ferir os princípios da agricultura orgânica, no que diz respeito à fonte dos nutrientes.

### **Salinidade da água de irrigação e a hidroponia**

O aproveitamento de águas salobras vem se tornando compulsório para comunidades do Semiárido Brasileiro que convivem diariamente com a escassez de águas superficiais. No Semiárido as reservas de águas mais ocorrentes são subterrâneas (Audry & Suassuna, 1995; Zoby & Oliveira, 2005) e são comumente salobras, por causas geológicas. Conforme Rebouças (1999), no contexto da hidrogeologia das rochas cristalinas do Semiárido Brasileiro, os teores de sólidos totais dissolvidos nas águas subterrâneas são superiores a  $2.000 \text{ mg L}^{-1}$  em 75% dos casos. Esse é um aspecto importante, pois, apesar da reconhecida escassez de águas superficiais, tem-se ali um armazenamento de água no subsolo, o qual poderia servir ao desenvolvimento da região (Carvalho, 2004).

Uma alternativa encontrada para favorecer a utilização das águas salobras para o consumo humano é a sua dessalinização por osmose reversa. O uso dessa técnica tem sido explorado em locais que sofrem com a escassez de água doce, desde regiões no interior dos continentes até regiões litorâneas como Fernando de Noronha – PE (Brasil) ou Ashkelon – Israel, para fornecer água potável às comunidades difusas, tornando-se um importante instrumento para a melhoria da qualidade de vida das pessoas residentes nestes locais (Juan, 2000; Soares et al., 2006).

Por outro lado, o processo de dessalinização produz tanto uma água de boa qualidade como outro tipo de água denominada de rejeito, também conhecida por concentrado ou salmoura, que possui concentração de sais aproximadamente dobrada em relação à água originalmente captada do poço, o que torna seu uso muito mais restritivo. Se descartado no solo, o rejeito pode ocasionar problemas ambientais (Soares et al., 2006). Neste contexto, pesquisas foram conduzidas por Santos et al (2010) e Silva (2012b) para aproveitar essa água residuária salobra na hidroponia.

A irrigação mal manejada pode implicar em salinização e degradação do solo (Bernardo, 1992; Medeiros & Gheyi, 2001), sobretudo se utilizar água salobra,

com a qual a salinização do solo e suas consequências podem ser ainda mais graves. Na agricultura convencional, a utilização indiscriminada desse tipo de água pode salinizar e desestruturar os solos (Rhoades et al., 2000), agravando os problemas de desertificação já documentados para a região Semiárida Brasileira (Schenkel & Matallo, 2003). Assim, Soares et al. (2010) afirmam que cultivos em sistemas hidropônicos podem ser mais condizentes ao uso de águas salobras do que sistemas convencionais de cultivo baseados em solo.

### **O manjeriço e suas propriedades**

Como a maioria dos estudos conduzidos em hidroponia com águas salobras no Brasil tem focado em hortaliças folhosas como rúcula, agrião e, principalmente, alface, o que é compreensível já que essas culturas são majoritárias no cultivo hidropônico no país, a diversificação de opções de cultivo hidropônico, por outro lado, pode ser estratégica para o atendimento a um número cada vez maior de consumidores que buscam melhor qualidade e variedade, além de ser uma estratégia de mercado para o produtor.

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família Lamiaceae sendo uma planta herbácea que atinge de 0,4 a 1,0 m de altura, possui haste reta com muitas folhas e se destaca pelo seu uso na medicina tradicional ou popular, com propriedades anti-helmíntica, estomáquica, emenagoga, diurética, antiespasmódica, tônica estomacal, carminativa, estimulante, galactógena, antiséptica intestinal; é indicado contra tosse, febre, feridas e afecções de garganta e intestino (Bertolucci et al., 2008).

O gênero *Ocimum* compreende mais de 30 espécies de ervas e arbustos de regiões tropical e subtropical da Ásia, África e América Central e do Sul (Paton, 1992; Simon et al., 1999). Segundo Blank et al. (2004), há uma grande dificuldade de classificar as plantas de *O. basilicum*, que por sua vez apresenta mais de 60 variedades decorrentes de hibridações e polinizações cruzadas, que resultam em grande número de subespécies, variedades e formas. Santos (2007) afirma que as variações mais expressivas quanto à diversidade de espécies do gênero *O. basilicum* são: tamanho (grandes ou pequenas), cor (de verde a roxo escuro) e

formato da folha (onduladas ou crespas), cor da flor (branca, púrpura ou roxa), características de crescimento (forma, altura, época de floração) e no aroma, sendo esta última característica, relacionada ao óleo essencial, a de maior interesse econômico.

Lubbe & Verpoorte (2011) realizaram um levantamento sobre plantas medicinais e aromáticas de maior interesse econômico, no mercado da União Européia, com objetivo de fornecer informações para potenciais produtores; os autores informam que o óleo essencial de manjeriço, comercializado pela Índia nos anos de 2008 e 2009, custou entre 40 e 45 Euros por kg (atualmente, equivale a aproximadamente R\$110 por kg de óleo) e que a produção global de óleo de manjeriço estava, nesse mesmo período, numa escala de 50 a 100 toneladas por ano; segundo reportagem do Estado de São Paulo (2005), o Brasil exportou em 2005 a primeira remessa de 40 kg de óleo essencial de manjeriço para o Canadá; Lubbe & Verpoorte (2011) informam que no período de 2004 a 2008, os maiores importadores de plantas medicinais e aromáticas foram EUA, Hong Kong, Alemanha, Coreia do Sul e Japão. Por outro lado, China, Índia, México, Egito e Alemanha foram os cinco principais exportadores; o Brasil não se encontrava entre os 10 principais importadores ou exportadores.

Fonte de óleo essencial e compostos aromáticos, o manjeriço é aclamado pela sua diversidade, usado para fins culinários como erva fresca ou seca, ornamentais e extração de óleo (Blank et al., 2004). Seu óleo é apreciado nas indústrias alimentícia, para aromatização de alimentos e bebidas, de perfumaria e de fármacos (Simon, 1990; Simon et al., 1999). O manjeriço vem sendo amplamente aplicado a diversas áreas através das pesquisas que afirmam sua capacidade inseticida, acaricida, bactericida, biorremediadora em solos afetados por pesticidas, atuando também com grande potencial de prevenir carcinogênese, na atividade antioxidante, no tratamento contra acne e como distinta fonte de fibra na alimentação através das sementes (Mathews, et al., 1993; Umerie et al., 1997; Costa et al., 2009; Matiz et al., 2011; Ramírez-Sandoval et al., 2011; Thirugnanasampandan & Jayakumar, 2011; Santos, et al., 2012).

Diversos compostos aromáticos podem ser encontrados em quimiotipos de manjeriço, como citral, eugenol, linalol, metil chavicol e metil cinamato (Simon et

al., 1999; Blank et al., 2004). Viña & Murillo (2003) estudaram a composição de 12 espécies de *Ocimum* cultivados na Colômbia e encontraram o quimiotipo metil cinamato em 80% das variedades, sendo duas delas *O. basilicum*. Segundo Blank et al., (2004), o gênero *Ocimum* sofre abundantes polinizações cruzadas o que resulta em amplo número de subespécies e variedades que diferem quanto a composição do óleo essencial e características morfológicas.

São inúmeras as pesquisas relacionadas ao manjericão em torno das variadas aplicações das propriedades dessa erva e em diferentes locais do mundo. Essas pesquisas vêm sendo desenvolvidas há muito tempo, mas atualmente está ganhando mais espaço devido ao interesse econômico crescente.

Skрубis & Markakis, em 1976, já abordavam o efeito do fotoperiodismo sobre o crescimento, produção e composição de óleo de plantas de manjericão cv. Citrodora, na Grécia; Sheen et al. (1991) realizaram em Taiwan análise sensorial do óleo de diferentes partes da planta de manjericão, sendo o óleo das folhas e flores o mais apreciado (contendo principalmente metil chavicol) e o do caule o menos apreciado (contendo 1-octen-3-ol); Labra et al. (2004) avaliaram na Itália a caracterização morfológica, a composição do óleo essencial e a genotipagem do DNA de manjericão visando determinar a melhor identificação taxonômica. Em 2010, Pravuschi et al. realizaram um estudo econômico e agrônômico da produção de biomassa e óleo essencial de manjericão irrigado no Brasil; Na Tunísia, Tarchoune et al. (2012) avaliaram a influência da salinidade em sistema hidropônico na atividade antioxidante do manjericão.

Em pesquisa na Polônia, Calín-Sánchez et al. (2012) testaram o efeito de diferentes tipos de secagem sobre os compostos voláteis da planta de manjericão e, entre os diferentes resultados de qualidade do óleo essencial extraído, o quimiotipo se caracterizou pela presença de metil eugenol, eugenol, eucaliptol e linalol. Apesar dos autores esperarem, não houve presença de metil chavicol (estragol); eles indicam a condição geográfica (clima, solo, temperatura, etc.) como fator de alteração da composição química do óleo.

Darrah (1974) afirma que *O. basilicum* tem uma mistura de óleo essencial extremamente variável, contendo mais comumente linalol, metil chavicol e eugenol com muitos outros constituintes usualmente presentes.



Viña & Murillo (2003) citam que Lawrence (1988, 1992) estabeleceu quatro quimiotipos de óleo essencial de *O. basilicum*, elegendo o composto principal, com base em análises de mais de 200 extrações: 1-rico em metil chavicol, 2-rico em linalol, 3-rico em metil eugenol e 4-rico em cinamato de metila. Outra proposta de classificação feita por Darrah (1974) e citada por Simon et al (1999) divide as cultivares de *O. basilicum* em sete tipos: 1- tipo alto e fino, 2- tipo folheada grande, 3-tipo anão, 4- tipo compacto, 5- tipo manjeriço colorido púrpura, 6- tipo roxo (ou púrpura) e 7- tipo citrodora.

Grayer et al. (1996) discordaram da classificação feita por Lawrence (1988) apenas na questão de um único constituinte principal determinar o quimiotipo do óleo, e afirmaram que é pouco representativo, pois estaria sensivelmente sujeito a erros por quaisquer diferenças no sistema de cultivo, forma de secagem, órgãos utilizados para extração, etc., para uma mesma cultivar de manjeriço. Logo, Grayer et al. (1996) propuseram uma classificação adotada por vários autores (Viña & Murillo, 2003; Telci et al., 2006; Santos, 2007), a qual considera os componentes que compreendam 20% ou mais do total do óleo essencial. Por exemplo, a análise do óleo extraído de uma das variedades de manjeriço cultivada por Viña & Murillo (2003) apresentou os constituintes: metil cinamato (33,87%), linalol (20,29%), cadinol (8,30%), entre outros; adotando a classificação de Grayer et al. (1996) os autores determinaram que cinamato de metila e linalol é o quimiotipo da variedade de manjeriço cultivada, nas condições por eles adotadas.

### **O manjeriço e a salinidade da água de irrigação**

Como planta medicinal, 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 biótico ou abiótico oferecido pelo ambiente (Lawrence, 1992; Garlet, 2007; Azevedo & Moura, 2010). Muitos autores vêm utilizando esse conhecimento visando obter maiores produções, em quantidade e qualidade, do óleo essencial, aplicando estresses hídrico, nutricional e salino durante o cultivo

do *O. basilicum* (Amaral et al., 1999; Martínez et al., 2005; Prasad et al., 2007; Bernstein et al., 2010; Pravuschi et al., 2010; Ekren et al., 2012).

O uso de água salobra para prover um estresse de interesse econômico na cultura do manjeriço pode ser uma combinação bastante convidativa para locais onde há disponibilidade de águas salobras e a água doce é escassa, como o caso da região Semiárida Brasileira. Por outro lado, não há informações sistematizadas reunidas sobre a tolerância dessa cultura à salinidade, o que dificulta o acesso aos produtores. Ayers & Westcot (1999), que apresentaram dados de Maas & Hoffman (1977), são referência em salinidade na agricultura, mas não apresentaram valores de tolerância à salinidade para o manjeriço. Shannon & Grieve (1999), em uma ampla revisão sobre a tolerância de culturas à salinidade, afirmam não haver informações a respeito da tolerância do manjeriço à salinidade.

Attia et al. (2009) investigaram o transporte de sódio em três variedades de *O. basilicum* L., em hidroponia, submetidas por 15 dias à salinidade da água de 2,5 e 5 dS m<sup>-1</sup> e concluíram que o manjeriço é um inclusor de sódio, com folhas capazes de tolerar a acumulação de sódio sem desidratá-las, o que sugere eficiência na compartimentalização de sódio nas células foliares.

Gautam et al. (2010), trabalhando com cinco genótipos de manjeriço em solo sódico, concluíram que altas produtividades de matéria fresca nem sempre resultam em altos rendimentos de óleo. Esses autores também classificaram os genótipos estudados dentro de agrupamentos químicos, conforme os constituintes principais de seu óleo essencial.

Prasad et al. (2007), também trabalhando em casa-de-vegetação com sodicidade do solo, com baixa salinidade e alta alcalinidade, observaram diminuição na produtividade da matéria fresca, mas aumento no teor de óleo quando o percentual de sódio trocável (PST) no solo aumentou de 4 para 16%. Por outro lado, incrementos no teor de sódio trocável a partir de 24% reduziram também o rendimento de óleo. O aumento do PST no solo elevou o teor de Na e diminuiu os teores de Ca, Mg na parte aérea do manjeriço; já o teor de K aumentou até PST de 36%. Esses autores concluíram que o manjeriço é altamente tolerante ao estresse da sodicidade do solo.

Posteriormente, Said-Al Ahl et al. (2010) confirmaram que o aumento do teor de óleo essencial de manjeriço é limitado: para uma salinidade do solo de 1.500 mg L<sup>-1</sup> (CE ≈ 2,3 dS m<sup>-1</sup>) houve efeito positivo sobre o teor de óleo, que foi reduzido com 4.500 mg L<sup>-1</sup> (CE ≈ 7,0 dS m<sup>-1</sup>) de sais. Por outro lado, em todos os níveis de salinidade se verificou redução do rendimento de óleo (mL por planta).

Hassanpouraghdam et al. (2011), avaliando uma cultivar de manjeriço (que informaram ser nativa) em hidroponia em ambiente protegido no Irã, observaram que a salinidade (50 mM de NaCl, aproximadamente 5 dS m<sup>-1</sup>) tem efeito negativo sobre a biossíntese de metil chavicol e de linalol. Também registraram que a aplicação foliar de Zn, apesar de não mitigar o impacto negativo da salinidade sobre o teor do metil chavicol, majorou o teor de linalol. Os autores observaram sinergismo da aplicação de zinco com a salinidade moderada sobre outros componentes do óleo essencial do manjeriço.

Outra tentativa de mitigar os efeitos da salinidade no cultivo de manjeriço foi conduzida por Fatemi & Aboutalebi (2012), também no Irã, ao utilizarem ácido salicílico; esses autores verificaram efeito positivo do ácido salicílico apenas na menor concentração empregada (50 mg L<sup>-1</sup>), encontrando agravamento dos efeitos da salinidade para concentrações entre 50 e 150 mg L<sup>-1</sup> do ácido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- 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 manjeriço, (*Ocimum sp.*) em cultivo hidropônico. *Revista Ceres*, v.46, n.265, p.297-308, 1999.
- Attia, H.; Karray, N.; Ellili, A.; Msilini, N.; Lachaâl, M. Sodium transport in basil. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.31, n.5, p.1045-1051, 2009.

- Audry, P.; Suassuna, J. A salinidade das águas disponíveis para a pequena irrigação no sertão nordestino: caracterização, variação sazonal, limitações de uso. Recife: CNPq, 1995, 128p.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- Azevedo, C. D.; Moura, M. A. Cultivo de plantas medicinais: guia prático. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 19p. Manual Técnico, 27.
- Bernardo, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.1, n.13, p.1-7, 1992.
- 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, 2008. Cap. 7. p.159-244.
- 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, Brasília, v.22, n.1, p.113-116, 2004.
- Calín-Sánchez, Á.; Lech, Krzysztof; Szumny, A.; Figiel, A.; Carbonell-Barrachina, Á. A. Volatile composition of sweet basil essential oil (*Ocimum basilicum* L.) as affected by drying method. Food Research International, v.48, p.217-225, 2012.
- Carvalho, P.; Freire, C.; montenegro, C.; Riffel, D. The Brazilian experience with a photovoltaic powered reverse osmosis plant. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, West Sussex, v.12, n.5, p.373-385, 2004.
- Costa, C. M. G. R.; Santos, M. S.; Barros, H. M. M.; Agra, P. F. M.; Farias, M. A. A. Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento in vitro de *Erwinia carotovora*. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v.3, n.3, p.35-38, 2009.

- Dantas, R. M. L. Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa. Recife: UFRPE, 2010. 85p. Dissertação Mestrado.
- Darrah, H. H. Investigations of the cultivars of basils (*Ocimum*). Economic Botany, v.28, n.1, p.63-67, 1974.
- Dias, N. S.; Brito A. A. F.; Souza Neto, O. N.; Lira, R. B.; Brito, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. Revista Caatinga, v.22, n.4, p.158-162, 2009.
- 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.
- Estado de São Paulo. País lucra com óleos essenciais. In: Fapesp na Mídia. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/5178/pais-lucra-oleos-essenciais/>. Acesso em: 21 / 02 / 2013.
- Fatemi, R.; Aboutalebi, A. Evaluation the interaction of salinity and salicylic acid on Sweet basil (*Ocimum basilicum*) properties. Annals of Biological Research, v.3, n.11, p.5106-5109, 2012.
- Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52p. Boletim Técnico, 180.
- 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. 112p. Tese de Doutorado.
- Gautam, R. K.; Nayak, A. K.; Sharma, D. K.; Qadar, A. Morphological and chemical fingerprinting of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes grown in sodic soil. Agrochimica, v.54, n.5, p.289-302, 2010.
- Grayer, R. J.; Kite, G. C.; Goldstone, F. J.; Bryan, S. E.; Paton, A.; Putievsky, E. Infraespecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. Phytochemistry, v.43, n.5, p.1033-1039, 1996.
- Hassanpouraghdam, M. B.; Gohari, G. R.; Tabatabaei, S. J.; Dadpour, M. R.; Shirdel, M. NaCl salinity and Zn foliar application influence essential oil

- composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Agriculturae Slovenica*, v.97, n.2, p.93-98, 2011.
- Hochmuth, R.C.; Davis, L.L.L.; Laughlin, W.L.; Simonne, E. Evaluation of organic nutrient sources in the production of greenhouse hydroponic basil. Suwannee Valley: University of Florida, 2003, 7p. Research Report.
- Juan, J. A. M. S. Desalación de aguas salobres y de mar. Osmose inversa. Madrid: Mundi-Prensa. 2000. 395p.
- Klimánková, E.; Holadová, K.; Hajšlová, J.; Čajka, T.; Poustka, J.; Koudelab, M. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry*, v.107, n.1, p.464-472, 2008.
- Labra, M.; Miele, M.; Ledda, B.; Grassi, F.; Mazzei, M.; Sala, F. Morphological characterization, essential oil composition and DNA genotyping of *Ocimum basilicum* L. cultivars. *Plant Science*, v.167, n.4, p.725-731, 2004.
- Lawrence, B. M. A further examination of the variation of *Ocimum basilicum* L.. In Lawrence, B. M.; Mookerjee, B. D.; Willis, B. J. (eds.), *Flavors and fragrances: A world perspective*. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. B.V, 1988, p.161-170.
- Lawrence, B. M. Chemical components of Labiatae oils and their exploitation. In: Harley, R. M.; Reynolds, T. (eds). *Advances in Labiatae science*. Royal Botanical Gardens, Kew, UK, 1992, p.399-436.
- Lubbe, A. ; Verpoorne, R. Cultivation and aromatic plants for specialty industrial materials. *Industrial Crops and Products*. v.34, n.1, p.785-801, 2011.
- Maciel, M. P.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Rezende, E. P. L.; Oliveira, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165-172, 2012.
- Malheiros, S. M. M.; Silva, E. F. F.; Medeiros, P. R. F.; Pedrosa, E. M. R.; Rolim, M. M.; Santos, A. N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.10, p.1085-1092, 2012.

- Martínez, A. M.; Torres, J.; Campos, A. Estudio Del régimen de humedad de três tipos de turba em La etapa de propagación de La albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Agronomia Colombiana*, v.23, n.1, p.154-164, 2005.
- Mathews, S.; Singhal, R. S.; Kulkarni, P. R. *Ocimum basilicum*: A new non-conventional source of fibre. *Food Chemistry*, v.47, n.4, p.399-401, 1993.
- Matiz, G.; Osorio, M. R.; Camacho, F.; Atencia, M.; Herazo, J. Diseño y evaluación *in vivo* de fórmulas para acne basadas em aceites esenciales de naranja (*Citrus sinensis*) albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y ácido acético. *Biomédica*, v.32, n.1, p.125-133, 2012.
- Medeiros, J.F.; Gheyi, H.R. Riscos de salinidade em áreas irrigadas. In: Miranda, J.H.; Pires, R.C.M. (ed.). *Irrigação*. Piracicaba: FUNEP, 2001. cap.5, p. 255-314. Série Engenharia Agrícola, Irrigação, 1.
- Paula, L.; Rolim, M. M.; Bezerra Neto, E.; Soares, T. M.; Pedrosa, E. M. R.; Silva, E. F. F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.9, p.931-939, 2011.
- Prasad, A.; Lal, R. K.; Chattopadhyaya, A.; Yadav, V. K.; Yadav, A. Response of Basil Species to Soil Sodicity Stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.38, n.19-20, p.2705-2715, 2007.
- 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.
- Ramírez-Sandoval, M.; Melchor-Partida, G. N.; Muñiz-Hernández, S.; Girón-Pérez, M. I.; Rojas-García, A. E.; Medina-Díaz, I. M.; Robledo-Marenco, M. I.; Velázquez-Fernández. Phytoremediatory effect and growth of two species of *Ocimum* in endosulfan polluted soil. *Journal of Hazardous Materials*, v.192, p. 388-392, 2011.
- Rebouças, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. (Ed.). *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. São Paulo: Escrituras, 1999. cap. 1, p.1-36.

- Rhoades, J.D.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Tradução de H.R. Gheyi, J.R. de Sousa e J.E. Queiroz. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48.
- Rodrigues, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.
- Said-Al Ahl, H. A. H.; Meawad, A. A.; About-Zeid, E. N.; Ali, M. S. Response of different basil varieties to soil salinity. *International Agrophysics*, v.24, n.2, p.183-188, 2010.
- Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.9, p.961-969, 2010.
- Santos, E. F. Seleção de tipos de *Ocimum basilicum* L. de cor púrpura para o mercado de plantas ornamentais. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 60p. Dissertação Mestrado.
- Santos, F. C. C; Vogel, F. S. F.; Monteiro, S. G. Essential basil oil effect (*Ocimum basilicum* L.) on cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *in vitro* experiments. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, n.3, p.1133-1140, 2012.
- Santos, O. S. Hidroponia. Santa Maria: UFSM/Colégio politécnico, 2009. 392p.
- Schenkel, C.S.; Matallo JR., H. Desertificação. Brasília: UNESCO, 2003. 82 p.
- Shannon, M. C.; Grieve, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, v.78, n.1-4, p.5-38, 1999.
- Sheen, L. Y.; Ou, Y. H. T.; Tsai, S. J. Flavor characteristic compounds found in the essential oil of *Ocimum basilicum* L. with sensory evaluation and statistical analysis. *Food Chemistry*, v.39, n.5, p.939-943, 1991.
- Silva, J. S. Uso de águas salobras do Semiárido e do Recôncavo Baiano na produção de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT. Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2012b. 160p. Dissertação Mestrado.



- Simon, J. E.; Morales, M. R.; Phippen, W. B.; Vieira, R. F.; Hao, Z. Perspectives on new crops and new uses. Ed. J. Janick, Alexandria, VA. In: J. Paper, n. 16045, Purdue Agricultural Research Programs, Purdue University, West Lafayette. 1999.
- Simon, J. E.; Quinn, J.; Murray, R. G. Basil: a source of essential oils. In: Janick, J.; Simon, J. E. (eds.), *Advances in new crops*. Timber Press, Portland, 1990, p.484-489.
- Skrubis, B.; Markakis, P. The effect of photoperiodism on the growth and essential oil of *Ocimum basilicum* (Sweet basil). *Economic Botany*, v.30, n.4, p.389-393, 1976.
- Soares, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007. 267 p. Tese de Doutorado.
- Soares, T.M.; Duarte, S.N.; Silva, E.F.F.; Jorge, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.705-714, 2010a.
- Soares, T. M.; Silva, I. J. O.; Duarte, S.N.; Silva, E. F. F.; Destinação de águas provenientes do processo de dessalinização por osmose reversa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, n.3, p.730-737, 2006.
- Succop, C. E.; Newman, S. E. Organic fertilization of fresh market sweet basil in a greenhouse. *HortTechnology*, v.14, n. 2, p. 235-239, 2004.
- Tarchoune, I.; Degl'Innocenti, E.; Kaddour, R.; Guidi, L.; Lachaâl, M.; Navari-Izzo, F.; Ouerghi, Z. Effects of NaCl or Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, n.34, n.2, p.607-615, 2012.
- Teixeira, N. T.; Vital, W. M.; Macedo, F. B.; Almeida, F.; Andrade, R.C. Alface cultivada em hidroponia com efluente de granja de suinocultura e biofertilizante. *Revista Ecosistema*, v.29, n.1, p.23-25, 2005.
- Telci, I.; Bayram, E.; Yilmaz, G.; Avci, B. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematics and Ecology*, v.34, n.6, p.489-497, 2006.

Thirugnanasampandan, R.; Jayakumar, R. Protection of cadimium chloride induced DNA damage by Lamiaceae plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v.1, n.5, p.391-394, 2011.

Umerie, S. C.; Anaso, H. U.; Anyasoro, L. J. C. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf-extract. *Bioresource Technology*, v.64, n.3, p.237-239, 1998.

Viña, A.; Murillo, E. Essential oil composition from twelve varieties of basil (*Ocimum* spp) grown in Colombia. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v.14, n.5, p.744-749, 2003.

Zoby, J.L.G.; Oliveira, F.R. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. Brasília: ANA, 2005. 73p.

# **CAPÍTULO 1**

## **CONSUMO HÍDRICO DE MANJERICÃO HIDROPÔNICO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO NUTRITIVA ORGÂNICA<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Artigo ajustado para submissão à Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

## **Consumo hídrico de manjeriço hidropônico com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica**

Autora: Maria Augusta Amorim Bione

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Resumo:** Plantas de manjeriço foram cultivadas em condições hidropônicas visando avaliar os efeitos do uso de águas salobras e solução nutritiva orgânica sobre o consumo hídrico. As águas salobras foram empregadas no preparo da solução nutritiva e na reposição das perdas por evapotranspiração. O experimento foi conduzido em um delineamento aleatorizado em blocos com cinco níveis de salinidade da água: 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48 dS m<sup>-1</sup>, obtidos pela adição de NaCl à água doce local (0,29 dS m<sup>-1</sup>); esta água também foi usada como testemunha. Outros dois tratamentos foram avaliados: rejeito da dessalinização por osmose reversa (8,39 dS m<sup>-1</sup>) e solução nutritiva orgânica a base de húmus de minhoca. Cada tratamento foi repetido seis vezes e cada parcela continha dezesseis plantas no sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes). Uma redução linear do consumo hídrico foi observada com o aumento da salinidade da água: 7% para cada aumento unitário na salinidade da água em dS m<sup>-1</sup>. O uso da solução nutritiva orgânica diminuiu o consumo hídrico e a eficiência do uso da água (EUA) com base na matéria fresca da parte aérea, em relação à testemunha. Soluções nutritivas isosmóticas de NaCl e rejeito proporcionaram o mesmo nível de consumo hídrico. A eficiência do uso da água do manjeriço diminuiu 1,6% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (dS m<sup>-1</sup>). Por outro lado, a EUA com base na matéria seca da parte aérea aumentou 0,7% por dS m<sup>-1</sup>. A máxima média do consumo hídrico diário registrado foi de 0,502 L por planta, no período de 42 a 48 dias após o transplante.

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L., cultivo sem solo, salinidade da água, eficiência do uso da água, evapotranspiração

## **Water consumption of hydroponic basil cultivated with conventional nutrient solution in brackish waters and organic nutrient solution**

Author: Maria Augusta Amorim Bione

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Abstract:** Plants of basil were grown under hydroponic conditions aiming to evaluate the effects of use of brackish water and organic nutrient solution on its water consumption (WC). The brackish waters were utilized to prepare nutrient solution and to replace water due to evapotranspiration loss. The experiment was carried out in a randomized block design with five levels of water salinity: 1.45; 3.80; 6.08 and 8.48  $\text{dS m}^{-1}$ , obtained by addition of NaCl to local fresh water (0.29  $\text{dS m}^{-1}$ ); this fresh water was also studied as control treatment. Other two treatments evaluated: reject brine from reverse osmosis (8.39  $\text{dS m}^{-1}$ ) and organic nutrient solution based in earth worm castings. Each treatment was replicated six times and each experimental unit had sixteen plants in NFT (nutrient film technique) hydroponic system. A linear reduction WC was observed with increasing water salinity: 7% per unit increase of water salinity ( $\text{dS m}^{-1}$ ). The use of organic nutrient solution decreased WC and water use efficiency (WUE), compared to control. Isosmotics nutrient solution from NaCl and reject brine produced the same WC level. Water use efficiency of basil decreased 1.6% per unitary increase of water salinity ( $\text{dS m}^{-1}$ ). On the other hand, WUE, based in shoot dry mass, increased 0.7% ( $\text{dS m}^{-1}$ )<sup>-1</sup>. The maximum average of daily water consumption was 0.502 L per plant, recorded from 42 to 48 days after transplanting.

**Key words:** *Ocimum basilicum* L., soilless, water salinity, water use efficiency, evapotranspiration

## INTRODUÇÃO

Frente às condições limitantes em que se encontram as comunidades do Semiárido Brasileiro relacionadas à escassez de águas superficiais, há o desafio da mudança de estratégia no uso da água na agricultura, já que esta é a atividade que mais consome água no mundo, mas é indispensável à sobrevivência do homem. Para a região Nordeste, onde se tem a maior extensão do Semiárido Brasileiro, essa mudança deve ser especialmente dirigida visando atingir uma agricultura baseada no uso racional da água e no aproveitamento de fontes alternativas de recursos hídricos.

Para tanto, deve-se reunir estratégias específicas para mitigar o impacto do aproveitamento de água de qualidade inferior. No Semiárido se tem importantes reservas de águas subterrâneas, (Zoby & Oliveira, 2005), mas que, por causas geológicas, são comumente salobras. Conforme Rebouças (1999), no contexto da geologia das rochas cristalinas do Semiárido Brasileiro, os teores de sólidos totais dissolvidos nas águas subterrâneas são superiores a  $2.000 \text{ mg L}^{-1}$  ( $\text{CE} > 3 \text{ dS m}^{-1}$ ) em 75% dos casos; esse é um aspecto importante, pois, apesar da reconhecida escassez de águas superficiais, tem-se ali um considerável armazenamento de água no subsolo, o que poderia servir ao desenvolvimento da região (Carvalho, 2004).

Soares (2007) aborda sobre diversas vantagens oferecidas pela prática hidropônica no Semiárido Brasileiro, dentre elas a melhor eficiência do uso da água como fruto da redução da evaporação e a não necessidade de aplicação da fração de lixiviação, menor impacto ambiental, entre outros. No entanto, na hidroponia há uma grande dependência por fertilizantes químicos solúveis para a nutrição das culturas, o que torna esse sistema menos acessível aos agricultores estabelecidos em áreas distantes dos grandes centros comerciais. Por este

motivo, diversos autores vêm conduzindo pesquisas voltadas ao desenvolvimento e aproveitamento de soluções orgânicas como opção à solução nutritiva convencional (Menezes Júnior et al., 2002; Teixeira et al., 2005; Dias et al., 2009).

A procura por produtos orgânicos está em ampla expansão em todo o mundo, o que é consequência da conscientização populacional dos males que o uso de defensivos agrícolas e o acúmulo de fertilizantes químicos vêm causando à saúde humana e ao meio ambiente. A tendência dos consumidores é buscar produtos com menos resíduos de defensivos e produzidos de maneira mais sustentável, visando a preservação dos recursos naturais, como a água.

Nos últimos anos, muitas pesquisas têm sido conduzidas com algumas hortaliças, visando demonstrar a viabilidade técnica de sua produção em condições salinas a partir de sistemas hidropônicos (Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010a). Por outro lado, é preciso investir no estudo de outras culturas, como forma de garantir novas opções de diversificação aos agricultores.

Nesse sentido, destaca-se a cultura do manjericão. O manjericão é uma planta aromática utilizada como condimento, como fitoterápico ou mesmo na indústria de alimentos e perfumaria, quando é extraído seu óleo (Bertolucci et al., 2008; Silva, 2012a).

O cultivo de plantas medicinais aromáticas em hidroponia, segundo Santos (2009), permite que, em espaços reduzidos, sejam obtidos óleos essenciais de qualidade e com alta produtividade de massa vegetal. Segundo Paulus et al. (2008), cultivos hidropônicos de plantas aromáticas são cada vez mais frequentes.

Por outro lado, são raros os trabalhos conduzidos em condições salinas com a cultura de manjericão que tragam dados compendiados sobre a tolerância à salinidade. Ayers & Westcot (1999), a partir de dados de Maas & Hoffman (1977), referência em salinidade na agricultura, não apresentaram valores de tolerância à salinidade para o manjericão. Shannon & Grieve (1999) afirmam não haver informações a respeito da tolerância do manjericão à salinidade. Por outro lado,

recentemente inúmeros trabalhos vêm sendo conduzidos nessa linha de trabalho com a cultura.

A literatura especializada caracteriza abundantemente os prejuízos devido ao efeito osmótico e específico (toxidez e desequilíbrios iônicos) dos sais, para as culturas (Sonneveld, 1988; Ayers & Westcot, 1999), como os prejuízos na produção e a perda na qualidade dos produtos. Mas, deve-se ponderar que o estresse salino pode trazer vantagens para a produção agrícola, tais como melhor sabor, maior produção de compostos de interesse, como óleos essenciais e antioxidantes. Alguns autores afirmam que águas salobras também podem ser vantajosas na economia de fertilizantes, descontando a concentração de macronutrientes e micronutrientes na água do preparo da solução nutritiva (Furlani et al., 1999; Soares et al., 2010b).

Em experimento hidropônico com águas salobras, Soares et al. (2010a) verificaram que o aumento da salinidade contribuiu para a redução do consumo de água em plantas de alface e conseqüente queda da produção. O mesmo foi verificado por Silva et al. (2012) que trabalharam com rúcula, Silva (2012b) trabalhando com diferentes hortaliças, por Maciel et al. (2012) desenvolvendo experimento com girassol ornamental e por Alves et al. (2011) que trabalharam com alface.

A quantificação do consumo hídrico, seu grau de redução em condições salinas e a eficiência do uso da água nessas condições são importantes para o dimensionamento e o planejamento de cultivos hidropônicos, sobretudo na Região Nordeste, onde frequentemente se deve buscar a otimização da produção por unidade de água aplicada, considerando que esse é um recurso restrito.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o consumo hídrico e a eficiência do uso da água no cultivo de manjeriço em sistema hidropônico NFT, considerando: diferentes níveis de salinidade da água produzidos artificialmente com NaCl; o contraste entre uma água salobra artificial (NaCl) e o rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra, em concentrações isosmóticas; o contraste entre solução nutritiva convencional e solução nutritiva orgânica.



## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento e monitoramento climático

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do tipo geminada em dois arcos (Figura 1A.), no período de 05/10/2012 a 23/11/2012. O ambiente é protegido por tela tipo clarite nas laterais, por um filme plástico (anti UV, 150 nm) instalado no teto e também por uma manta termorrefletora (aluminet 50%) instalada internamente à altura do pé-direito (Figura 1B.).

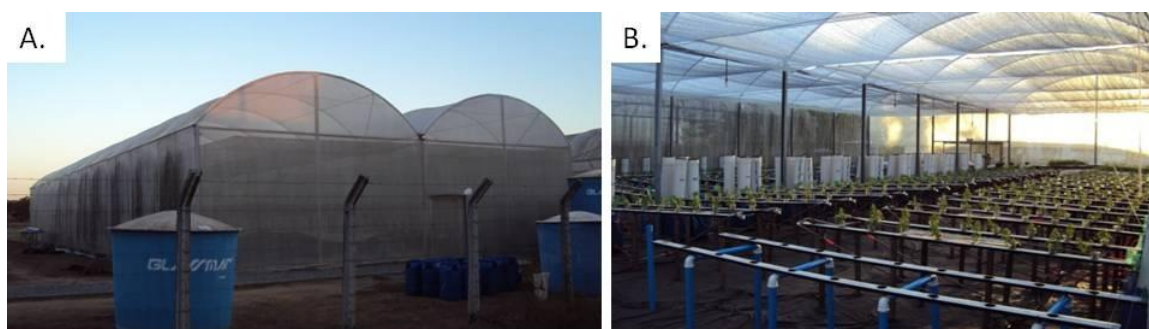


Figura 1. Visão externa (A.) e visão interna (B.) da casa-de-vegetação onde foi desenvolvido o experimento.

A casa-de-vegetação está instalada no sentido leste-oeste, tem 14 m de largura por 32 m de comprimento, pé-direito de 4 m, ficando com altura máxima de 5,5 m. O piso da casa-de-vegetação é coberto por manta geotêxtil (bidim) para melhorar as condições fitossanitárias e aumentar a vida útil das eletrobombas utilizadas (Figura 1B.).

A pesquisa foi conduzida em condições controladas no Recôncavo Baiano, no campus de Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m. Conforme Almeida (1999), o clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am na classificação de Köppen, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5°C e 80%, respectivamente. Durante o experimento, a partir de dados divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012), obtidos de estação meteorológica automática (latitude 12°40'39" Sul; longitude 39°06'23" Oeste; altitude 225,87 m), os valores instantâneos (a cada hora) de temperatura, de umidade relativa do ar e de evapotranspiração de

referência no município (ambiente externo) oscilaram de 18,6 a 33,9 °C, de 34 a 90% e de 2,65 a 5,64 mm, respectivamente (Figura 2). Esta estação meteorológica dista aproximadamente 600 m da casa-de-vegetação.

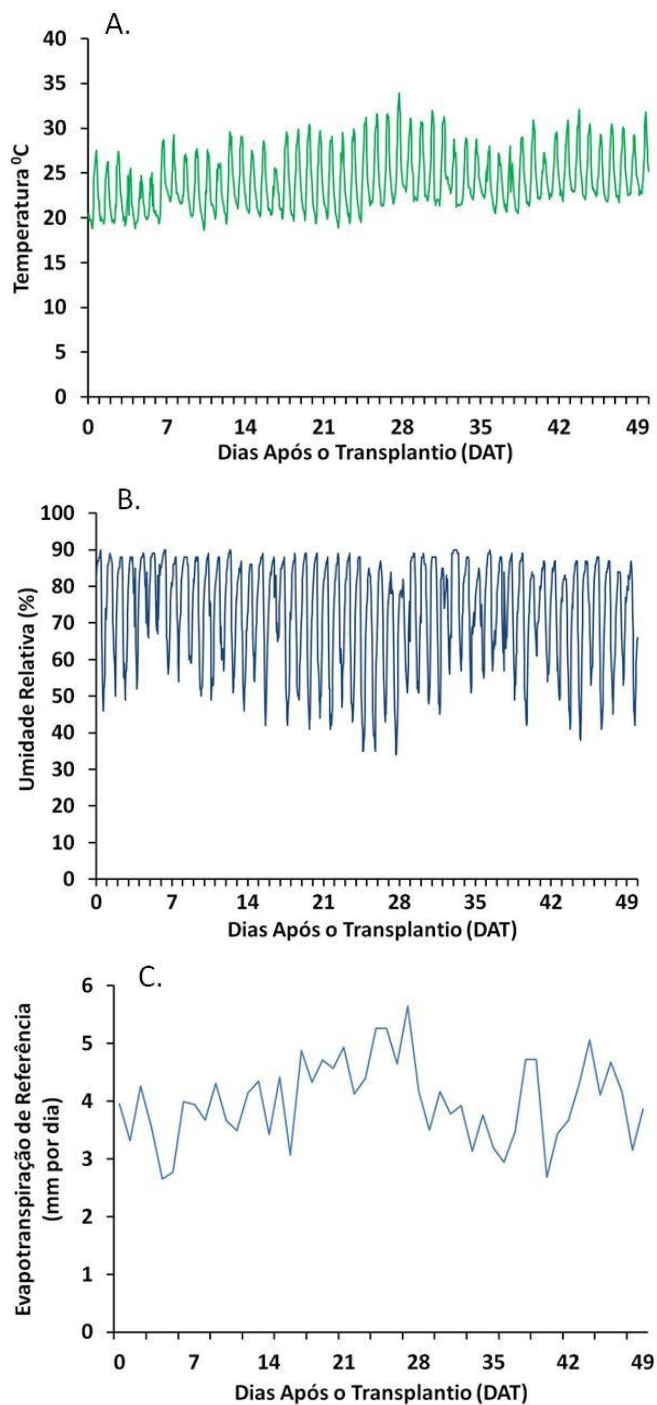


Figura 2. Variações diárias de temperatura (A.), umidade relativa do ar (B.) e evapotranspiração de referência (C.), ao longo do experimento, medidas na estação meteorológica automática da rede INMET no Município de Cruz das Almas - BA (Fonte: INMET, 2012).

Para monitoramento das condições internas do ambiente protegido durante o experimento foram coletados, a cada 15 minutos, dados de temperatura do ar medida à altura das plantas (1,0 m de altura em relação ao solo) e de temperatura da solução nutritiva (em três diferentes reservatórios aleatorizados na casa-de-vegetação). Para isso foram utilizadas, como sensores, fiações de termopar (cobre-constantan), as quais enviavam sinais elétricos a um armazenador de dados (datalogger CR 1000) que também fazia a transdução dos sinais.

Apesar do registro de temperaturas acima do ideal para o cultivo hidropônico, em outros experimentos conduzidos anteriormente no mesmo ambiente (Alves et al., 2011; Maciel et al., 2012; Silva, 2012b), não foram adotadas medidas para controle climático.

### Estrutura experimental

A estrutura experimental empregada consistiu de 84 unidades hidropônicas que individualmente representam um sistema NFT independente, conforme descrição apresentada por Soares et al. (2009) e adotada em outros trabalhos (Maciel et al., 2012; Alves et al., 2011; Santos et al., 2010; Paulus et al., 2010). As unidades foram instaladas aos pares, sobre traves de madeira ou PVC, a uma altura de 1,0 m da superfície do solo e com inclinação de 4%; o espaçamento entre os perfis foi de 0,5 m e entre os pares foi deixado um corredor de 0,9 m de largura para facilitar o trânsito e a operacionalidade (Figura 3).



Figura 3. Visão geral das unidades experimentais empregadas no experimento.

Em reportagem exibida pela TV Bahia (Bahia Rural, 2012), uma afilada da TV Globo, no programa Bahia Rural se tem uma visão geral do experimento por ocasião da colheita.

Cada parcela experimental foi formada por duas unidades hidropônicas adjacentes, ambas sobre uma mesma trave. Em cada perfil foram cultivadas oito plantas de manjeriço. Portanto, a estrutura experimental foi composta por 42 parcelas com 16 plantas cada.

Em cada unidade hidropônica se tem uma eletrobomba, que recalca solução nutritiva de um reservatório tipo bombona (50 L) até um perfil hidropônico (75mm) em polipropileno, onde se tem oito orifícios para cultivo (3 cm de diâmetro) a cada 30 cm; a solução nutritiva injetada no perfil de polipropileno retorna à bombona mediante um receptor (produzido a partir de uma garrafa PET); uma torneira-bóia instalada no interior da bombona é conectada a um reservatório de água (tubo de PVC de 200 mm, capacidade média de 28 L), permitindo a reposição automática da água consumida na evapotranspiração. Neste reservatório está inserido um microtubo azul (transparente) junto com uma fita métrica, o que permitiu a determinação do volume evapotranspirado por planta mediante a Eq. (1).

$$V_{ETC} = \frac{(L_f - L_i) \times \pi \times D^2}{4 \times n \times \Delta T} \times 10^3 \quad (1)$$

em que:

$V_{ETC}$  - volume evapotranspirado, L por planta por dia

$L_f$  - leitura final do nível da água no depósito de abastecimento automático, m

$L_i$  - leitura inicial do nível da água no depósito de abastecimento automático, m

$D$  - diâmetro interno do depósito de abastecimento automático, m

$\Delta T$  - intervalo de tempo entre as leituras, dias

$n$  - número de plantas cultivadas no perfil no intervalo de tempo  $\Delta T$

O sistema de distribuição da energia elétrica e de controle da frequência da irrigação foi constituído por um temporizador digital (programável a cada 1 minuto), dois disjuntores e um contator.

### Condução da cultura

Foram produzidas mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) propagadas por estaquia em células de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) (Figura 4A.) e encaminhadas para um berçário construído com o sistema hidropônico NFT (Figura 4B.), no período de 13/09/2012 a 05/10/2012. Essas mudas foram propagadas a partir de plantas matrizes oriundas do Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB (Matos, 2011; Silva, 2012a).

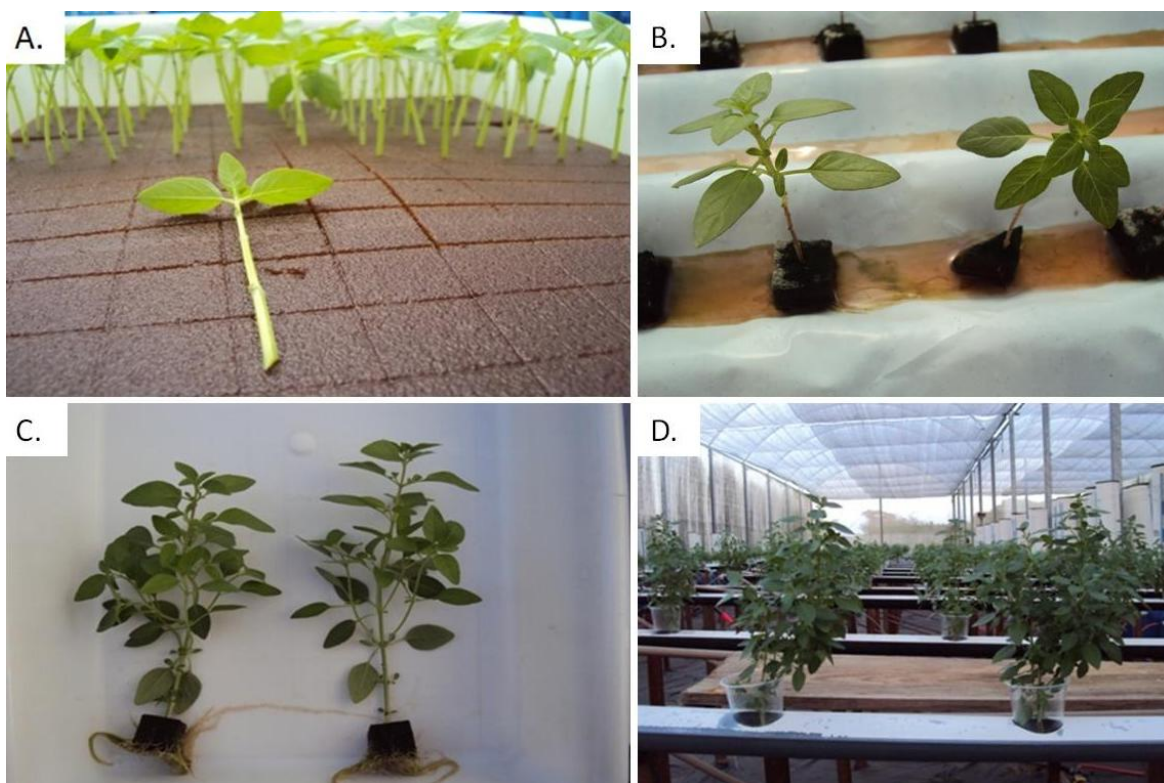


Figura 4. Produção de estacas de manjeriço em placa de espuma fenólica(A.), berçário para produção de plantas matrizes e mudas de manjeriço no sistema NFT (B.), mudas de manjeriço no ponto de transplântio (C.) e alocação das mudas logo após o transplântio (D.).

O transplântio para os perfis hidropônicos definitivos foi executado no dia 05/10/2012, 22 dias após a estaquia. No transplântio foram usadas as melhores mudas do berçário e essas foram distribuídas entre os perfis de maneira



homogênea, para não criar gradientes entre os tratamentos e mesmo entre os blocos; essas mudas apresentaram em média 0,20 m de altura (Figura 4C). As plantas foram cultivadas no espaçamento de 0,30 por 0,5 m. Um dia após o transplântio (DAT), as plantas foram tutoradas com copos plásticos (180 mL), recortados no fundo (Figura 4D). Posteriormente, aos 27 DAT, os copos plásticos, que se mostraram ineficientes frente ao peso das plantas, foram substituídos por pedaços de tubo de PVC (50 mm) com 8 cm de altura.

A solução nutritiva utilizada tanto para a fase do berçário quanto para a fase experimental de cultivo foi a mesma, baseada na formulação de Furlani (1998) (Tabela 1), a qual é indicada para hortaliças folhosas.

Tabela 1. Quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m<sup>3</sup> de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de hortaliças, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes (Furlani, 1998)

Fertilizante	q*	-----g m <sup>-3</sup> -----												
		N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Nitrato de cálcio	750	7,5	108,75			142,5								
Nitrato de potássio	500		65		182,5									
Fosfato monoamônico	150	16,5		39										
Sulfato de magnésio	400						40	52						
Sulfato de cobre	0,15									0,02				
Sulfato de zinco	0,3													0,07
Sulfato de manganês	1,5											0,39		
Ácido bórico	1,8								0,31					
Molibdato de sódio	0,15												0,06	
Fe-EDTA -13% Fe	16										2,08			
<b>Recomendações</b>		<b>24</b>	<b>173,75</b>	<b>39</b>	<b>182,5</b>	<b>142,5</b>	<b>40</b>	<b>52</b>	<b>0,31</b>	<b>0,02</b>	<b>2,08</b>	<b>0,39</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>

\* q representa quantidades de fertilizantes em g m<sup>-3</sup>

Com o auxílio do temporizador digital, foi adotada, durante todo experimento, uma programação de irrigações de 5 minutos a cada 15 minutos, no período das 6:00 às 19:00 h. Durante a noite o turno de rega foi a cada 2 h, com 5 minutos de irrigação.

Antes do preparo da solução nutritiva, a água salobra de origem subterrânea e o extrato de húmus tiveram seu pH corrigido para a faixa entre 5,5 e 6,5, com ácido fosfórico e hidróxido de potássio, respectivamente, ambos em concentração de 0,2 M. As águas salobras artificiais (NaCl) e a água doce não tiveram pH corrigido antes do preparo da solução nutritiva. A experiência prévia com a água doce utilizada (inclusive para o preparo das águas com NaCl) indicou que a adição dos nutrientes produz uma acidificação geralmente suficiente para o alcance da faixa de pH desejada. Além disso, o NaCl é um sal de base e ácido fortes, cuja dissociação não promove mudanças de pH (Santos et al., 2010).

O pH da solução nutritiva foi monitorado regularmente (a cada três dias) e o seu controle foi efetuado sempre que necessário (aos 6, 13, 16, 34, 36, 38, 43 e 46 DAT) com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico, ambos em concentração de 0,2 M, visando manter a solução nutritiva na faixa de 5,5 a 6,5 de pH, conforme Santos (2009) e Furlani et al. (1999).

A condutividade elétrica da solução (CESol) em cada unidade hidropônica também foi monitorada regularmente a cada três dias com um condutivímetro de bancada, mas não foi feita reposição dos nutrientes consumidos e a solução nutritiva não foi substituída.

Utilizando a Eq. (2) foi medida a variação percentual da salinidade em cada tratamento. A média ponderada da salinidade no tempo também foi medida, conforme Eq. (3). O afastamento entre as salinidades médias ponderada e inicial foi investigado para cada tratamento conforme Eq. (4).

$$D = \left( \frac{CE_{FINAL}}{CE_{INICIAL}} \times 100 \right) - 100 \quad (2)$$

em que:

D - variação percentual da salinidade ao final do ciclo, %

$CE_{FINAL}$  - média da salinidade medida ao final do ciclo,  $dS\ m^{-1}$

$CE_{INICIAL}$  - média da salinidade medida no início do ciclo,  $dS\ m^{-1}$

$$CESol_p = \frac{\sum_{i=1}^I CE_i \times \Delta t_i}{\sum_{i=1}^I \Delta t_i} \quad (3)$$

em que:

$CE_{SolP}$  - salinidade ponderada no tempo,  $dS\ m^{-1}$

$CE_i$  - condutividade elétrica da solução na  $i$ -ésima leitura,  $dS\ m^{-1}$

$I$  - número de leituras, adimensional

$\Delta t_i$  - intervalo de tempo em que se assume constante a  $CE_i$ , dias

$$D_P = \left( \frac{CE_{SolP}}{CE_{INICIAL}} \times 100 \right) - 100 \quad (4)$$

em que:

$D_P$  - diferença percentual da salinidade ponderada em relação à salinidade inicial, %

Como controle fitossanitário de insetos sugadores/cortadores foram feitas aplicações foliares de extrato de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) na concentração de  $0,01\ L\ L^{-1}$ , aos 4 e aos 17 DAT. Para controle de lagartas foi feita catação manual, após vistoria planta a planta. Contra a infestação de ácaro em algumas parcelas, efetuou-se aos 43 e aos 44 DAT pulverização com calda de fumo (na proporção de 100 g de fumo de corda para  $0,01\ L$  de óleo mineral para  $1\ L$  de água). Também foram feitas duas aplicações preventivas contra *Pythium* a partir de uma solução contendo *Trichoderma* spp. (produto biológico Trichodel, a  $0,02\ L$  por unidade hidropônica), aos 4 e aos 18 DAT, aplicada diretamente na solução nutritiva.

Até os 10 DAT a reposição das perdas por evapotranspiração foi feita com solução nutritiva; posteriormente foi feita com as mesmas águas (doce ou salobras) características dos tratamentos. Em experimentos anteriores com a mesma estrutura experimental (Silva, 2012b; Maciel et al., 2012), observou-se que nos primeiros dias após o transplante o consumo hídrico é baixo, portanto, não há risco de aumento da concentração de nutrientes adotando o procedimento de repor a evapotranspiração com solução nutritiva. Por outro lado, esse procedimento permite corrigir eventuais vazamentos nos reservatórios de abastecimento automático de água, sem comprometer a concentração de nutrientes em cada parcela.



## Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística

Os tratamentos consistiram de água doce, quatro águas salobras produzidas artificialmente com NaCl, rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra e extrato diluído de húmus de minhoca. Os tratamentos foram aleatorizados nas 42 parcelas em seis blocos (Figura 5), utilizando-se uma repetição por bloco.

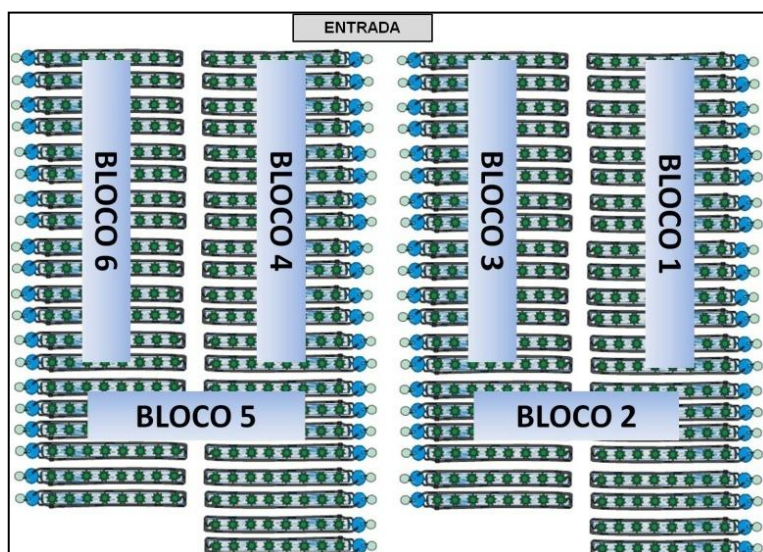


Figura 5. Disposição das parcelas em blocos no interior da casa-de-vegetação.

Foram avaliados quatro níveis de salinidade da água produzidos por NaCl dissolvido na água doce. Esses tratamentos foram planejados para se obter condutividades elétricas da água (CEa) de 1,0; 3,0; 5,0 e 7,0  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 6), com base na correspondência entre 1/10 do somatório de cátions (em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e a CE (em  $\text{dS m}^{-1}$ ). Por outro lado, os valores observados de CEa foram de 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$  (Tabela 2), os quais proporcionaram soluções nutritivas com CE inicial de 3,42; 5,66; 7,89 e 10,22  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. Juntamente com a água doce (Testemunha - T1), que teve salinidade de 0,29  $\text{dS m}^{-1}$  e proporcionou solução nutritiva com CE de 2,31  $\text{dS m}^{-1}$ , as águas salobras artificiais constituíram tratamentos quantitativos e foram avaliadas mediante análise de regressão. A água doce, de origem subterrânea, foi obtida no próprio campus universitário, sendo sua análise apresentada na Tabela 2.

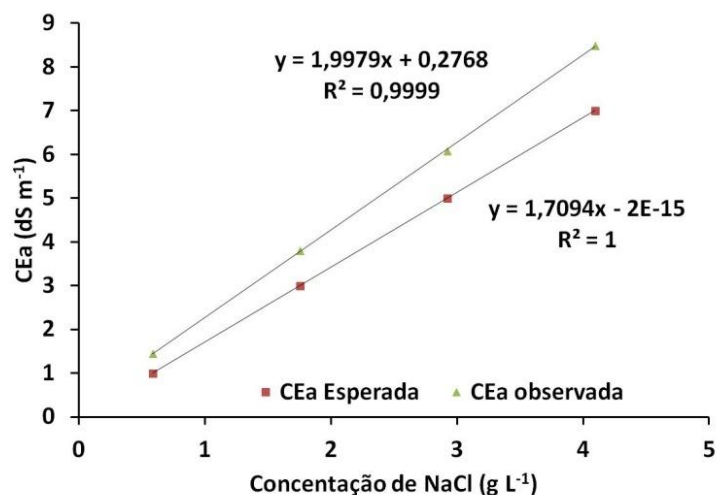


Figura 6. Relação entre a concentração de NaCl e as condutividades elétricas da água (CEa) esperada e observada.

Tabela 2. Concentração de NaCl aplicado, condutividade elétrica da água (CEa) e condutividade elétrica da solução nutritiva (CESol) e seu respectivo valor de pH (pHSol)

Tratamento	NaCl (g L <sup>-1</sup> )	CEa (dS m <sup>-1</sup> )	CEsol (dS m <sup>-1</sup> )	pHSol
T1	0,000	0,292	2,305	5,495
T2	0,585	1,448	3,420	5,110
T3	1,755	3,800	5,655	5,900
T4	2,925	6,080	7,890	5,125
T5	4,095	8,480	10,215	6,015

A diferença entre a CEa esperada e a CEa observada (Figura 6) diz respeito à salinidade original da água doce usada no preparo da solução nutritiva (coeficiente linear igual a 0,2768 dS m<sup>-1</sup>) e à qualidade intrínseca da fonte de NaCl utilizada, sobretudo sua umidade atual. A fonte de NaCl empregada foi um produto de uso industrial (não puro para análise) com as seguintes especificações: 99,45 a 99,9% de NaCl em base seca; 35,99 a 39,99% de Na; 60,0 a 62,0% de Cl.

Também foi avaliada uma água salobra de origem subterrânea (T6) (Tabela 2) produzida pela mistura de água doce e rejeito da dessalinização (Tabela 2), obtido de um dessalinizador por osmose reversa instalado em um poço tubular profundo do Município de Santa Bárbara (11°59'00" de latitude Sul, 38°59'00" de longitude Oeste, 293 m), localizado no Semiárido Baiano. Segundo o Serviço

Geológico do Brasil (CPRM, 2005), no Município de Santa Bárbara podem ser distintos três domínios hidrogeológicos: formações superficiais Cenozóicas, metassedimentos/metavulcanitos e cristalino, este último ocupando cerca de 95% do território municipal e com comportamento de aquífero fissural de baixo potencial hidrogeológico devido às baixas vazões e presença de águas salinizadas. A seleção desse dessalinizador foi feita com base nos registros da CERB (Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia), a qual também serviu de referência para o trabalho de Silva (2012b). A mistura foi produzida visando atingir a mesma condutividade elétrica da solução nutritiva com o tratamento mais salino produzido com NaCl (T5), qual seja  $10 \text{ dS m}^{-1}$  (Tabela 3), permitindo o contraste das duas águas em termos do efeito integrado de suas constituições químicas.

Tabela 2. Resultados da análise química da água doce, da água de rejeito diluído obtido em Santa Bárbara-BA (Água Rejeito SB), da solução nutritiva preparada com água salobra por NaCl (SN T2) e da solução nutritiva preparada com húmus de minhoca (SN Húmus) antes da aplicação de urina de vaca

Parâmetro	Unidade	----- Água -----		----- SN -----	
		Doce	Rejeito SB	T2	Húmus
pH		5,2	8,9	5,3	6,4
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	14,5	0,4	32,9	70,2
Dureza Total* (CaCO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	42,5	1.914,0	510,7	237,3
Alcalinidade carbonato	mg L <sup>-1</sup>	0,0	40,0	0	0
Alcalinidade bicarbonato	mg L <sup>-1</sup>	1,4	177,6	4,2	115,4
Alcalinidade Total (2CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	1,4	217,6	4,2	115,4
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	13,8	13,1	**	25,5
Nitrogênio Amoniacal (N – NH <sub>4</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	0,1	0,1	9,1	6
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	36,4	236,5	191,4	172,7
Fósforo (P)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	33,38	65,5
Potássio (K <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	9,1	8,2	204	336
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	4,8	80,3	136	35,7
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	7,3	416,2	40,5	35,5
Sódio (Na <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	18,0	1.980,0	243	116
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	43,4	4.642,0	410	439,3
Ferro (Fe)	mg L <sup>-1</sup>	0,2	0,2	1,89	0,8
Cobre (Cu)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,07	0,3
Manganês (Mn)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,49	0,3
Zinco (Zn)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,13	0,2

\*Dureza total calculado com base no equivalente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) segundo Franson (1995); \*\* dado perdido.

Além das soluções nutritivas produzidas com águas salobras, também foi avaliada uma solução nutritiva produzida com húmus de minhoca produzido a partir de esterco bovino (T7) (Tabela 2). O extrato do húmus foi preparado mediante sua diluição com água doce, na proporção de 1/1 (v/v), permanecendo a mistura em descanso por 7 dias. Posteriormente, o extrato de húmus foi obtido prensando manualmente a mistura contra um pedaço de tecido voil. O extrato produzido apresentou pH de 7,73 e CE de 6,51 dS m<sup>-1</sup>, sendo diluído com água doce até uma CESol de 2,41 dS m<sup>-1</sup> com pH associado de 5,96 (Tabela 3), permitindo o contraste dessa solução com o tratamento testemunha, em termos do efeito integrado de suas constituições químicas.

Tabela 3. Condutividade elétrica da água (CE<sub>a</sub>), da solução nutritiva (CE<sub>sol</sub>) e seus respectivos valores de pH para os tratamentos com húmus de minhoca (T7) e rejeito da dessalinização (T6)

Tratamento	CE <sub>a</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	pH <sub>a</sub>	CE <sub>sol</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	pH <sub>sol</sub>
T6	8,395	8,195	9,995	6,285
T7	0,292	6,350	2,410	5,960

Como complemento nutricional a solução de húmus, fez-se a adição de urina de vaca na proporção de 0,16 L por unidade hidropônica, parcelados em duas épocas: aos 12 e aos 17 DAT. Como referência para estabelecimento dessa dose, utilizou-se a recomendação da PESAGRO (2002) para cultivo de hortaliças em solo, qual seja, concentração de urina de vaca a 5% aplicada de 0,5 a 2,0 L por planta.

Durante o experimento foram consideradas as seguintes variáveis:

a) consumo hídrico diário (Eq. 1) (aos 18; 28; 38; 48 DAT), consumo hídrico semanal dos 14 aos 20, dos 21 aos 27, dos 28 aos 34, dos 35 aos 41 e dos 42 aos 48 DAT, além do consumo acumulado dos 14 aos 48 DAT mediante Eq. (1);

b) teor de água da parte aérea

$$U = \frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \times 100 \quad (5)$$

em que:

U - teor de água na parte aérea, %

MFPA - massa de matéria fresca da parte aérea, g

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea, g

c) eficiência do uso da água (EUA) como a razão entre a produção (de massa de matéria fresca e seca da parte aérea) e o consumo hídrico acumulado dos 14 aos 48 DAT.

A significância do efeito dos fatores de variação foi avaliada mediante análise de variância. As águas salobras artificiais (produzidas pela adição de NaCl) constituíram tratamentos quantitativos, sendo seu efeito avaliado mediante análise de regressão. Nesse caso, as variáveis de interesse foram relacionadas com a condutividade elétrica da água mediante modelos de resposta, cujas validades foram estabelecidas de acordo com a significância dos seus termos e também com o valor do coeficiente de determinação. Os coeficientes de determinação apresentados se referem a todos os dados avaliados e não apenas às médias.

Para as variáveis cuja resposta à salinidade da água foi definida por uma equação de primeiro grau, estimou-se a redução linear relativa com base nos coeficientes da função ajustada (Eq. (6)).

$$\alpha_i = \frac{a}{b} \times 100 \quad (6)$$

em que:

$\alpha_i$  - redução linear relativa da variável  $i$  para cada acréscimo unitário na salinidade da água, %  $(\text{dS m}^{-1})^{-1}$

$a$  - coeficiente angular da equação ajustada para a variável  $i$

$b$  - coeficiente linear da equação ajustada para a variável  $i$

Por outro lado, os tratamentos com húmus (T7), rejeito da dessalinização (T6), água salobra de maior salinidade (T5) e água doce (T1) foram contrastados em teste de média (Tukey a 5% de significância).

A partir dos dados obtidos em cada planta das 84 unidades hidropônicas foram obtidas as médias de cada uma das 42 parcelas para todas as variáveis de interesse. Os dados das variáveis de interesse foram tabulados e previamente processados no Microsoft Excel 2007, sendo a análise estatística executada no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do experimento a temperatura do ar no ambiente protegido à altura das plantas (aproximadamente 1 m da superfície do solo) oscilou entre 19,51 °C a 38,96 °C (Figura 7A.). A temperatura da solução nutritiva (SN) apresentou mínima de 19,21 °C e máxima de 38,82 °C durante todo o experimento (Figura 7B.). Assim, houve pouca diferença entre as temperaturas do ar e da SN, o que, segundo Rodrigues (2002), é importante, pois se a temperatura da SN for muito superior ou inferior à temperatura do ar pode causar problemas para as culturas. Apesar da temperatura registrada no experimento ultrapassar a recomendada pela literatura especializada em cultivos hidropônicos, sendo 25 a 30 °C a máxima temperatura para a solução nutritiva e a do ar entre 20 e 30 °C (Rodrigues, 2002; Santos, 2009), não houve qualquer sintoma depreciativo nas plantas que pudesse ser atribuído a este fato.

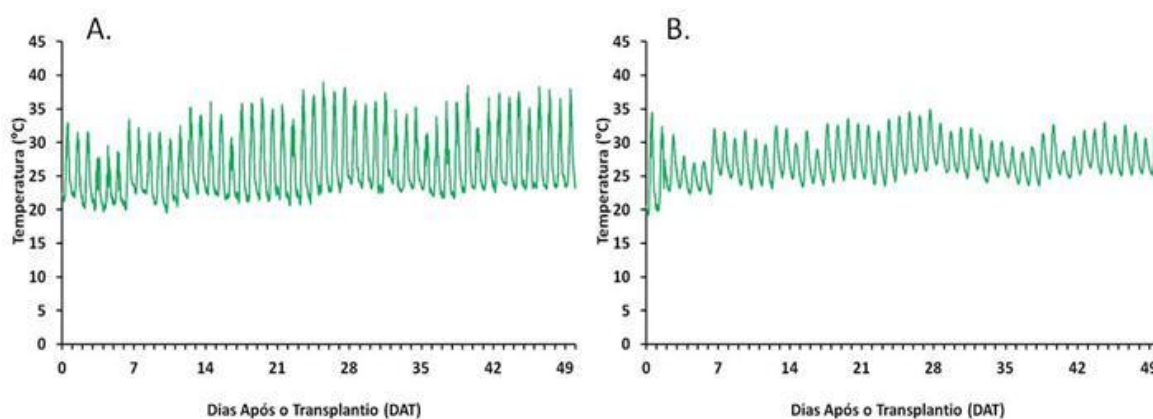


Figura 7. Temperatura do ar dentro do ambiente protegido à altura das plantas (1 m do solo) (A.) e temperatura da solução nutritiva (B.), ao longo de cada dia durante o período experimental.

O pH das soluções nutritivas oscilou, em geral, dentro da faixa de 5 e 7 (Figura 8A.), a qual é recomendada para o cultivo hidropônico (Rodrigues, 2002; Santos, 2009) e mais especificamente para cultivos de manjericão em NFT (Carrasco & Isquierdo, 1996). Bernstein et al. (2010) ajustaram o pH da solução nutritiva para 5,7 e Pravuschi et al. (2010) cultivaram manjericão em solo que apresentava pH de 6,3. Assim, o controle do pH do presente experimento manteve-se em concordância com outras pesquisas desenvolvidas com manjericão. Esse controle foi importante porque variações de pH abaixo de 4,5 e acima de 7,5 podem causar danos fisiológicos às raízes e, por conseguinte, na parte aérea da planta, reduzindo o consumo de água pela planta.

Os níveis de salinidade da solução nutritiva (SN) para as águas salobras (T3, T4, T5 e T6) foram crescentes (Figura 8B.), exceto T2, visto que a reposição do consumo de água foi feita com a própria água de cada tratamento de forma automatizada com o uso da torneira-bóia. Em outros experimentos com alface (Soares et al., 2007, 2010a e Alves et al., 2011), rúcula (Silva et al., 2012a) e girassol (Maciel et al., 2012) reporta-se esse mesmo comportamento de salinização crescente da solução nutritiva a partir da reposição das perdas por evapotranspiração com águas salobras. No caso de T2, o acúmulo de sais aportados pela água salobra foi compensado pelo consumo de nutrientes pelas plantas; assim, a condutividade elétrica da solução nutritiva (CESol) se apresentou praticamente constante em todo o ciclo vegetativo (Figura 8B.), registrando-se apenas 1,96% de variação entre a CESol inicial e a CESol ponderada no tempo (Tabela 4).

Nos tratamentos T1 e T7, para os quais foi utilizada água doce no preparo da solução nutritiva e reposição da água consumida, observou-se uma tendência de diminuição da salinidade (Figura 8B.). Ao longo do experimento não se procurou corrigir a salinidade da solução nutritiva, tendo em vista a alta disponibilidade de solução (mais de 5 L por planta), sabendo-se que em hidroponia NFT a disponibilidade mínima recomendada está entre 0,5 e 1 L por planta para culturas como a alface e entre 3 e 4 L por planta para culturas como o tomate (Furlani et al., 1999; Santos, 2009). A literatura especializada não traz recomendações específicas para a cultura do manjericão.

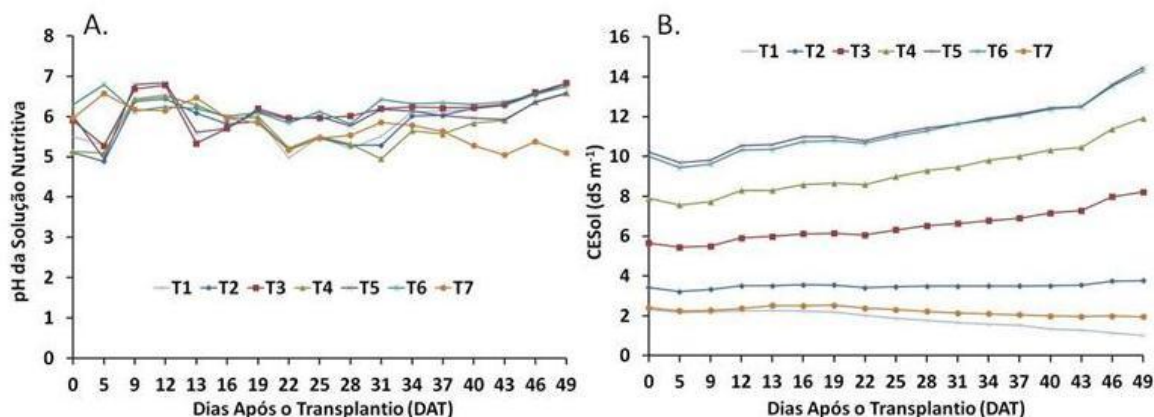


Figura 8. pH (A.) e condutividade elétrica (B.) da solução nutritiva (CESol) ao longo do tempo e em função dos tratamentos: T1- água doce com solução nutritiva convencional; T7- água doce com solução nutritiva orgânica; T2, T3, T4 e T5- águas salobras produzidas com NaCl com condutividade elétrica de 1,45; 3,8; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente; T6- rejeito de dessalinização diluído e com condutividade de 8,40  $\text{dS m}^{-1}$ .

De acordo com recomendações de Santos (2009) e Rodrigues (2002), há necessidade de reposição de nutrientes quando ocorre redução de 50% na CESol. Com base na redução registrada na testemunha (T1), qual seja, aproximadamente 56%, essa prática deveria ser adotada no presente trabalho. Por outro lado, considerando que a maior redução foi registrada próxima da data planejada para colheita e que a redução sobre a salinidade ponderada foi de 22,2% (Tabela 4), justifica-se, neste experimento, a ausência dessa prática.

Tabela 4. Variação percentual da condutividade elétrica da solução nutritiva (D) do início ao final do experimento, salinidade média ponderada no tempo (CESol<sub>p</sub>) e variação percentual entre a salinidade inicial e a salinidade média ponderada (Dp), em função dos tratamentos

Tratamento	CESol <sub>i</sub>	CESol <sub>p</sub>	D	Dp
	----- $\text{dSm}^{-1}$ -----		-----(%)------	
T1	2,30	1,79	-55,98	-22,20
T2	3,42	3,49	9,97	1,96
T3	5,65	6,50	45,28	14,87
T4	7,89	9,19	51,05	16,52
T5	10,21	11,45	41,56	12,05
T6	9,99	11,30	43,07	13,06
T7	2,41	2,21	-18,95	-8,18

\*CESol<sub>i</sub> representa a média das condutividades elétricas iniciais registradas para todas as repetições dos tratamentos.



Ao longo do experimento houve aumento da variação percentual da condutividade elétrica da solução nutritiva (D) para os tratamentos com águas salobras (T2, T3, T4, T5 e T6) e redução para os tratamentos com água doce (T1 e T7) (Tabela 4). No caso do tratamento com a SN convencional (T1), a redução da CESol foi de 56%, enquanto na SN do extrato de húmus (T7) se verificou redução de 19%, quase três vezes menor que para T1. Isso ocorre devido ao maior equilíbrio nutricional da SN convencional, que proporciona maior crescimento vegetal e, por conseguinte, maior consumo de nutrientes, o que é acusado na condutividade elétrica.

Por outro lado, para os tratamentos isosmóticos T5 e T6 as variações da salinidade da solução nutritiva foram em torno de 42 e 43%, respectivamente, tendo, portanto, a mesma magnitude de aumento (Tabela 4). No caso da solução preparada com rejeito de dessalinização (T6), poder-se-ia esperar menor salinização, já que parte dos íons aportados pela água é nutriente, podendo ser absorvidos pelas plantas. Entretanto, como a solução foi preparada sem descontar os íons dessa água, o aporte adicional de nutrientes deve ter produzido mais efeito negativo (agravando o efeito osmótico) do que benéfico.

Em meio salino, para conservação de energia, as plantas tendem a reduzir o número de folhas e a área foliar, como foi comprovado por Dias et al. (2011) e Lima et al. (2007) em diferentes culturas, dentre outros mecanismos de redução das perdas de água, o que reflete em menor acúmulo de massa de matéria fresca e seca da planta. Portanto, no presente trabalho foi coerente a redução do consumo hídrico em função do aumento da salinidade da água (Figura 9A.), já que há uma relação de proporcionalidade entre a transpiração e a produção vegetal (Silva et al., 2005), conforme registrado no presente trabalho (Figura 9B).

Houve um aumento absoluto de 25,07 g por planta de MFPA para cada litro de água consumido pelo manjeriço no período entre 14 e 48 DAT; o coeficiente de correlação entre essas variáveis foi de 0,99 (Figura 9B.). Os maiores valores de MFPA aos 49 DAT foram cerca de 230 g por planta, sendo relacionados ao tratamento com SN convencional em condição não salina (T1). Em experimento com manjeriço, de mesma matriz genética que a do presente experimento, mas cultivado em substrato, Silva (2012a) obteve, uma máxima MFPA de

aproximadamente 173 g por planta aos 90 DAT. Esses resultados exemplificam como as plantas do tratamento testemunha (T1) produziram acima do esperado, para a mesma cultivar. Leonardo (2007), em aproximadamente 70 DAT, produziu manjeriço cv. Genovese em solo com uma média máxima de 166,80 g por planta de MFPA. Já Fernandes et al. (2004), trabalhando em hidroponia Floating com manjeriço de folha estreita (*O. minimum*) e manjeriço folha larga (*O. basilicum*), registraram MFPA de 483 e 452g por planta, respectivamente, acumuladas em duas épocas de colheita (30 e 54 DAT).

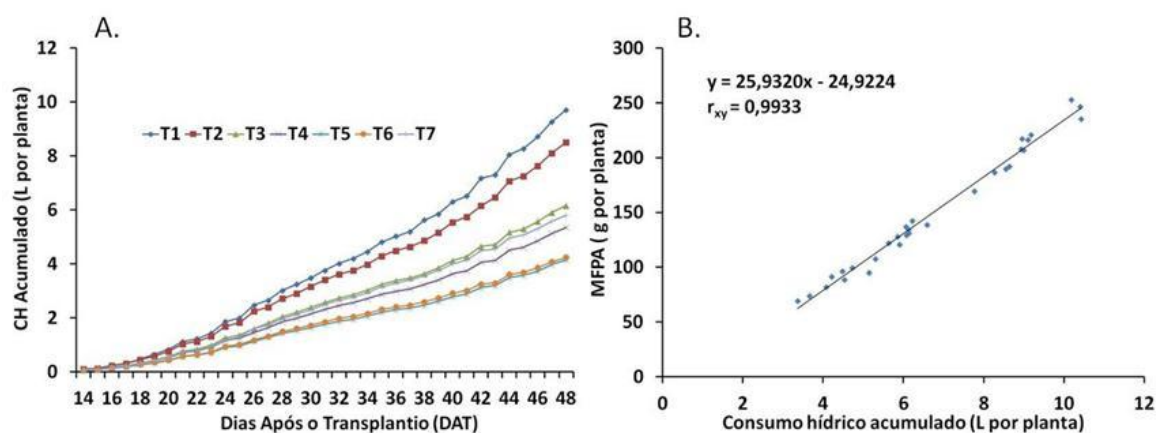


Figura 9. Consumo hídrico acumulado ao longo do tempo (dos 14 aos 48 DAT) (A.) e correlação entre a massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) do manjeriço e seu consumo hídrico acumulado (B.), para os tratamentos: T1- água doce com solução nutritiva convencional; T7- água doce com solução nutritiva orgânica; T2, T3, T4 e T5- águas salobras produzidas com NaCl com condutividade elétrica de 1,45; 3,8; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente; T6- rejeito de dessalinização diluído e com condutividade de 8,40  $\text{dS m}^{-1}$ .

No presente trabalho, para os tratamentos controle (T1) foi registrado consumo hídrico diário variando de 0,107 a 0,502 L por planta de manjeriço, média mínima e máxima semanal dos 14 aos 20 DAT e dos 42 aos 48 DAT, respectivamente. Comparando com a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), estimada a partir de dados meteorológicos medidos em ambiente externo, da rede INMET (INMET, 2012), aos 44 DAT ocorreu uma das maiores  $ET_0$  durante o ciclo de cultivo, de 5,06 mm, o que provavelmente influenciou na resposta do consumo de água deste dia e, conseqüentemente para o período de 42 aos 48 DAT.

Todos os tratamentos apresentaram o consumo hídrico acumulado no período final do ciclo de produção, entre 42 e 48 DAT, percentualmente maior que nos demais períodos (Figura 10), o que está mais relacionado ao maior acúmulo de matéria fresca ao final do ciclo do que com a evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) acumulada semanalmente (Figura 11) estimada a partir de dados medidos em ambiente externo por estação meteorológica da rede INMET (INMET, 2012).

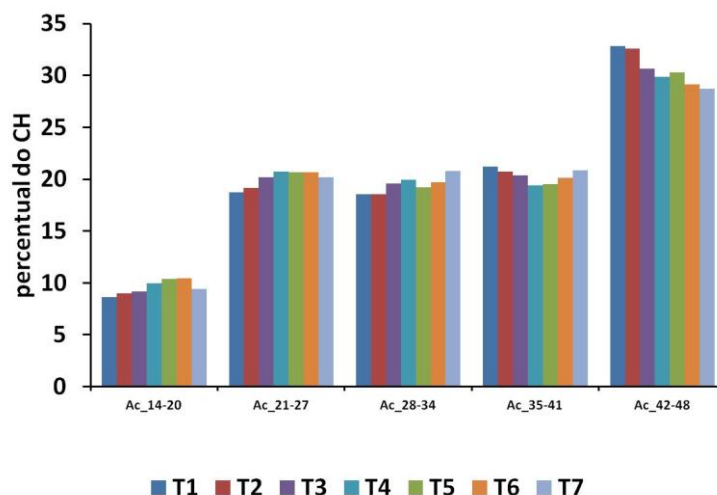


Figura 10. Percentuais sobre o consumo hídrico acumulado semanal, dos 14 aos 48 DAT, para os tratamentos água doce com solução nutritiva convencional (T1), águas salobras artificiais com condutividades elétricas crescentes de 1,45; 3,8, 6,08 e 8,48  $dS\ m^{-1}$  (T2, T3, T4 e T5, respectivamente), rejeito da dessalinização diluído (T6) com condutividade de 8,40  $dS\ m^{-1}$  e água doce com solução nutritiva orgânica (T7).

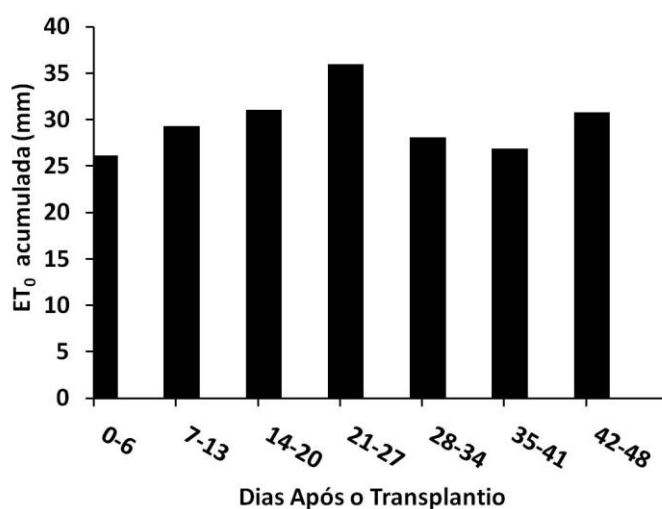
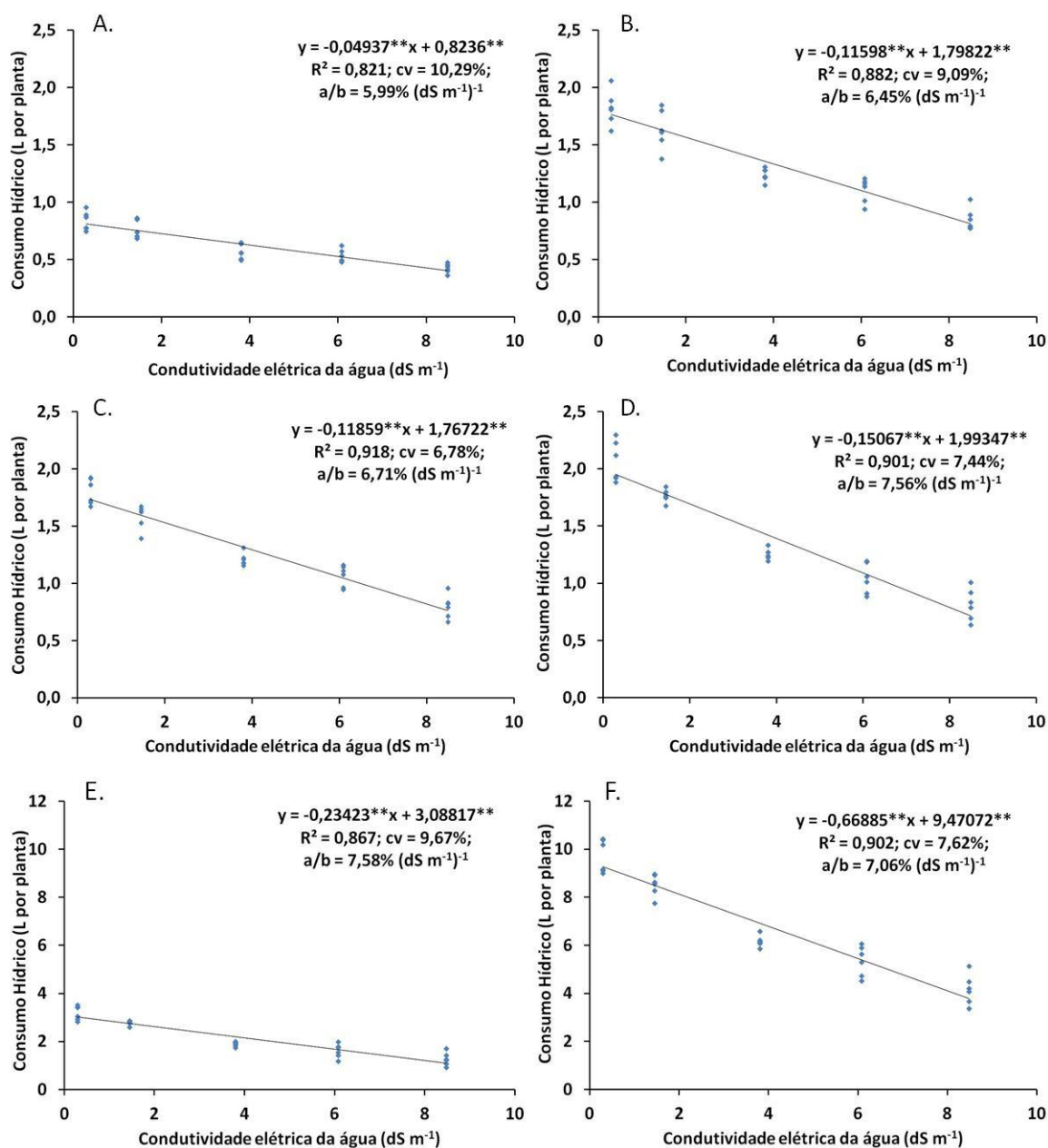


Figura 11. Evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ) estimada pelo método de Penman-Monteith acumulada semanalmente ao longo do experimento, medida em ambiente externo na estação meteorológica automática da rede INMET no Município de Cruz das Almas - BA (Fonte: INMET, 2012).

Todas as épocas de avaliações do consumo hídrico apresentaram coeficiente de variação de 10% ou menos (Figura 12). Por não haver literatura disponível que discuta a variável consumo hídrico para a cultura do manjeriço, não se tem uma referência apropriada para discutir os coeficientes registrados no presente trabalho. No entanto, Pimentel Gomes (1985), estudando os coeficientes de variação obtidos em ensaios agrícolas, classifica coeficientes de variação inferiores a 10% como baixos e variando entre 10 e 20% como médios; entre 20 e 30% como altos e; acima de 30% como muito altos. Assim, os coeficientes de variação no presente trabalho podem ser considerados baixos, indicando pequeno efeito de fatores não controlados sobre os dados obtidos.

A metodologia usada para quantificar o consumo hídrico foi capaz de detectar as variações na base diária entre os tratamentos. Para as águas salobras artificiais (NaCl), por exemplo, os coeficientes de determinação para as equações de primeiro grau ajustadas foram: 0,627; 0,801; 0,775; 0,874 e 0,838, aos 16, 23, 30, 36 e 44 DAT, respectivamente. Por outro lado, como as medições diárias estão sujeitas a erros de leitura (humanos e/ou na ascensão da água no microtubo) e a problemas mecânicos e hidráulicos no sistema de abastecimento (sobretudo nas torneiras-bóia, que podem travar), essa base de medida não foi sensível para todos os dias. Assim, avaliações de consumo hídrico na base semanal ofereceram maior precisão. Observa-se na Figura 12 reduções do consumo hídrico em função da salinidade da água em todas as cinco épocas de avaliação semanal; de modo geral, a redução do consumo hídrico oscilou entre 6 e 7,6% para cada aumento unitário (em  $\text{dS m}^{-1}$ ) na salinidade da água. O consumo hídrico (CH) entre 14 e 48 DAT reflete esse grau de redução (7% por  $\text{dS m}^{-1}$ ), o que representa uma redução estimada de 60% para a água mais salobra produzida com NaCl (T5). Silva et al. (2012a) encontraram também reduções do CH com o aumento unitário da salinidade (em  $\text{dS m}^{-1}$ ), de 5,34%. Assim como Soares et al. (2010) registraram reduções de 9,22 e 3,69%, trabalhando com SN com água salobra somada a reposição de água com água doce e com SN com água doce e reposição com água salobra, respectivamente. Paulus et al. (2012), apresentando reduções do consumo de água de 3,9 e 10% para diferentes épocas de cultivo com o aumento da salinidade em  $\text{dS m}^{-1}$  (NaCl) para alface, encontrou redução de 37 % para o tratamento com 10,4  $\text{dS m}^{-1}$ .



\* = significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* = significativo pelo teste Tukey a 1% de probabilidade; c.v. = coeficiente de variação; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água

Figura 12. Consumo hídrico acumulado dos 14 aos 20 DAT (A.), dos 21 aos 27 DAT (B.), dos 28 aos 34 DAT (C.), dos 35 aos 41 DAT (D.), dos 42 aos 48 DAT (E.) e total, dos 14 aos 48 DAT (F.) em função da salinidade da água (CEa) produzida com NaCl.

Entre as águas com salinidades isosmóticas (Tabela 5), observou-se que o tratamento controle (T1) levou a um maior consumo hídrico acumulado em todas as épocas de avaliação, quando comparada com a solução nutritiva orgânica (T7) e com os tratamentos T5 e T6. O rejeito da dessalinização (T6) e a água

produzida com NaCl de maior salinidade (T5) não diferiram entre si quanto a essa variável em qualquer época de avaliações. Esses resultados estão de acordo com a discussão apresentada anteriormente para os padrões de salinização registrados: no caso da solução convencional (T1), a concentração equilibrada de íons nutrientes e a baixa concentração ou ausência de íons tóxicos conduzem à constituição de plantas mais vigorosas, as quais consomem mais água; no caso da solução nutritiva orgânica (T7), foi observado, sobretudo nas duas últimas semanas de cultivo, sintomatologia típica de deficiência de nutrientes, além de abscisão de folhas, o que proporcionou menores crescimento e consumo hídrico; para os tratamentos T5 e T6, o efeito osmótico foi preponderante sobre o efeito específico (de toxidez e/ou desequilíbrios nutricionais), considerando que não houve diferenciação nem no acúmulo de massa de matéria fresca (dados não mostrados) nem no consumo hídrico, contrariando a hipótese levantada de que sob condições isosmóticas a água de rejeito é menos prejudicial que uma água que detém apenas íons tóxicos.

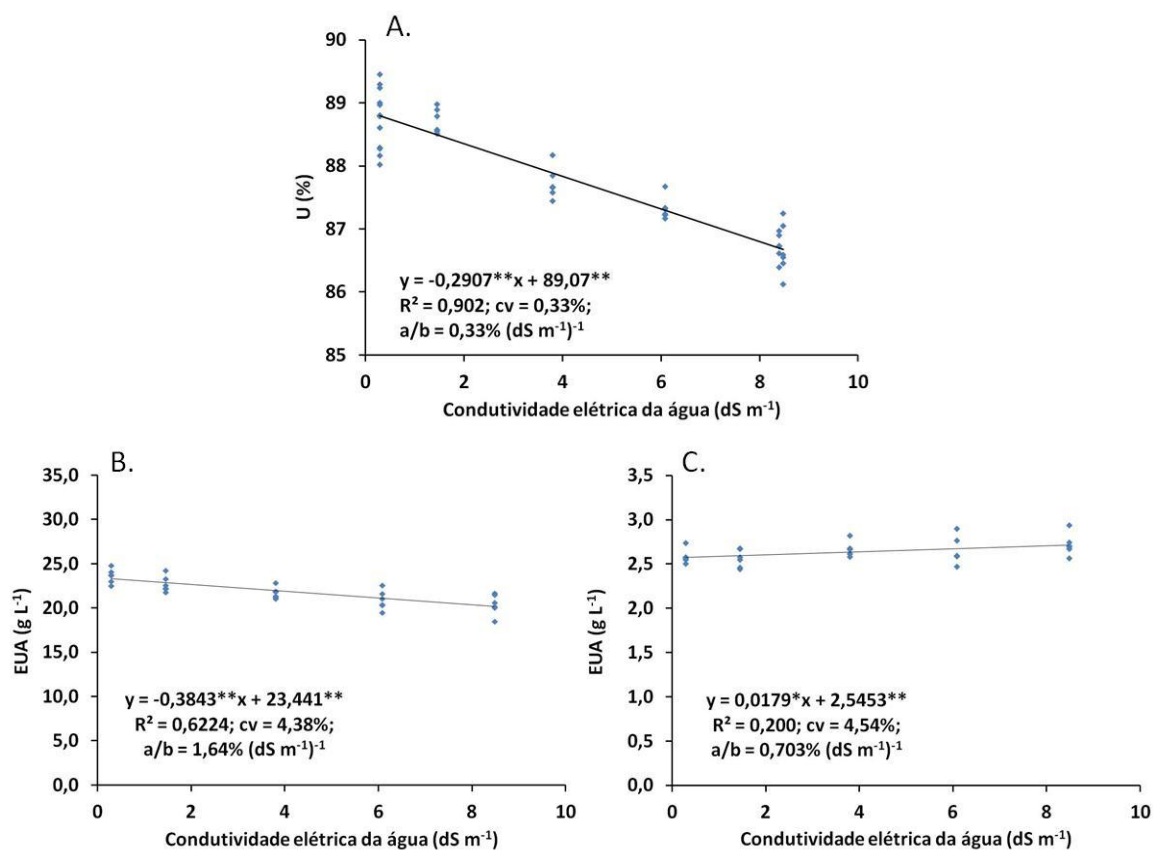
Tabela 5. Resultado da análise de variância e do teste de média (Tukey a 5%) aplicado às variáveis analisadas no experimento

Variável	C.V.(%)	d.m.s.	pr>Fc para Bloco	Teste de média							
				T1	T5	T6	T7				
U (%)	0,39	0,576	0,4077 <sup>ns</sup>	89,06	a	86,67	c	86,72	c	88,43	b
EUA <sub>MFP</sub> A (g L <sup>-1</sup> )	4,87	1,754	0,4518 <sup>ns</sup>	23,43	a	20,29	b	22,49	a	20,39	b
EUA <sub>MSP</sub> A (g L <sup>-1</sup> )	3,85	0,17	0,2560 <sup>ns</sup>	2,56	b	2,7	b	2,98	a	2,36	c
CH 14-20 DAT (L)	15,46	0,145	0,5057 <sup>ns</sup>	0,836	a	0,426	b	0,447	b	0,546	b
CH 21-27 DAT (L)	11,11	0,219	0,2377 <sup>ns</sup>	1,821	a	0,853	c	0,883	c	1,178	b
CH 28-34 DAT (L)	8,13	0,157	0,0671 <sup>ns</sup>	1,800	a	0,796	c	0,835	c	1,212	b
CH 34-41 DAT (L)	8,15	0,167	0,0635 <sup>ns</sup>	2,063	a	0,813	c	0,852	c	1,209	b
CH 42-48 DAT (L)	10,59	0,324	0,1579 <sup>ns</sup>	3,193	a	1,268	c	1,233	c	1,664	b
CHtotal 14-48 DAT (L)	8,18	0,814	0,0911 <sup>ns</sup>	9,714	a	4,156	c	4,250	c	5,810	b

Médias seguidas por mesma letra na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; c.v. = coeficiente de variação; d.m.s. = diferença mínima significativa; pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; CH = consumo hídrico acumulado por planta; U = teor de água da parte aérea; EUA = eficiência do uso da água em função da MFPA; ns = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \* = significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* = significativo pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

A umidade da parte aérea apresentou uma redução de 0,33% por dS m<sup>-1</sup> e alto coeficiente de determinação (R<sup>2</sup> = 0,902) (Figura 13A.), além de baixo coeficiente

de variação (0,33%). Essa redução da umidade da parte aérea foi registrada em outros trabalhos, com hortaliças folhosas hidropônicas submetidas à salinidade (Silva, 2012a; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010a), e relacionada ao aspecto coriáceo das folhas. No presente trabalho não se registrou esse sintoma. Também foi registrada diferença significativa na umidade entre os tratamentos qualitativos (Tabela 5): a testemunha (T1) apresentou maior umidade que os demais tratamentos, mas não houve diferença entre os tratamentos isosmóticos T5 e T6. O aumento da salinidade influencia no teor de água assim como no consumo de água por causa do efeito osmótico.



\* = significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* = significativo pelo teste Tukey a 1% de probabilidade; c.v. = coeficiente de variação;  $R^2$  = coeficiente de determinação; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água

Figura 13. Teor de água da parte aérea (U) (A.), eficiência do uso da água (EUA) para a massa de matéria fresca da parte aérea (B.) e eficiência do uso da água (EUA) para a massa de matéria seca da parte aérea (C.) do manjericão, em função da condutividade elétrica das águas (CEa) produzidas com NaCl.

Observando a relação entre a eficiência do uso da água (EUA) para produção de MFPA e a CEa, verifica-se uma queda de 1,64% da EUA por aumento unitário

na salinidade da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ) (Figura 13 A.). Essa redução percentual é inferior à redução registrada no consumo hídrico total acumulado (14-48 DAT) (Figura 12F.), que foi da ordem de 7%. Infere-se, portanto, que a redução relativa da MFPA foi maior que a redução do consumo hídrico, resultando numa resposta linear negativa da EUA em função do aumento da salinidade da água. Por outro lado, essa redução relativa, apesar de estatisticamente significativa, pode ser considerada baixa: representa uma redução de apenas 13,9% quando se empregou a água mais salobra produzida com NaCl (T5,  $8,48 \text{ dS m}^{-1}$ ). Esse é um resultado importante, já que a baixa redução na eficiência do uso da água representa maior conservação de água, o que é condizente para qualquer tecnologia voltada à agricultura no Semiárido, seja o recurso hídrico uma fonte de água doce ou de água salobra. Silva et al. (2012a), trabalhando também com hidroponia NFT, encontraram maior depleção relativa da EUA da rúcula: 8,9 a 9,6% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ).

Quando a EUA foi calculada em função da MSPA, observou-se tendência ao aumento da EUA ( $p < 0,05$ ) com o incremento da salinidade da água (Figura 13C.). Esses resultados estão de acordo com aqueles apresentados por Barbieri et al. (2012), que ao avaliarem as cultivares de manjeriço Genovese e Napoletano, também registraram aumento da eficiência do uso da água em função do aumento da salinidade. Esses autores associaram a eficiência no uso da água à menor densidade de estômatos, uma característica natural da cv. Genovese (mesmo em condição não-salina) e à redução significativa da densidade de estômatos na cv. Napoletano sob salinidade.

Este contraste entre a redução e o incremento da eficiência do uso da água com base na matéria fresca e seca da parte aérea, respectivamente, está relacionado ao acúmulo de água na parte aérea da planta, ou seja, turgidez, que ao ser eliminado, quando todas as plantas foram colocadas na base de matéria seca, a MSPA passou a não mais influenciar.



## CONCLUSÕES

O máximo consumo hídrico diário, média semanal, do manjeriço, cultivado no sistema NFT em condições não salinas e com solução nutritiva convencional, foi de 0,502 L por planta, registrado dos 42 aos 48 DAT, tendo 230 g de MFPA.

O consumo hídrico das plantas de manjeriço hidropônico foi linearmente reduzido com o acréscimo da salinidade da água usada no preparo e no reabastecimento da solução nutritiva, com magnitude de 7% por acréscimo unitário na salinidade (em  $\text{dS m}^{-1}$ ).

O uso da solução nutritiva orgânica à base de húmus resultou em menor acúmulo de massa de matéria fresca da parte aérea e, por conseguinte, menor consumo hídrico, quando comparada com a solução nutritiva convencional.

Soluções nutritivas isosmóticas, preparadas e reabastecidas com água salobra ( $8,4 \text{ dS m}^{-1}$ ) produzida com NaCl e com rejeito da dessalinização de água subterrânea salobra extraída do município de Santa Bárbara – BA, proporcionaram o mesmo nível de consumo hídrico.

A eficiência do uso da água (EUA) do manjeriço hidropônico com base na massa de matéria fresca da parte aérea foi reduzida pelo aumento da salinidade da água, mas a redução relativa foi de apenas 1,6% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ); por outro lado, a EUA com base na matéria seca da parte aérea aumentou 0,7% por  $\text{dS m}^{-1}$ .

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para execução dos projetos, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Mestrado, à Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB) pela concessão de dados e informações; à empresa Plasnova Louveira Indústria e Comércio Ltda pelo fornecimento de produtos que auxiliaram nessa pesquisa.

## LITERATURA CITADA

- Almeida, O. A. Informações meteorológicas do CNP: Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF. 1999. 35p. Documentos, 34
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- Bahia Rural. Pesquisadores da UFRB desenvolvem novo sistema para aproveitar água salobra. Disponível em: <http://g1.globo.com/videos/bahia/bahia-rural/t/todos-os-videos/v/pesquisadores-da-ufrb-desenvolvem-novo-sistema-para-aproveitar-agua-salobra/2329158/>. Acesso em: 07/01/2013.
- Barbieri, G.; Vallome, S; Paradiso, R.; Pascale, S.; Negre-Zakharov, F.; Maggio, A. Stomatal density and metabolic determinants mediate salt stress adaptation and water use efficiency in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Plant Physiology*, v.169, p.1737-1746, 2012.
- 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, 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, 2008. Cap.7. p.159-244.
- Carrasco, G; Izquierdo, J. La empresa hidropônica de mediana escala: La técnica de La solución nutritiva recirculante ("NFT"). Oficina Regional de La FAO para América Latina y El Caribe. Universidad de Talca, 1996. 60p.

- Carvalho, P.; Freire, C.; Montenegro, C.; Riffel, D. The Brazilian experience with a photovoltaic powered reverse osmosis plant. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, v.12, n.5, p.373-385, 2004.
- CPRM – Serviço Geológico de Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, diagnóstico do município de Santa Bárbara – Bahia. Salvador. Salvador: CPRM, 2005, 23p.
- Dias, N. S.; Blanco, F. F. Efeitos 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, INCTSal, 2010. Cap.9, p.129-140.
- Dias, N. S.; Brito A. A. F.; Souza Neto, O. N.; Lira, R. B.; Brito, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. *Revista Caatinga*, v.22, n.4, p.158-162, 2009.
- Dias, N., S.; Souza Neto, O. N.; Cosme, C. R.; Jales, A. G. O.; Rebouças, J. R. L.; Oliveira, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.10, p.991-995, 2011.
- Fernandes, P. C.; Facanali, R.; Teixeira, J. P. F.; Furlani, P. R.; Marques, M. O. M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2, p.260-264, 2004.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- Furlani, P. R. Instruções para Cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. Campinas: IAC, 1998. 30p. Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas, 168.
- Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52p. Boletim Técnico, 180.
- INMET. Dados obtidos da estação meteorológica da Rede INMET (latitude - 12.6666°; longitude -39.1500; altitude 225,87 m). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>  
Acesso em: 08/12/2012

- Leonardo, M. Produção de óleo essencial associado à deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L. cv. Genovese. Botucatu, SP. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2007. 94p. Tese de doutorado.
- Lima, C. J. G. S.; Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M. K. T.; Almeida Júnior, A. B. Resposta do feijão caupi a salinidade da água de irrigação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 2, p. 79-86, 2007.
- Maciel, M. P.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Rezende, E. P. L.; Oliveira, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165-172, 2012.
- Matos, T., M., F. Manejo agroecológico de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2011. 46p. Dissertação Mestrado.
- Menezes Júnior, F. O. G.; Nicola, M. C.; Martins, S. R.; Fernandes, H. S.; Mendez, M. E. G. Produção de mudas de alface em espuma fenólica fertirrigada com soluções nutritivas mineral, orgânica e organominerais. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n.2, p.1-4, 2002.
- Paulus D.; Medeiros, S., L., P.; Santos, O., S.; Paulus, E. Solução nutritiva para produção de menta em hidroponia. *Horticultura Brasileira*, v.26, n.1, p.061-067, 2008.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Frizzone, J. A.; Soares, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.1, p.29-35, 2010.
- PESAGRO-RIO - Empresa de pesquisa agropecuária do Rio de Janeiro. Unina de vaca: alternativa eficiente e barata. 2ed. Niterói: PESAGRO-RIO, 2002, 12 p. Documentos, 96.
- Pimentel Gomes, F. Curso de Estatística Experimental. São Paulo: Nobel. 1985. 467p.
- 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.
- 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, 2010. Cap.10, p.143-159.
- Rebouças, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: Rebouças, A.C.; Braga, B.; Tundisi, J.G. (ed.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 1999. cap.1, p.1-36.
- Rodrigues, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep, 2002, 762p.
- Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.9, p.961-969, 2010.
- Santos, O. S. Hidroponia. Santa Maria: UFSM/Colégio politécnico, 2009. 392p.
- Shannon, M. C.; Grieve, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae, v.78, n.1-4, p.5-38, 1999.
- 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, n.1, p.114-125, 2012.
- Silva, C. M. F. Avaliação de diferentes substratos na produção de biomassa e teor de óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.). Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2012a. 65p. Dissertação Mestrado.
- Silva, J. S. Uso de águas salobras do Semiárido e do Recôncavo Baiano na produção de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT. Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2012b. 160p. Dissertação Mestrado.

- Silva, L. M.; Alquini, Y.; Cavallet, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. *Acta Botânica Brasilica.*, v.19, p.183-194, 2005.
- Soares, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007. 267p. Tese de Doutorado.
- Soares, T.M.; Duarte, S.N.; Silva, E.F.F.; Jorge, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.705-714, 2010a.
- Soares, T. M.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. F.; Paz, V. P. S.; Barcelos-Oliveira, J. L. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.) *Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*. Fortaleza, INCTSal, 2010b. Cap.19, p.337-363.
- Sonneveld, C. The salt tolerance of greenhouse crops. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, v.36, p.63-73, 1988.
- Teixeira, N. T.; Vital, W. M.; Macedo, F. B.; Almeida, F.; Andrade, R.C. Alface cultivada em hidroponia com efluente de granja de suinocultura e biofertilizante. *Revista Ecosistema*, v.29, n.1, p.23-25, 2005.
- Zoby, J.L.G.; Oliveira, F.R. *Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil*. Brasília: ANA, 2005. 73p.

## **CAPÍTULO 2**

**PRODUÇÃO DE MANJERICÃO HIDROPÔNICO COM SOLUÇÃO NUTRITIVA  
CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E SOLUÇÃO NUTRITIVA  
ORGÂNICA**

## **Produção de manjeriço hidropônico com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica**

Autora: Maria Augusta Amorim Bione

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Resumo:** Plantas de manjeriço foram cultivadas em condições hidropônicas visando avaliar os efeitos de águas salobras e de uma solução nutritiva orgânica sobre seu crescimento e produção. As águas salobras foram empregadas para preparar a solução nutritiva e para reposição das perdas por evapotranspiração. O experimento foi conduzido em um delineamento aleatorizado em blocos com cinco níveis de salinidade da água: 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48 dS m<sup>-1</sup>, obtidos pela adição de NaCl à água doce local (0,29 dS m<sup>-1</sup>); esta água doce também foi avaliada como tratamento testemunha. Outros dois tratamentos foram avaliados: rejeito de osmose reversa (8,39 dS m<sup>-1</sup>); solução nutritiva orgânica à base de húmus de minhoca. Cada tratamento foi repetido seis vezes e cada parcela tinha 16 plantas em um sistema hidropônico do tipo NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes). A hidratação da parte aérea, a massa de raízes e a taxa de crescimento (sobre a altura de planta) foram reduzidas pela salinidade. O uso de solução nutritiva orgânica diminuiu a altura de planta, a qualidade e a produção de massa de material da parte aérea; plantas expostas à solução orgânica exibiram clorose generalizada e bronzeamento nas folhas, especialmente nas folhas mais velhas. Soluções nutritivas isosmóticas de NaCl e rejeito de dessalinização proporcionaram o mesmo nível de produção de massa de matéria fresca na parte aérea; suas plantas não exibiram sintomas de toxidez ou deficiência. Uma redução linear foi registrada com o aumento da salinidade da água sobre a produção de massa de matéria fresca e seca da parte aérea: 7,86 e 6,76% por acréscimo unitário na salinidade da água (dS m<sup>-1</sup>), respectivamente.

Palavras - chave: *Ocimum basilicum* L., cultivo sem solo, salinidade da água, produtividade



## Hydroponic basil production with organic nutrient solution and brackish waters

Author: Maria Augusta Amorim Bione

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Abstract:** Plants of basil were grown under hydroponic conditions aiming to evaluate the effects of brackish water and organic nutrient solution on its growth and herbage yield. The brackish waters were utilized to prepare nutrient solution and to replace water lost through evapotranspiration. The experiment was carried out in a randomized block design with five levels of water salinity: 1.45; 3.80; 6.08 and 8.48 dS m<sup>-1</sup>, obtained by addition of NaCl to local fresh water; this fresh water (0.29 dS m<sup>-1</sup>) was also studied as control treatment. Other two treatments were evaluated: reject brine from reverse osmosis (8.39 dS m<sup>-1</sup>); organic nutrient solution based in worm castings. Each treatment was replicated six times and each experimental unit had sixteen plants in NFT (nutrient film technique) hydroponic system. Shoot hydration, root mass and relative growth rate (shoot height) were affected by salinity. The use of organic nutrient solution decreased plant height, quality and herbage yield, compared with control; plants exposed to organic solution exhibited general chlorosis and leaf bronzing with purplish spots, especially in older leaves. Isosmotic nutrient solution from NaCl and reject brine produced the same level of fresh herbage yield; their plants not exhibited toxicity or deficiency symptoms. A linear reduction was observed with increasing water salinity on herbage yield in fresh and dry basis: 7.86 and 6.76 % per unitary increase of water salinity (dS m<sup>-1</sup>), respectively.

Key words: *Ocimum basilicum* L., soilless, water salinity, yield

## INTRODUÇÃO

O setor da hidroponia está crescendo no Brasil e organizando-se, tanto que em novembro de 2008 produtores nacionais fundaram a Associação Brasileira de Hidroponia. Também está crescendo o número de pesquisas que tratam da viabilidade técnica da hidroponia como sistema de produção alternativo e condizente com o uso de águas salobras (Dias et al., 2010; Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010; Alves et al., 2011; Dantas, 2012; Maciel et al., 2012).

Como discutido por Soares et al. (2010b), o aproveitamento de águas salobras é buscado como forma de mitigar o problema da escassez de água doce. No Brasil isso visa promover a hidroponia como uma atividade econômica alternativa para o Semiárido. Nessa região a falta de água superficial pode ser superada pela exploração de águas subterrâneas, mas como essas, por razões hidrogeológicas, são frequentemente concentradas em sais, a água salobra como insumo para hidroponia passa ser um objeto de pesquisa de grande impacto social para o Semiárido.

A maioria dos estudos conduzidos em hidroponia com águas salobras no Brasil tem focado em hortaliças folhosas como rúcula, agrião e, principalmente, alface, o que é compreensível já que essas culturas são majoritárias no cultivo hidropônico no país. Por outro lado, outras culturas podem ser estratégicas para a diversificação de opções de cultivo hidropônico e atendimento a um número cada vez maior de consumidores preocupados com a qualidade dos produtos.

Nesse sentido, no presente trabalho avaliou-se a viabilidade técnica da cultura do manjericão (*Ocimum basilicum* L.) no sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes), que é o sistema hidropônico comercial mais utilizado no Brasil (Rodrigues, 2002).

A cultura do manjeriço é estratégica pela grande diversidade de aplicação dessa espécie para fins culinários, ornamentais e extração de óleo (Blank et al., 2004). Seu óleo é apreciado nas indústrias alimentícia para aromatização de alimentos e bebidas, de perfumaria e de fármacos (Simon et al., 1999; Simon, 1990). O uso do manjeriço vem se ampliando por pesquisas científicas que afirmam sua capacidade inseticida, acaricida, bactericida, biorremediadora em solos afetados por pesticidas; atuando também com grande potencial de prevenir carcinogênese, na atividade antioxidante, no tratamento contra acnes e como distinta fonte de fibra na alimentação através das sementes (Mathews, et al., 1993; Umerie et al., 1997; Costa et al., 2009; Matiz et al., 2011; Ramírez-Sandoval et al., 2011; Thirugnanasampandan & Jayakumar, 2011; Santos, et al., 2012).

Segundo Ekren et al. (2012), 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.

Diferentemente de outras culturas mais estudadas, para o manjeriço não se tem compêndios de informações sobre sua resposta e tolerância à salinidade. Para o tomateiro e os citros, por exemplo, Cuartero & Fernández-Muñoz e Storey & Walker (1998), respectivamente, apresentam revisões de vários trabalhos.

Em seu trabalho, Shannon & Grieve (1999) alertaram que para cultura do manjeriço não havia informação disponível suficiente sobre sua tolerância à salinidade. Posteriormente, na República Tcheca, Ramin (2006), após semear 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<sup>-1</sup>), concluiu que a espécie é moderadamente tolerante à salinidade na germinação e emergência da plântula.

Attia et al. (2009) investigaram o transporte de sódio em três variedades de manjeriço, em hidroponia, submetidas por 15 dias a salinidade da água de 2,5 e 5 dS m<sup>-1</sup> e concluíram que o manjeriço é uma espécie inclusora de sódio, com folhas capazes de tolerar a acumulação de sódio sem desidratá-las, o que sugere eficiência na compartimentalização de sódio nas células foliares.

Segundo Bernstein et al. (2010), o estresse causado pela salinidade pode provocar redução do crescimento e alteração no desenvolvimento morfológico nos estágios iniciais e senescência prematura do tecido nos estágios finais do ciclo vegetativo, resultando na redução da produtividade agrícola. No entanto, segundo esses autores, houve incremento na produção e na qualidade do óleo essencial com o aumento do estresse salino.

Carrasco et al. (2007) cultivaram manjeriço no sistema NFT, com dois níveis de salinidade da solução nutritiva obtidos pela concentração de nutrientes, quais sejam: 3,0 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>, com produtividade relativa da massa fresca da parte aérea de 79,45 e 71,26%, respectivamente, em relação a testemunha (1,5 dS m<sup>-1</sup>). Conforme dados divulgados por uma empresa especializada em cultivos hidropônicos da Nova Zelândia (PGO Horticulture Limited, 2012), o cultivo de manjeriço no sistema NFT deve apresentar as seguintes características comerciais: espaçamento entre plantas de 0,275 a 0,30 m, perfis com comprimento de 18 m e declive de 2,5%, vazão de 1L por minuto por perfil, pH ideal entre 6,0 e 6,5, condutividade elétrica ideal entre 1,8 e 2,4 dS m<sup>-1</sup>, com ciclo de 40 a 80 dias.

Um aspecto importante da produção de manjeriço em condições salinas diz respeito à concentração e composição de óleo essencial. Na literatura especializada inúmeros trabalhos trataram desse efeito, sendo interessante notar que um número elevado desses trabalhos é recente, como: Prasad et al. (2007), Gautam et al. (2010), Said-Al Ahl et al. (2010), Hassanpouraghdam et al. (2011), Fatemi & Aboutalebi (2012).

A dificuldade financeira e logística para obtenção de fertilizantes solúveis apropriados para cultivos hidropônicos tem sido uma crítica para os recentes esforços que visam dar suporte e incentivo ao uso de águas salobras em cultivos hidropônicos no Semiárido do Brasil. Somado a essa dificuldade, a busca por uma agricultura cada vez mais responsável e ambientalmente sustentável tem justificado pesquisas com soluções nutritivas de origem orgânica para a hidroponia, como aquelas conduzidas por Dias et al. (2009), Malheiros et al. (2012), Paula et al. (2011) e Teixeira et al. (2005) para diferentes culturas e também para o manjeriço (Hochmuth et al., 2003). Assim, seriam agregadas as

vantagens da hidroponia sem ferir os princípios da agricultura orgânica, no que diz respeito à fonte dos nutrientes.

Foram avaliadas no presente trabalho a produção de massa de matéria fresca e seca da parte aérea do manjeriço, a relação entre o crescimento da parte aérea e da raiz, a taxa de crescimento com base na altura da planta, entre outras variáveis associadas, com o objetivo de verificar a viabilidade técnica da produção do manjeriço em sistema hidropônico NFT, considerando: diferentes níveis de salinidade da água produzidos artificialmente com NaCl; o contraste entre uma água salobra artificial (NaCl) e o rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra, em concentrações isosmóticas; o contraste entre solução nutritiva convencional e solução nutritiva orgânica à base de húmus de minhoca.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento e monitoramento climático

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do tipo geminada em dois arcos (Figura 1A.), no período de 05/10/2012 a 23/11/2012. O ambiente é protegido por tela tipo clarite nas laterais, por um filme plástico (anti UV, 150 nm) instalado no teto e também por uma manta termorrefletora (aluminet 50%) instalada internamente à altura do pé-direito (Figura 1B.).

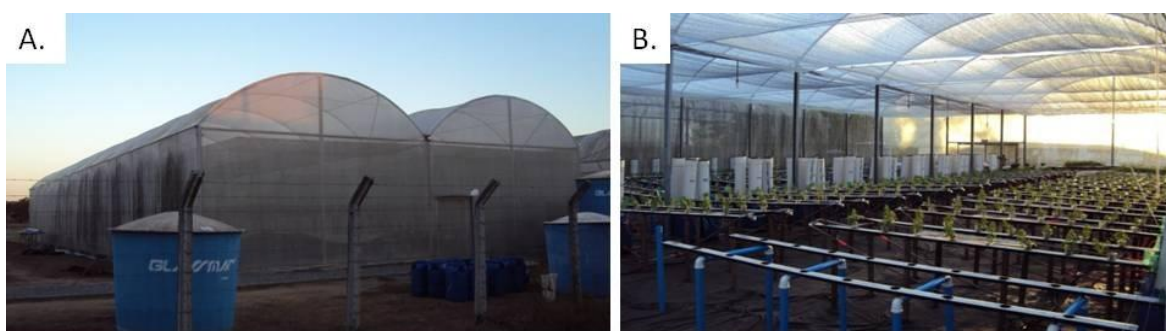


Figura 1. Visão externa (A.) e visão interna (B.) da casa-de-vegetação onde foi desenvolvido o experimento.

A casa-de-vegetação está instalada no sentido leste-oeste, tem 14 m de largura por 32 m de comprimento, pé-direito de 4 m e altura máxima de 5,5 m. O

piso da casa-de-vegetação é coberto por manta geotêxtil (bidim) para melhorar as condições fitossanitárias e aumentar a vida útil das eletrobombas utilizadas (Figura 1B.).

Apesar de se buscar tecnologias para águas subterrâneas salobras com foco naquelas encontradas no Semiárido, a pesquisa foi conduzida em condições controladas no Recôncavo Baiano, no campus de Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m. Conforme Almeida (1999), o clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am na classificação de Köppen, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5°C e 80%, respectivamente. Durante o experimento, a partir de dados divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012), obtidos de estação meteorológica automática (latitude 12°40'39" Sul; longitude 39°06'23" Oeste; altitude 225,87 m), os valores instantâneos (a cada hora) de temperatura, de umidade relativa do ar e de evapotranspiração de referência no município (ambiente externo) oscilaram de 18,6 a 33,9 °C, de 34 a 90% e de 2,65 a 5,64 mm, respectivamente (Figura 2). Esta estação meteorológica dista aproximadamente 600 m da casa-de-vegetação.

Para monitoramento das condições internas do ambiente protegido durante o experimento foram coletados, a cada 15 minutos, dados de temperatura do ar medida à altura das plantas (1,0 m de altura em relação ao solo) e de temperatura da solução nutritiva (em três diferentes reservatórios aleatorizados na casa-de-vegetação). Para isso foram utilizadas, como sensores, fiações de termopar (cobre-constantan), as quais enviavam sinais elétricos a um armazenador de dados (datalogger CR 1000) que também fazia a transdução dos sinais.

Apesar do registro de temperaturas acima do ideal para o cultivo hidropônico, em outros experimentos conduzidos anteriormente no mesmo ambiente (Alves et al., 2011; Maciel et al., 2012; Silva, 2012b), não foram adotadas medidas para controle climático.

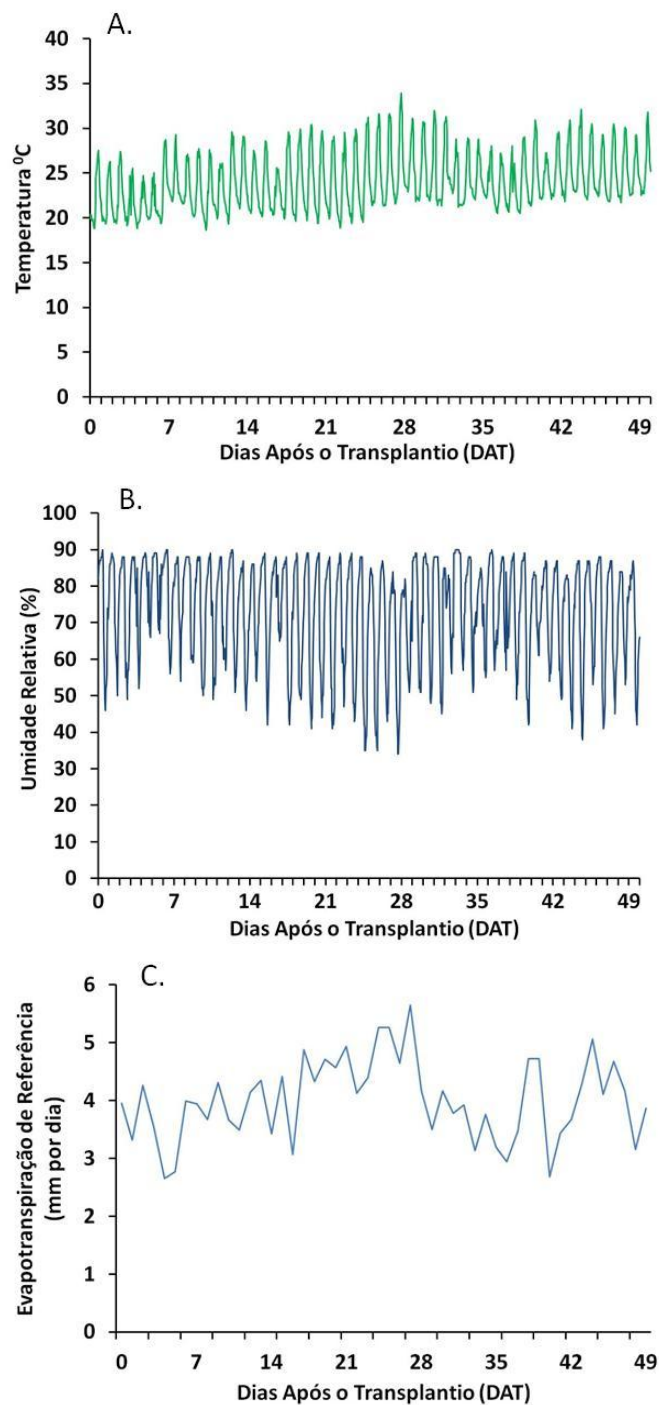


Figura 2. Variações diárias de temperatura (A.), umidade relativa do ar (B.) e evapotranspiração de referência (C.), ao longo do experimento, medidas na estação meteorológica automática da rede INMET no Município de Cruz das Almas - BA (Fonte: INMET, 2012).

### Estrutura experimental

A estrutura experimental empregada consistiu de 84 unidades hidropônicas que individualmente representam um sistema NFT independente, conforme descrição

apresentada por Soares et al. (2009) e adotada em outros trabalhos (Maciel et al., 2012; Alves et al., 2011; Santos et al., 2010; Paulus et al., 2010). As unidades foram instaladas aos pares, sobre traves de madeira ou PVC, a uma altura de 1,0 m da superfície do solo e com inclinação de 4%; o espaçamento entre os perfis foi de 0,5 m e entre os pares foi deixado um corredor de 0,9 m de largura para facilitar o trânsito e a operacionalidade (Figura 3).



Figura 3. Visão geral das unidades experimentais empregadas no experimento.

Em reportagem exibida pela TV Bahia (Bahia Rural, 2012), uma afiliada da TV Globo, no programa Bahia Rural se tem uma visão geral do experimento por ocasião da colheita.

Cada parcela experimental foi formada por duas unidades hidropônicas adjacentes, ambas sobre uma mesma trave. Em cada perfil foram cultivadas oito plantas de manjeriço. Portanto, a estrutura experimental foi composta por 42 parcelas com 16 plantas cada.

Em cada unidade hidropônica se tem uma eletrobomba, que recalca solução nutritiva de um reservatório tipo bombona (50 L) até um perfil hidropônico (75mm) em polipropileno, onde se tem oito orifícios para cultivo (3 cm de diâmetro) a cada 30 cm; a solução nutritiva injetada no perfil de polipropileno retorna à bombona mediante um receptor (produzido a partir de uma garrafa PET); uma torneira-bóia instalada no interior da bombona é conectada a um reservatório de água (tubo de PVC de 200 mm, capacidade média de 28 L), permitindo a reposição automática da água consumida na evapotranspiração. Neste reservatório está inserido um



microtubo azul (transparente) junto com uma fita métrica, o que permitiu a determinação do volume evapotranspirado por planta mediante a Eq. (1).

$$V_{ETC} = \frac{(L_f - L_i) \times \pi \times D^2}{4 \times n \times \Delta T} \times 10^3 \quad (1)$$

em que:

$V_{ETC}$  - volume evapotranspirado, L por planta por dia

$L_f$  - leitura final do nível da água no depósito de abastecimento automático, m

$L_i$  - leitura inicial do nível da água no depósito de abastecimento automático, m

$D$  - diâmetro interno do depósito de abastecimento automático, m

$\Delta T$  - intervalo de tempo entre as leituras, dias

$n$  - número de plantas cultivadas no perfil no intervalo de tempo  $\Delta T$

O sistema de distribuição da energia elétrica e de controle da frequência da irrigação foi constituído por um temporizador digital (programável a cada 1 minuto), dois disjuntores e um contator.

### Condução da cultura

Foram produzidas mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) propagadas por estaquia em células de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) (Figura 4A.) e encaminhadas para um berçário construído com o sistema hidropônico NFT (Figura 4B.), no período de 13/09/2012 a 05/10/2012. Essas mudas foram propagadas a partir de plantas matrizes oriundas do Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB (Matos, 2011; Silva, 2012a).

O transplântio para os perfis hidropônicos definitivos foi executado no dia 05/10/2012, 22 dias após a estaquia. No transplântio foram usadas as melhores mudas do berçário e essas foram distribuídas entre os perfis de maneira homogênea, para não criar gradientes entre os tratamentos e mesmo entre os blocos; essas mudas apresentaram em média 0,20 m de altura (Figura 4C). As plantas foram cultivadas no espaçamento de 0,30 por 0,5 m. Um dia após o transplântio (DAT), as plantas foram tutoradas com copos plásticos (180 mL),

recortados no fundo (Figura 4D). Posteriormente, aos 27 DAT, os copos plásticos, que se mostraram ineficientes frente ao peso das plantas, foram substituídos por pedaços de tubo de PVC (50 mm) com 8 cm de altura.

A solução nutritiva utilizada tanto para a fase do berçário quanto para a fase experimental de cultivo foi a mesma, baseada na formulação de Furlani (1998) (Tabela 1), a qual é indicada para hortaliças folhosas.

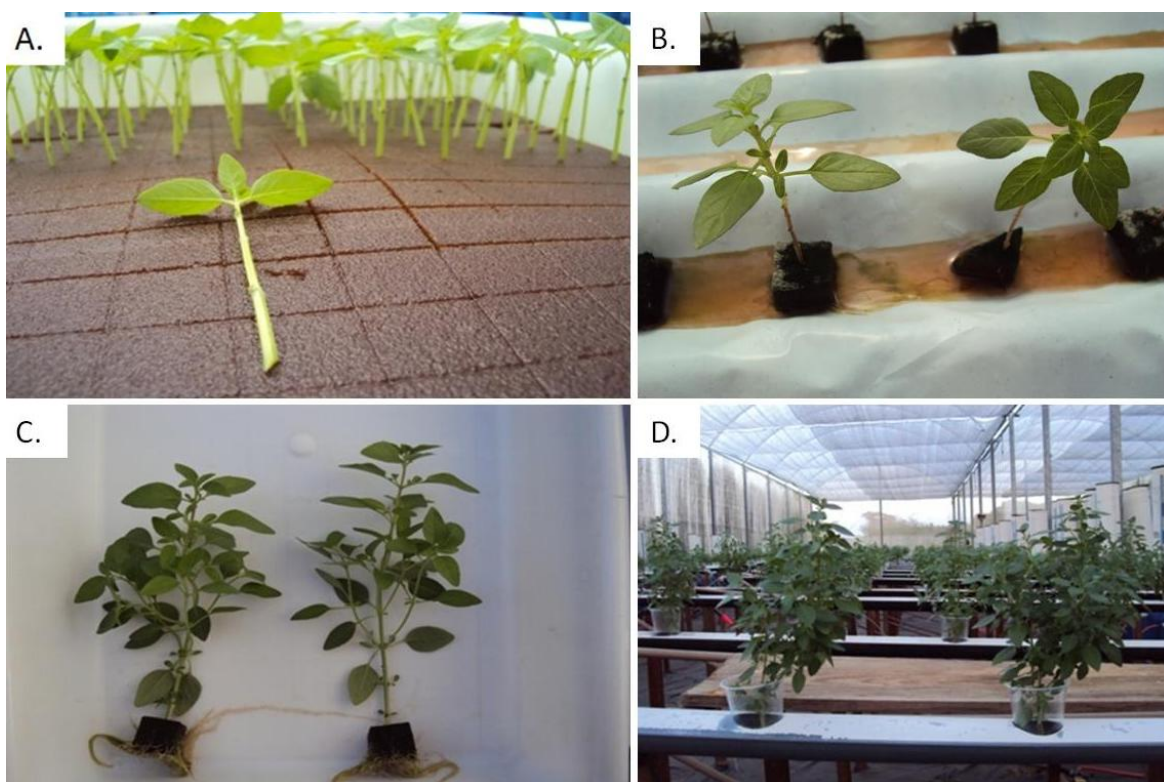


Figura 4. Produção de estacas de manjeriço em placa de espuma fenólica(A.), berçário para produção de plantas matrizes e mudas de manjeriço no sistema NFT (B.), mudas de manjeriço no ponto de transplântio (C.) e alocação das mudas logo após o transplântio (D.).

Com o auxílio do temporizador digital, foi adotada, durante todo experimento, uma programação de irrigações de 5 minutos a cada 15 minutos, no período das 6:00 às 19:00 h. Durante a noite o turno de rega foi de 2 h, com 5 minutos de irrigação.

Tabela 1. Quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m<sup>3</sup> de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de hortaliças, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes (Furlani, 1998)

Fertilizante	q*	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
-----g m <sup>-3</sup> -----														
Nitrato de cálcio	750	7,5	108,75			142,5								
Nitrato de potássio	500		65		182,5									
Fosfato monoamônico	150	16,5		39										
Sulfato de magnésio	400						40	52						
Sulfato de cobre	0,15									0,02				
Sulfato de zinco	0,3													0,07
Sulfato de manganês	1,5											0,39		
Ácido bórico	1,8								0,31					
Molibdato de sódio	0,15												0,06	
Fe-EDTA -13% Fe	16										2,08			
<b>Recomendações</b>		<b>24</b>	<b>173,75</b>	<b>39</b>	<b>182,5</b>	<b>142,5</b>	<b>40</b>	<b>52</b>	<b>0,31</b>	<b>0,02</b>	<b>2,08</b>	<b>0,39</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>

\* q representa quantidades de fertilizantes em g m<sup>-3</sup>

Antes do preparo da solução nutritiva, a água salobra de origem subterrânea e o extrato de húmus tiveram seu pH corrigido, com ácido fosfórico e hidróxido de potássio, respectivamente, ambos em concentração de 0,2 M. As águas salobras artificiais (NaCl) e a água doce não tiveram pH corrigido antes do preparo da solução nutritiva. A experiência prévia com a água doce utilizada (inclusive para o preparo das águas com NaCl) indicou que a adição dos nutrientes produz uma acidificação geralmente suficiente para o alcance da faixa de pH desejada. Além disso, o NaCl é um sal de base e ácido fortes, cuja dissociação não deve promover mudanças de pH, como previsto por Santos et al. (2010).

O pH da solução nutritiva foi monitorado regularmente (a cada três dias) e o seu controle foi efetuado sempre que necessário (6, 13, 16, 34, 36, 38, 43 e 46 DAT), com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico, ambos em concentração de 0,2 M, visando manter a solução nutritiva na faixa de 5,5 a 6,5 de pH, conforme Santos (2009) e Furlani et al. (1999).

A condutividade elétrica da solução (CESol) em cada unidade hidropônica também foi monitorada regularmente a cada três dias com um condutímetro de bancada, mas não foi feita reposição dos nutrientes consumidos.

Como controle fitossanitário de insetos sugadores/cortadores não foram empregados defensivos químicos; por outro lado, aos 4 e aos 17 DAT foram feitas aplicações foliares de extrato de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) na concentração de 0,01 L L<sup>-1</sup>. Para controle de lagartas foi feita catação manual, após vistoria planta a planta. Contra a infestação de ácaro em algumas parcelas, efetuou-se aos 43 e aos 44 DAT pulverização com calda de fumo (na proporção de 100 g de fumo de corda para 0,01 L de óleo mineral para 1 L de água). Também foram feitas duas aplicações preventivas contra *Pythium* a partir de uma solução contendo *Trichoderma* spp. (Trichodel, a 0,02 L por unidade hidropônica), aos 4 e aos 18 DAT, aplicada diretamente na solução nutritiva.

Até os 10 DAT, a reposição das perdas por evapotranspiração foi feita com solução nutritiva; posteriormente foi feita com as mesmas águas (doce ou salobras) características dos tratamentos. Em experimentos anteriores com a mesma estrutura experimental (Silva, 2012b; Maciel et al., 2012), observou-se que nos primeiros dias após o transplante o consumo hídrico é baixo, portanto, não há risco de concentração de nutrientes adotando o procedimento de repor a evapotranspiração com solução nutritiva. Por outro lado, esse procedimento permite corrigir eventuais vazamentos nos reservatórios de abastecimento automático de água, sem comprometer a concentração de nutrientes em cada parcela.

### **Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística**

Os tratamentos consistiram de água doce, águas salobras produzidas artificialmente com NaCl, rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra e extrato diluído de húmus de minhoca. Os tratamentos foram aleatorizados nas 42 parcelas em seis blocos (Figura 5), utilizando-se uma repetição por bloco.

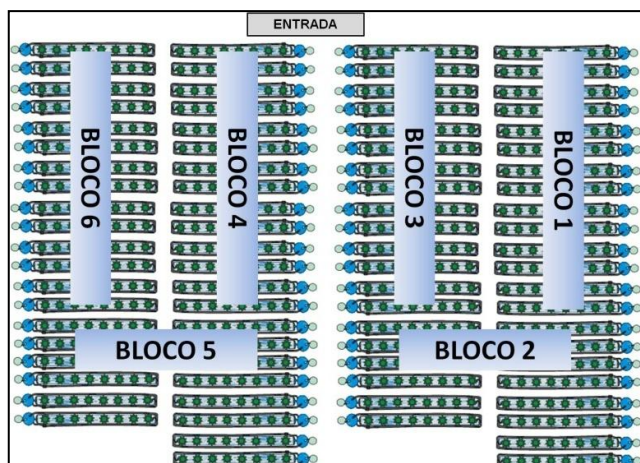


Figura 5. Disposição das parcelas em blocos no interior da casa-de-vegetação.

Foram avaliados quatro níveis de salinidade da água produzidos por NaCl. Esses tratamentos foram planejados para se obter condutividades elétricas da água (CEa) de 1,0; 3,0; 5,0 e 7,0  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 6), com base na correspondência entre 1/10 do somatório de cátions (em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e a CE (em  $\text{dS m}^{-1}$ ). Por outro lado, os valores observados de CEa foram de 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$  (Tabela 2), os quais proporcionaram soluções nutritivas com CE inicial de 3,42; 5,66; 7,89 e 10,22  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. Juntamente com a água doce (Testemunha - T1), que teve salinidade de 0,29  $\text{dS m}^{-1}$  e proporcionou solução nutritiva com CE de 2,31  $\text{dS m}^{-1}$ , as águas salobras artificiais constituíram tratamentos quantitativos e foram avaliadas mediante análise de regressão. A água doce, de origem subterrânea, foi obtida no próprio campus universitário, sendo sua análise apresentada na Tabela 2.

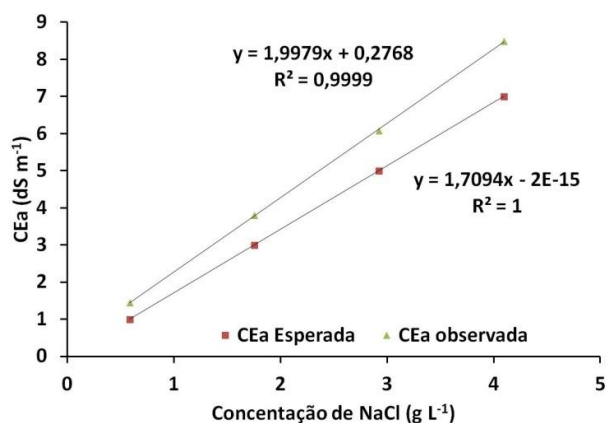


Figura 6. Relação entre a concentração de NaCl e as condutividades elétricas da água (CEa) esperada e observada.

Tabela 2. Concentração de NaCl aplicado, condutividade elétrica da água (CEa) e condutividade elétrica da solução nutritiva (CESol) e seu respectivo valor de pH (pHSol)

Tratamento	NaCl (g L <sup>-1</sup> )	CEa (dS m <sup>-1</sup> )	CEsol (dS m <sup>-1</sup> )	pHSol
T1	0,000	0,292	2,305	5,495
T2	0,585	1,448	3,420	5,110
T3	1,755	3,800	5,655	5,900
T4	2,925	6,080	7,890	5,125
T5	4,095	8,480	10,215	6,015

A diferença entre a CEa esperada e a CEa observada (Figura 6) diz respeito à salinidade original da água doce usada no preparo da solução nutritiva (coeficiente linear igual a 0,2768 dS m<sup>-1</sup>) e à qualidade intrínseca da fonte de NaCl utilizada, sobretudo sua umidade atual. A fonte de NaCl empregada foi um produto de uso industrial (não puro para análise) com as seguintes especificações: 99,45 a 99,9% de NaCl em base seca; 35,99 a 39,99% de Na; 60,0 a 62,0% de Cl.

Também foi avaliada uma água salobra de origem subterrânea (T6) (Tabela 2) produzida pela mistura de água doce e rejeito da dessalinização (Tabela 4), obtido de um dessalinizador por osmose reversa instalado em um poço tubular profundo do Município de Santa Bárbara (11°59'00" de latitude Sul, 38°59'00" de longitude Oeste, 293 m), localizado no Semiárido Baiano. Segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), no Município de Santa Bárbara podem ser distintos três domínios hidrogeológicos: formações superficiais Cenozóicas, metassedimentos/metavulcanitos e cristalino, este último ocupando cerca de 95% do território municipal e com comportamento de aquífero fissural de baixo potencial hidrogeológico devido às baixas vazões e presença de águas salinizadas. A seleção desse dessalinizador foi feita com base nos registros da CERB (Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia), a qual também serviu de referência para o trabalho de Silva (2012b). A mistura foi produzida visando atingir a mesma condutividade elétrica da solução nutritiva com o tratamento mais salino produzido com NaCl (T5), qual seja 10 dS m<sup>-1</sup>,

permitindo o contraste das duas águas (Tabela 3) em termos do efeito integrado de suas constituições químicas.

Além das soluções nutritivas produzidas com águas salobras, também foi avaliada uma solução nutritiva produzida com húmus de minhoca produzido a partir de esterco bovino (T7) (Tabela 4). O extrato do húmus foi preparado mediante sua diluição com água doce, na proporção de 1/1 (v/v), permanecendo a mistura em descanso por 7 dias. Posteriormente, o extrato de húmus foi obtido prensando manualmente a mistura contra um pedaço de tecido voil. O extrato produzido apresentou pH de 7,73 e CE de 6,51 dS m<sup>-1</sup>, sendo diluído com água doce até uma CESol de 2,41 dS m<sup>-1</sup> com pH associado de 5,96 (Tabela 3), permitindo o contraste dessa solução com o tratamento testemunha, em termos do efeito integrado de suas constituições químicas.

Como complementação nutricional para a solução de húmus, fez-se a adição de urina de vaca na proporção de 0,16 L por unidade hidropônica, parcelados em duas épocas: aos 12 e aos 17 DAT. Como referência para estabelecimento dessa dose, utilizou-se a recomendação da PESAGRO (2002) para cultivo de hortaliças em solo, qual seja, concentração de urina de vaca a 5% aplicada de 0,5 a 2,0 L por planta.

Tabela 3. Condutividade elétrica da água (CE<sub>a</sub>), da solução nutritiva (CE<sub>sol</sub>) e seus respectivos valores de pH para os tratamentos com húmus de minhoca e rejeito da dessalinização

Tratamento	CE <sub>a</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	pH <sub>a</sub>	CE <sub>sol</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	pH <sub>sol</sub>
T6	8,395	8,195	9,995	6,285
T7	0,292	6,350	2,410	5,960

Tabela 4. Resultados da análise química da água doce, da água de rejeito diluído obtido em Santa Bárbara-BA (Água Rejeito SB), da solução nutritiva preparada com água salobra com NaCl (SN T2) e da solução nutritiva preparada com húmus de minhoca (SN Húmus) antes da aplicação de urina de vaca

Parâmetro	Unidade	Água Doce	Água Rejeito SB	SN T2	SN Húmus
pH		5,2	8,9	5,3	6,4
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	14,5	0,4	32,9	70,2
Dureza Total* (CaCO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	42,5	1.914,0	510,7	237,3
Alcalinidade carbonato	mg L <sup>-1</sup>	0,0	40,0	0	0
Alcalinidade bicarbonato	mg L <sup>-1</sup>	1,4	177,6	4,2	115,4
Alcalinidade Total (2CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	1,4	217,6	4,2	115,4
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	13,8	13,1	**	25,5
Nitrogênio Amoniacal (N – NH <sub>4</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	0,1	0,1	9,1	6,0
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	36,4	236,5	191,4	172,7
Fósforo (P)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	33,38	65,5
Potássio (K <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	9,1	8,2	204	336,0
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	4,8	80,3	136	35,7
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	7,3	416,2	40,5	35,5
Sódio (Na <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	18,0	1.980,0	243	116,0
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	43,4	4.642,0	410	439,3
Ferro (Fe)	mg L <sup>-1</sup>	0,2	0,2	1,89	0,8
Cobre (Cu)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,07	0,3
Manganês (Mn)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,49	0,3
Zinco (Zn)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,13	0,2

\*Dureza total calculado com base no equivalente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) segundo Franson (1995); \*\* dado perdido.

### Avaliação de variáveis

O monitoramento do crescimento das plantas foi feito com medidas da altura de planta ao longo do ciclo. Aos 49 dias após o transplântio (DAT), todas as plantas foram submetidas à análise visual dos sintomas e posteriormente colhidas, sendo analisadas as variáveis: altura final da planta e massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA); cada planta foi cortada na região do colo, pesada e levada em saco de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 45 °C por aproximadamente quatorze dias, até atingir massa constante. A parte aérea das 16 plantas de cada parcela, incluindo caule, ramos e folhas, foi triturada



e moída em triturador elétrico de facas e recuperada depois de peneirada. As raízes foram retiradas do perfil hidropônico e deixadas na própria casa-de-vegetação para pré-secagem; posteriormente foram ensacadas e levadas a estufa de ventilação forçada a 45 °C até alcançarem massa constante. A massa individual do sistema radicular de cada planta foi obtido pela divisão da massa total de raízes de cada perfil hidropônico pelo número de plantas; isso foi necessário porque no espaçamento adotado as raízes de manjerição se entrelaçaram.

Variáveis analisadas:

a) altura de planta (em m), medida com régua graduada, da região do colo até a ponta da folha mais alta, aos 3, 13, 23, 33 e 49 DAT, e suas taxas de crescimento absoluto e relativo foram calculadas mediante Eq. (2) e (3), segundo Benincasa (2003):

$$\text{TCA}_H = \frac{(H_{\text{FINAL}} - H_{\text{INICIAL}})}{\Delta T} \quad (2)$$

$$\text{TCR}_H = \frac{\ln H_{\text{FINAL}} - \ln H_{\text{INICIAL}}}{\Delta T} \quad (3)$$

em que:

$\text{TCA}_H$  = taxa de crescimento absoluto da altura da planta, m dia<sup>-1</sup>

$\text{TCR}_H$  = taxa de crescimento relativo da altura da planta, m m<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>

$H_{\text{FINAL}}$  e  $H_{\text{INICIAL}}$  = alturas final e inicial, respectivamente, m

$\Delta T$  = variação do tempo em que se avalia a taxa de crescimento, dias

ln = logaritmo neperiano

As taxas de crescimento absoluto e relativo da altura da planta correspondem ao incremento da altura por dia entre duas medições e o incremento de altura, por unidade da altura inicial, em um intervalo de tempo, respectivamente.

b) massa de matéria fresca da parte aérea, obtida em balança semi-analítica (precisão de 0,01 g) aos 49 DAT;

c) massas de matéria seca da parte aérea, das raízes e de toda a planta, determinadas em balança semi-analítica (precisão de 0,01 g);

d) relação entre as massas de matéria seca da raiz e da parte aérea obtida mediante Eq. (4)

$$r \frac{R}{PA} = \frac{MSR}{MSPA} \quad (4)$$

em que:

$r \frac{R}{PA}$  - relação das massas de matéria seca da raiz e da parte aérea,  $g \ g^{-1}$

MSR - massa de matéria seca do sistema radicular, g

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea, g

e) teor de água da parte aérea obtida mediante Eq. (5)

$$U = \frac{MFPA - MSPA}{MFPA} \times 100 \quad (5)$$

em que:

U - teor de água na parte aérea, %

MFPA - massa de matéria fresca da parte aérea, g

MSPA - massa de matéria seca da parte aérea, g

f) produtividade relativa por tratamento em relação à testemunha

$$PR = \left( \frac{MFPA_{Ti}}{MFPA_{Testemunha}} \times 100 \right) \quad (6)$$

em que:

PR - produtividade 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

A significância do efeito dos fatores de variação foi avaliada mediante análise de variância. As águas salobras artificiais (produzidas pela adição de NaCl)

constituíram tratamentos quantitativos, sendo seu efeito avaliado mediante análise de regressão. Nesse caso, as variáveis de interesse foram relacionadas com a condutividade elétrica da água, mediante modelos de resposta, cujas validades foram estabelecidas de acordo com a significância dos seus termos e também com o valor do coeficiente de determinação. Os coeficientes de determinação aqui apresentados se referem a todos os dados avaliados e não apenas às médias.

Para as variáveis cuja resposta à salinidade da água foi definida por uma equação de primeiro grau, estimou-se a redução linear relativa com base nos coeficientes da função ajustada (Eq. (7)).

$$\alpha_i = \frac{a}{b} \times 100 \quad (7)$$

em que:

$\alpha_i$  - redução ou aumento linear relativa da variável  $i$  para cada acréscimo unitário na salinidade da água, %  $(\text{dS m}^{-1})^{-1}$

$a$  - coeficiente angular da equação ajustada para a variável  $i$

$b$  - coeficiente linear da equação ajustada para a variável  $i$

Por outro lado, os tratamentos com húmus (T7), rejeito da dessalinização (T6), água salobra de maior salinidade (T5) e água doce (T1) foram contrastados em teste de média (Tukey a 5% de significância).

A partir dos dados obtidos em cada planta das 84 unidades hidropônicas foram obtidas as médias de cada uma das 42 parcelas para todas as variáveis de interesse. Os dados das variáveis de interesse foram tabulados e previamente processados no Microsoft Excel 2007, sendo a análise estatística executada no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do experimento a temperatura do ar no ambiente protegido à altura das plantas (aproximadamente 1 m da superfície do solo) oscilou entre 19,51 °C a 38,96 °C (Figura 7A.). A temperatura da solução nutritiva (SN) apresentou mínima

de 19,21 °C e máxima de 38,82 °C durante todo o experimento (Figura 7B.). Assim, houve pouca diferença entre as temperaturas do ar e da SN, o que, segundo Rodrigues (2002), é importante, pois se a temperatura da SN for muito superior ou inferior à temperatura do ar pode causar problemas para as culturas. Apesar da temperatura registrada no experimento ultrapassar a recomendada pela literatura especializada em cultivos hidropônicos, sendo 25 a 30 °C a máxima temperatura para a solução nutritiva e a do ar entre 20 e 30 °C (Rodrigues, 2002; Santos, 2009), não houve qualquer sintoma depreciativo nas plantas que pudesse ser atribuído a este fato.

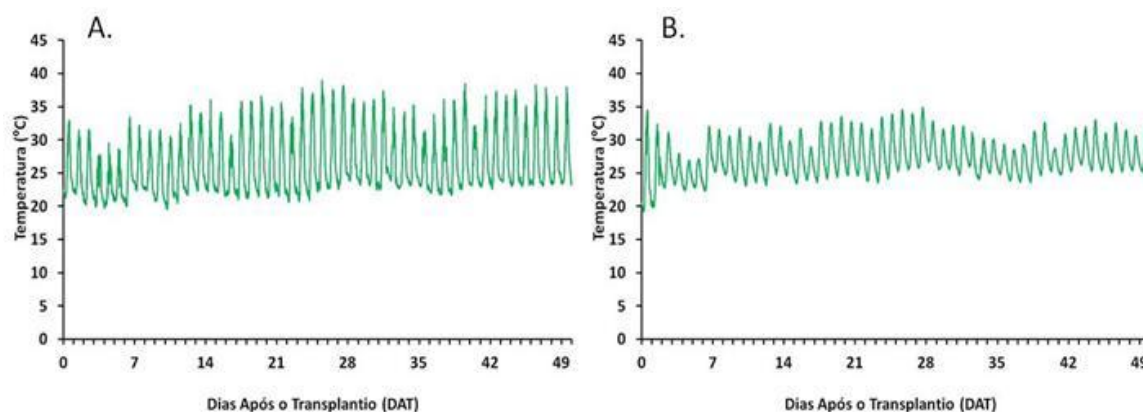


Figura 7. Temperatura do ar dentro do ambiente protegido à altura das plantas (1 m do solo) (A.) e temperatura da solução nutritiva (B.), durante o período experimental.

O pH das soluções nutritivas manteve-se, em geral, dentro da faixa de 5,5 e 6,5 (Figura 8A.), seguindo recomendações para o cultivo hidropônico (Rodrigues, 2002; Santos, 2009) e mais especificamente para cultivo de manjerição em NFT (Carrasco & Isquierdo, 1996). Para essa cultura, autores como Bernstein et al. (2010) ajustaram o pH da solução nutritiva para 5,7 e Carrasco et al. (2007) mantiveram a solução nutritiva entre 5,5 e 6,5. Assim, o controle do pH no presente experimento manteve-se em concordância com outras pesquisas desenvolvidas com manjerição.

No entanto, até os 34 DAT os tratamentos com NaCl e água doce apresentaram oscilações quanto ao pH, que foi corrigido devidamente com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico, quando a solução nutritiva apresentava

pH ácido ou alcalino, respectivamente. O tratamento com rejeito de dessalinização (T6) teve o pH tendendo à neutralidade, entre 6,6 e 7,0, até os 36 DAT, sendo corrigido com ácido fosfórico. Como o pHmetro apresentou defeito entre os 17 e 33 DAT, o pH desses tratamentos não foi corrigido antes. O tratamento com solução nutritiva orgânica (T7) a partir dos 38 DAT passou a ficar mais ácido, atingindo valores na faixa de 4,9 a 5,5, mesmo com aplicação de hidróxido de potássio. Esse controle foi importante porque variações de pH abaixo de 4,5 e acima de 7,5 podem causar sérios problemas (Rodrigues, 2002; Santos, 2009), como danos fisiológicos às raízes, precipitação de nutrientes e sua indisponibilidade às plantas, toxidez, entre outros e, por conseguinte, reduzir a produção vegetal e alterar seus componentes químicos.

Ainda em relação à solução preparada com extrato de húmus, a redução do pH em algumas parcelas foi relacionada com o aparecimento de bronzeamento no limbo foliar, com posterior clorose das folhas mais velhas, o que evoluiu para abscisão foliar. A redução do pH pode estar associada à absorção diferenciada de cátions e ânions pelas plantas; segundo vários autores, como Rodrigues (2002), a absorção de cátions pode ser compensada pela liberação de  $H^+$  pelas raízes, o que acidifica o meio.

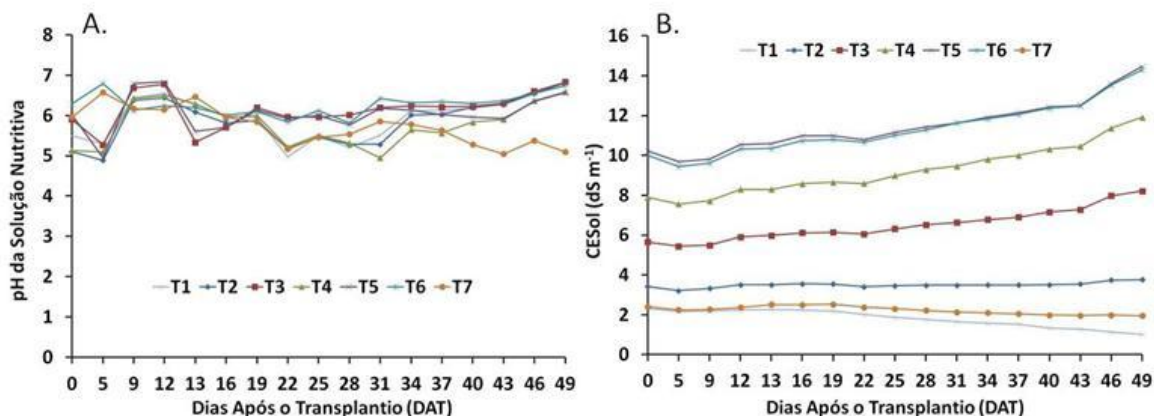


Figura 8. pH (A.) e condutividade elétrica (B.) da solução nutritiva (CESol) ao longo do tempo e em função dos tratamentos. T1- água doce com solução nutritiva convencional; T7- água doce com solução nutritiva orgânica; T2, T3, T4 e T5- águas salobras produzidas com NaCl com condutividade elétrica de 1,45; 3,8; 6,08 e 8,48  $dS\ m^{-1}$ , respectivamente; T6- rejeito de dessalinização diluído e com condutividade de 8,40  $dS\ m^{-1}$ .

Os níveis de salinidade da solução nutritiva (SN) para as águas salobras (T3, T4 e T5- produzidas com NaCl, e T6- produzida com rejeito de dessalinização, com CEa de  $3,8 \text{ dS m}^{-1}$ ;  $6,08 \text{ dS m}^{-1}$ ,  $8,48 \text{ dS m}^{-1}$  e  $8,40 \text{ dS m}^{-1}$ , respectivamente) foram crescentes (Figura 8B.), visto que a reposição do consumo de água foi feita com a própria água de cada tratamento de forma automatizada, com o uso da torneira-bóia. Em outros experimentos com alface (Soares et al., 2007, 2010a e Alves et al., 2011), rúcula (Silva et al., 2012) e girassol (Maciel et al., 2012) reporta-se esse mesmo comportamento de salinização crescente da solução nutritiva a partir da reposição das perdas por evapotranspiração com águas salobras. No caso de T2 (CEa de  $1,45 \text{ dS m}^{-1}$ ), o acúmulo de sais aportados pela água salobra foi compensado pelo consumo de nutrientes pelas plantas, o que levou à estabilidade da salinidade de sua solução nutritiva.

Nos tratamentos T1 (SN convencional) e T7 (SN orgânica), para os quais foi utilizada água doce no preparo da solução nutritiva e reposição da água consumida, observou-se uma tendência de diminuição da salinidade (Figura 8B.). Ao longo do experimento não se procurou corrigir a condutividade elétrica da solução nutritiva, tendo em vista a alta disponibilidade de solução por planta (em torno de 5,5 L), sabendo-se que em hidroponia NFT a disponibilidade mínima recomendada está entre 0,5 e 1 L por planta para culturas como a alface e entre 3 e 4 L por planta para culturas como o tomate (Furlani et al., 1999; Santos, 2009). A literatura especializada não traz recomendações específicas para a cultura do manjeriço.

Foi possível detectar o aparecimento de insetos sugadores que foram facilmente controlados com a aplicação de extrato de nim (Figura 9A.). A ocorrência de ácaros (Figura 9B.) poderia ter causado maiores danos se não tivesse surgido apenas ao final do experimento, pois as aplicações de extrato de nim e calda de fumo não foram eficazes. No entanto, em geral, as plantas se apresentaram com vigor e quase nenhuma infestação de pragas ou doenças que compromettesse o aspecto visual e a produção dos tratamentos (Figura 9C.).

Utilizando a classificação proposta por Pimentel Gomes (1985), que estudou os coeficientes de variação obtidos em ensaios agrícolas, os coeficientes de variação encontrados para as variáveis avaliadas no presente trabalho podem ser

considerados baixos (<10%) ou médios (entre 10 e 20%); isso indica pequeno efeito de fatores não controlados sobre os dados obtidos.



Figura 9. Sintomas do ataque de insetos (A.) e ácaros (B.) em plantas de manjeriço e aspecto geral das plantas aos 49 DAT (C.).

A exposição das plantas de manjeriço à salinidade da água produzida com NaCl não produziu sintomas de toxidez ou deficiências nutricionais, o que está de acordo com a ausência de relatos nas referências levantadas sobre o cultivo dessa espécie em condições salinas. Attia et al. (2009) registraram que sintomas de toxidez não apareceram nas três cultivares de manjeriço que conduziram por 15 dias em condições salinas.

No contraste visual entre as plantas com tratamentos isosmóticos T1 e T7 (Figura 10; Figura 11A.), a solução nutritiva orgânica (T7) apresentou folhas com verde menos intenso; aproximadamente a partir dos 35 a 40 DAT as plantas submetidas à solução orgânica passaram a exibir bronzeamento no limbo foliar das folhas mais velhas, o que evoluiu posteriormente para clorose em sete perfis hidropônicos (não necessariamente adjacentes: 9; 10; 15; 38; 53; 61 e 62). Já os



tratamentos isosmóticos T5 e T6 (Figura 11B.) não apresentaram diferenças aparentes quanto a presença de sintomas.

Entre os tratamentos com diferentes níveis de salinidade da água (Figura 11C.) não se verificou diferença quanto à tonalidade do verde das folhas, mas houve uma aparente redução no tamanho das folhas, dado que não foi medido. Este prejuízo à área foliar também foi identificado em cultivos hidropônicos de manjeriço submetido a deficiências nutricionais (Amaral et al., 1999) e ao estresse salino produzido por NaCl (Tarchoune et al., 2012b; Bernstein et al., 2010). Trabalhando com culturas hidropônicas submetidas à salinidade por NaCl, outros autores verificaram intensificação da cor verde nas folhas de plantas submetidas aos maiores níveis de salinidade: Alves (2011) com rúcula, alface e agrião e Paulus et al. (2012) e Alves et al. (2011) com alface. Ao final do ciclo, por volta dos 43 DAT, plantas de outros tratamentos (T3, T4 e T5) também passaram a exibir bronzeamento no limbo foliar, mas com menor intensidade que as submetidas à SN orgânica (T7).



Figura 10. Plantas de manjeriço, aos 49 DAT, do tratamento solução nutritiva orgânica (T7) com ausência (A.) e presença (B.) de sintomas de clorose e bronzeamento nas folhas.

Ainda tratando da solução nutritiva orgânica (T7), observou-se desde os primeiros dias que as plantas apresentavam coloração verde menos intensa que a de todos os outros tratamentos. Após a aplicação da urina de vaca as plantas passaram a apresentar coloração compatível com a dos demais tratamentos. Experimentos futuros deverão ser conduzidos com essa combinação de extrato



de húmus e urina de vaca visando identificar as doses ótimas e a necessidade de adição de outras fontes de nutrientes.

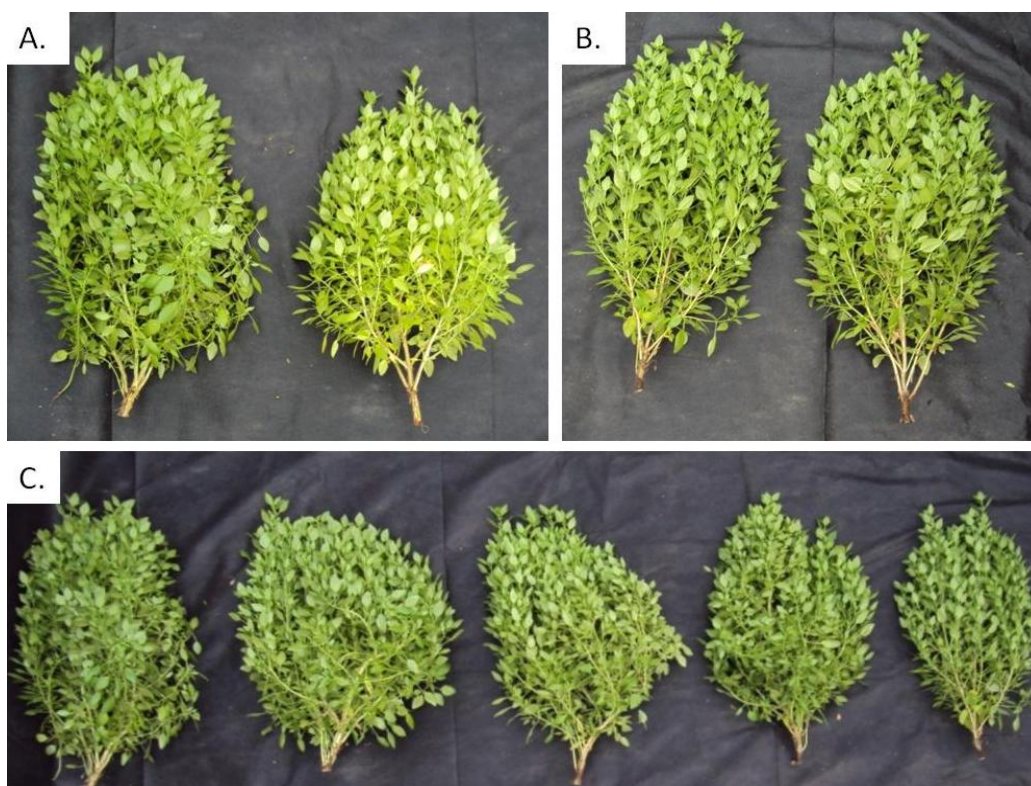


Figura 11. Aspecto geral de plantas de manjericão aos 49 DAT, contrastando os tratamentos: água doce com solução nutritiva convencional (T1, planta da esquerda) versus água doce com solução nutritiva orgânica (T7) (A.); água salobra produzida com NaCl com condutividade de  $8,48 \text{ dS m}^{-1}$  (T5, planta da esquerda) versus rejeito de dessalinização diluído (T6) com condutividade de  $8,40 \text{ dS m}^{-1}$  (B.); água doce (T1, planta da esquerda) versus águas salobras artificiais com condutividades elétricas crescentes de 1,45; 3,8, 6,08 e  $8,48 \text{ dS m}^{-1}$  (C.), respectivamente, da esquerda para direita.

Como comentado anteriormente, a salinidade reduziu visualmente o porte da planta do manjericão, incluindo o tamanho das folhas, o que está de acordo com o relato de vários pesquisadores: Attia et al. (2001) cultivaram duas variedades de manjericão, cv. Genovese Gigante de folha larga e um híbrido de folha estreita, em hidroponia Floating (piscinão), e afirmaram que ambas foram mais tolerantes na produção de biomassa do que no que se refere à expansão da área foliar; Tarchoune et al. (2010), que não detectaram efeito da salinidade sobre o número de folhas por planta de manjericão hidropônico cv. Genovese, observaram redução da biomassa e da área foliar de plantas produzidas com  $25 \text{ mM Na}_2\text{SO}_4$

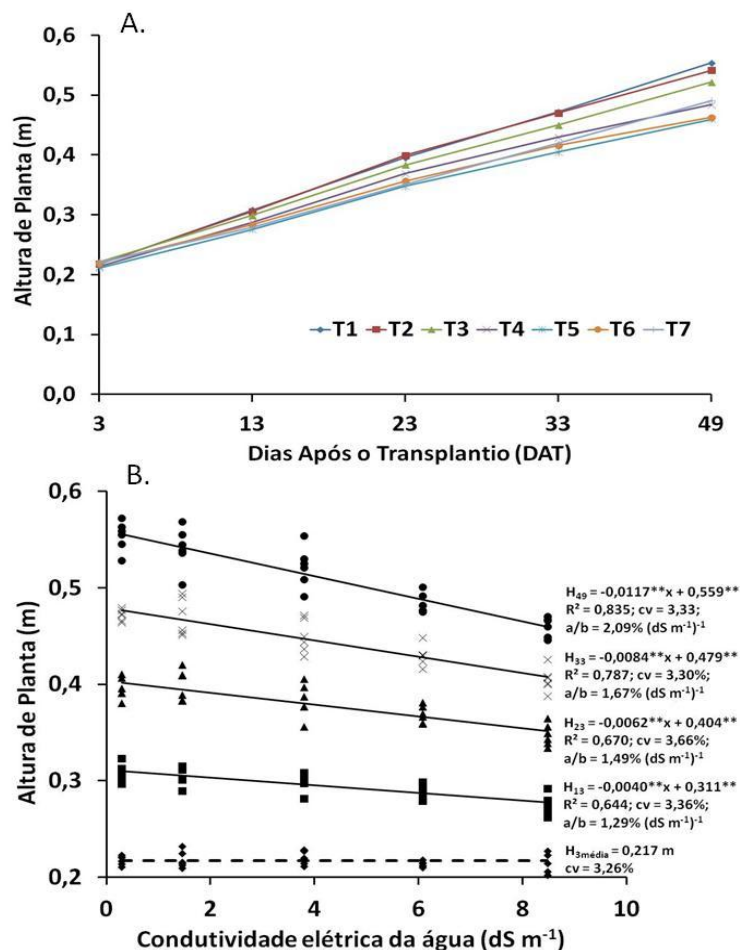
e 50 mM NaCl após 30 dias de submissão; Carrasco et al. (2007) não registraram efeito da salinidade por concentração da solução nutritiva (1,5, 3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) sobre o número de folhas, mas detectaram que o efeito osmótico foi prejudicial ao acúmulo de massa de matéria fresca da parte aérea.

Aos 49 DAT, colheram-se plantas de manjeriço com altura entre 0,46 e 0,55 m, aproximadamente (Figura 12A. e Figura 12B.). Blank et al. (2012) cultivaram diferentes genótipos de *Ocimum basilicum* L. em solo por dois períodos de 180 dias e obtiveram altura de plantas variando de 0,46 a 0,80 m. Silva (2012a), em experimento com manjeriço, de mesma matriz genética que a do presente experimento, mas cultivado com substrato em vasos de 5 L, registrou altura de planta de manjeriço de até 0,50 m, mas aos 60 DAT. Esses dados, obtidos para o mesmo genótipo, demonstraram maior precocidade do manjeriço na hidroponia, em relação ao seu porte. Também em hidroponia, mas com diferente variedade de *Ocimum basilicum*, Carrasco et al. (2007), no Chile, obtiveram altura de plantas entre 0,34 e 0,39 m, submetidas a diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva, por concentração de sais fertilizantes.

Bernstein et al. (2010), após desenvolverem pesquisa hidropônica em Israel sobre o estresse salino em plantas de manjeriço cv. Perrie, afirmaram que o desenvolvimento morfológico das plantas foi limitado pela salinidade da água, encontrando aos 25 DAT uma redução que pode ser estimada em 0,0138 m de altura de planta a cada dS m<sup>-1</sup> na condutividade elétrica da água. No presente experimento, como dentro do esperado, houve uma redução de 0,0117 m de altura de planta por unidade de condutividade elétrica da água (dS m<sup>-1</sup>), aos 49 DAT.

As alturas de plantas analisadas aos 13, 23, 33 e 49 DAT reduziram linearmente em função do aumento da salinidade da água, apresentando reduções de 1,29; 1,49; 1,67 e 2,09% por acréscimo unitário de salinidade em dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, e coeficiente de variação em torno de 3,50%. A altura de planta aos 3 DAT foi estatisticamente uniforme com o incremento da salinidade da água, com uma média de 0,217 m e coeficiente de variação de 3,26% (Figura 12B.). Portanto, a redução percentual de altura do manjeriço em função da CEa

foi detectada só a partir da avaliação aos 13 DAT. A partir daí foi verificado o aumento da redução percentual ao longo do tempo.



\*\*significativo a 1% de probabilidade; CV = coeficiente de variação;  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $r_{xy}$  = coeficiente de correlação linear; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água

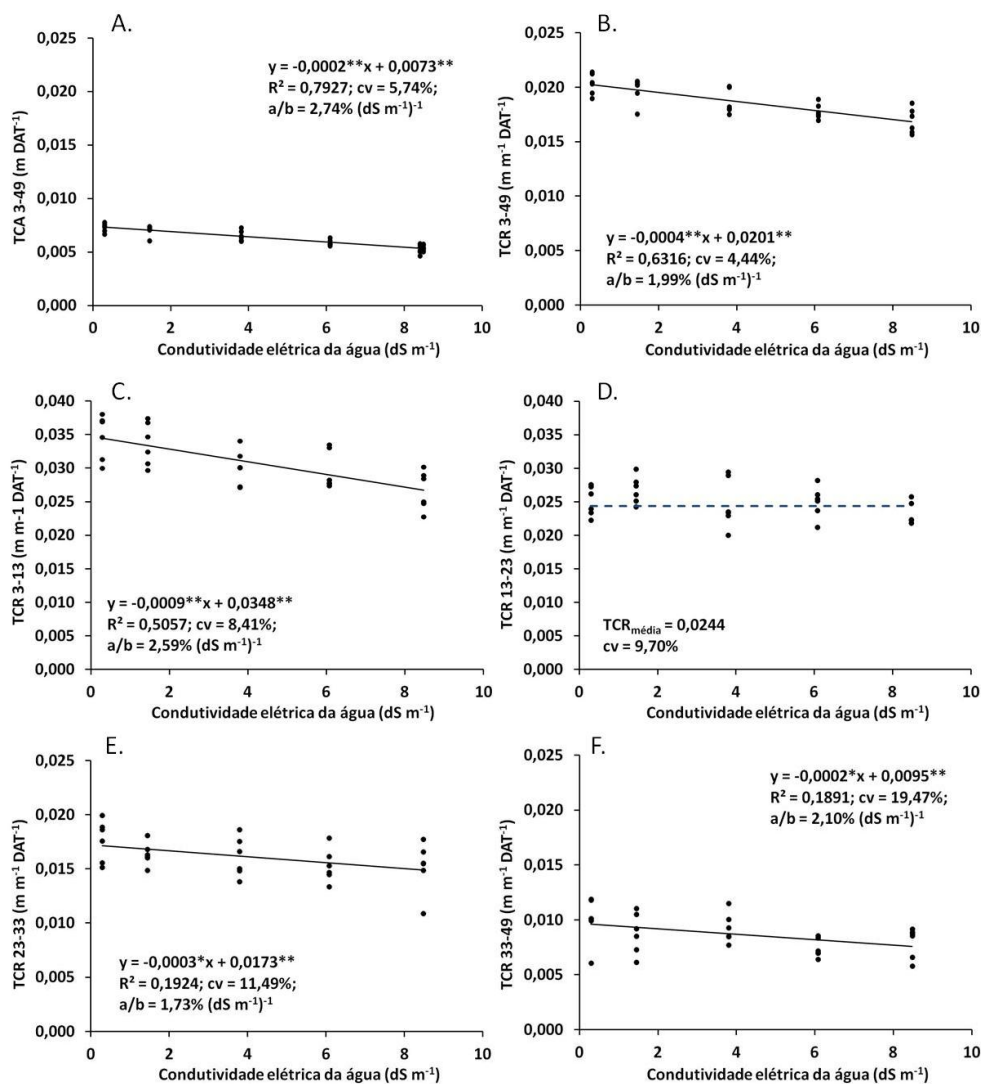
Figura 12. Altura das plantas de manjericão em função dos dias após o transplântio (A.) sob os tratamentos: T1- água doce com solução nutritiva convencional; T7- água doce com solução nutritiva orgânica; T2, T3, T4 e T5- águas salobras produzidas com NaCl com condutividade elétrica de 1,45; 3,8; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente; T6- rejeito de dessalinização diluído e com condutividade de 8,40  $\text{dS m}^{-1}$  e altura das plantas de manjericão (H) aos 3, 13, 23, 33 e 49 dias após o transplântio, em função da condutividade elétrica das águas produzidas com NaCl (B.).

As taxas de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR) e, portanto, a velocidade de crescimento para altura de plantas, foram decrescentes em função do aumento da salinidade da água. Ao longo de todo período de avaliação dos 3 aos 49 DAT, as taxas de crescimento absoluto (Figura 13A.) e relativo (Figura

13B.) reduziram 2,74 e 1,99% para cada aumento unitário da salinidade da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ) e apresentaram baixos coeficientes de variação: 5,74 e 4,44%, respectivamente.

As maiores TCR, independente da salinidade e do tipo de solução nutritiva, foram registradas entre 3 e 13 DAT, ou seja, no intervalo de tempo entre as duas primeiras avaliações. De fato, em análise visual rotineira se verificou que inicialmente a planta cresceu em altura para somente depois aumentar seu volume de copa mediante crescimento das ramificações laterais. Essa observação está de acordo com Blank et al. (2004) que descreveram sobre a morfologia de 55 genótipos do gênero *Ocimum*: estes autores não obtiveram relação direta entre a altura de planta e massa de matéria fresca da parte aérea.

A taxa de crescimento relativo, além de expressar a velocidade do crescimento da altura das plantas, leva em consideração a quantidade de material que está sendo acumulado (Benincasa, 2003; Magalhães, 1979). As taxas de crescimento relativo periódicas da altura das plantas de manjerição dos 3 aos 13 (Figura 13C.), dos 23 aos 33 (Figura 13E.) e dos 33 aos 49 (Figura 13F.) DAT sofreram uma redução linear de 2,59, 1,73 e 2,10% ( $\text{dS m}^{-1}$ )<sup>-1</sup>, respectivamente. No período dos 13 aos 23 DAT a taxa de crescimento relativo da altura das plantas de manjerição apresentou uma média de  $0,0244 \text{ m m}^{-1} \text{ DAT}^{-1}$ , portanto, neste intervalo, as plantas apresentaram o mesmo ritmo de crescimento, independente da salinidade. Isso pode representar certa desaceleração também no crescimento das plantas sujeitas aos menores níveis de salinidade, em função do acúmulo de sais na solução nutritiva. Por outro lado, como a testemunha T1 também teve a velocidade de crescimento reduzida para o mesmo patamar (Tabela 5) é possível que no intervalo de 13-23 DAT as plantas estivessem mobilizando mais fotoassimilados para seu crescimento horizontal (ramificações).



\* = significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* = significativo pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.; CV = coeficiente de variação;  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $r_{xy}$  = coeficiente de correlação linear; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água

Figura 13: Taxa de crescimento absoluto (TCA) no período de 3-49 DAT (A.) e taxa de crescimento relativo (TCR) nos períodos de 3-49 (B.), 3-13 (C.), 13-23 (D.), 23-33 (E.) e 33-49 (F.) DAT das alturas de planta de manjericão.

Quanto aos tratamentos isosmóticos (Tabela 5), os tratamentos com NaCl (T5) e com rejeito de dessalinização (T6) não apresentaram diferenças significativas quanto às alturas, nem quanto às taxas de crescimento absoluto e relativo pelo teste de média a 5% de probabilidade.

O tratamento com SN convencional (T1) foi superior ao tratamento com SN a base de húmus (T7) quanto às alturas das plantas aos 13, 23, 33 e 49 DAT, à taxa de crescimento absoluto dos 3 aos 49 DAT e às taxas de crescimento relativo dos 3 aos 13 e dos 3 aos 49 DAT. Esses resultados demonstram que a

solução nutritiva orgânica foi incapaz de manter plantas com o mesmo porte das produzidas com a solução nutritiva convencional. Não houve diferença significativa entre T1 e T7 nas taxas de crescimento relativo da altura das plantas dos 13 aos 23, dos 23 aos 33 e dos 33 aos 49 DAT. Mais uma vez, atribui-se ao crescimento dos ramos laterais a não detecção de diferenças estatísticas nas taxas de crescimento relativo.

Portanto, a taxa de crescimento relativo da altura de plantas não foi um parâmetro muito sensível para detectar os efeitos da salinidade na cultura do manjeriço hidropônico a partir do instante em que o genótipo estudado passou a mobilizar energia para seus ramos laterais. Conforme apresentado por Fatemi & Aboutalebi (2012), que cultivaram manjeriço no Irã, utilizando de 0 a 8 g de NaCl por L (CE de até aproximadamente 14 dS m<sup>-1</sup>), a salinidade reduz a altura de planta, mas também o número de ramos laterais.

Tabela 5. Resultado da análise de variância e do teste de média aplicado às variáveis altura e taxas de crescimento absoluto e relativo das alturas de planta de manjeriço

Variável	CV (%)	d.m.s.	pr>F <sub>c</sub> para Bloco	Teste de média							
				T1	T5	T6	T7				
H <sub>3</sub> DAT	3,44	0,012	0,4117 <sup>ns</sup>	0,2177	a	0,2113	a	0,2192	a	0,2203	a
H <sub>13</sub> DAT	2,85	0,013	0,2869 <sup>ns</sup>	0,3080	a	0,2758	b	0,2833	b	0,2787	b
H <sub>23</sub> DAT	2,48	0,015	0,1041 <sup>ns</sup>	0,3958	a	0,3478	b	0,3565	b	0,3505	b
H <sub>33</sub> DAT	2,27	0,016	0,2217 <sup>ns</sup>	0,4718	a	0,4047	b	0,4157	b	0,4193	b
H <sub>49</sub> DAT	3,10	0,025	0,9870 <sup>ns</sup>	0,5537	a	0,4597	c	0,4625	c	0,4905	b
TCA 3-49 DAT	8,68	0,000	0,7609 <sup>ns</sup>	0,0073	a	0,0053	b	0,0053	b	0,0062	b
TCR 3-13 DAT	9,60	0,004	0,6173 <sup>ns</sup>	0,0347	a	0,0267	b	0,0258	b	0,0233	b
TCR 13-23 DAT	9,15	0,004	0,5495 <sup>ns</sup>	0,0250	a	0,0232	a	0,0230	a	0,0230	a
TCR 23-33 DAT	10,76	0,003	0,1854 <sup>ns</sup>	0,0178	ab	0,0153	ab	0,0152	b	0,0182	a
TCR 33-49 DAT	20,92	0,003	0,3360 <sup>ns</sup>	0,0100	a	0,0082	ab	0,0068	b	0,0098	ab
TCR 3-49 DAT	6,27	0,002	0,6760 <sup>ns</sup>	0,0200	a	0,0170	b	0,0173	b	0,0173	b

Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação; d.m.s. = diferença mínima significativa; pr>F<sub>c</sub> = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; T1 = tratamento de água doce; T5 = tratamento de água salobra produzida com NaCl; T6 = água de rejeito de dessalinização diluído; T7 = água doce com solução nutritiva orgânica; H<sub>i</sub> DAT = altura das plantas de manjeriço aos i dias após o transplante; TCA = taxa de crescimento absoluto; TCR = taxa de crescimento relativo; ns = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Simon et al. (1999) investigaram 42 diferentes variedades de manjeriço nos mercados da América do Norte e apresentaram uma variação de altura de planta de 0,20 a 0,58 m com média de 0,39 m. Para essas cultivares, eles reportaram MFPA e MSPA variando de 211 a 883 g (média de 519 g) e de 42 a 211 g (média de 102,86 g), respectivamente.

Prisco & Gomes Filho (2010) afirmam que o estresse salino compromete a expansão e divisão das células, o crescimento vegetativo e reprodutivo e acelera a senescência das folhas. Dias et al. (2011) e Lima et al. (2007), cultivando diferentes culturas em meio salino, também comprovaram que, para conservação de energia, as plantas tendem a reduzir o número de folhas e a área foliar, dentre outros mecanismos de redução das perdas de água, o que reflete uma redução na produção.

No presente experimento, o maior valor médio de MFPA aos 49 DAT foi cerca de 230 g por planta, obtido com desvio padrão de 18 g, sendo relacionado ao tratamento com SN convencional em condição não salina (T1) (Tabela 6). Silva (2012a), trabalhando com a mesma variedade de manjeriço no mesmo município do presente trabalho, obteve uma máxima MFPA de aproximadamente 155 g por planta aos 90 DAT. Esses resultados exemplificam como as plantas do tratamento testemunha (T1) produziram acima do esperado, para o mesmo genótipo. Leonardo (2007), em aproximadamente 70 DAT, produziu manjeriço cv. 'Genovese' em solo, em São Paulo, com até 166,8 g por planta de MFPA. Lachowicz et al. (1997) investigaram cinco variedades de manjeriço, na Austrália, e apresentaram massa fresca de parte aérea entre 100 e 290 g, aos 90 DAT, em solo. Já Fernandes et al. (2004), em São Paulo, trabalhando em hidroponia Floating com manjeriço de folha estreita (*O. minimum*) e manjeriço folha larga (*O. basilicum*), registraram MFPA de 483 e 452g por planta, respectivamente, acumuladas em duas épocas de colheita (30 e 54 DAT). Carrasco et al. (2007) obtiveram 110,33 g de máxima MFPA de manjeriço em sistema hidropônico NFT, com ciclo de outubro a janeiro. Em síntese, a MPFA produzida por planta no presente trabalho está dentro da faixa de registro na literatura.

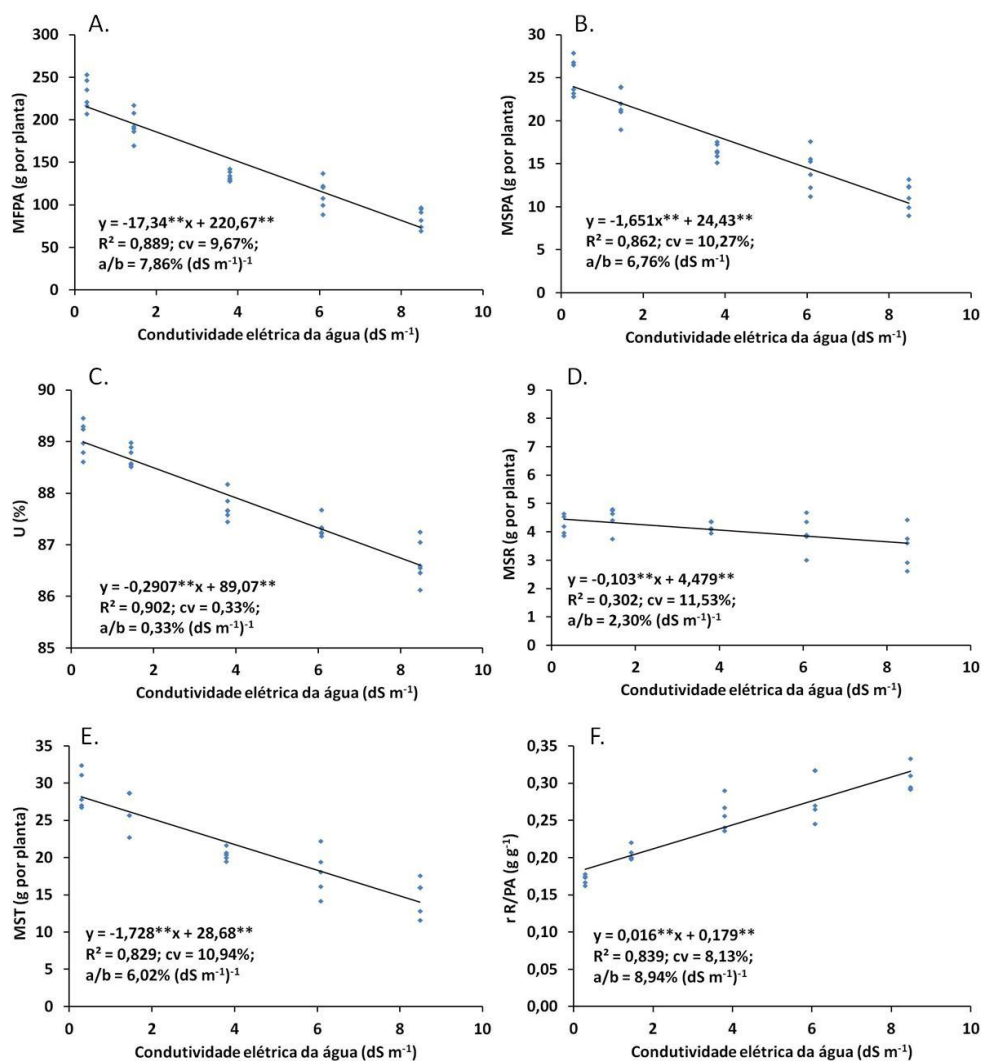
As massas de matéria fresca e seca da parte aérea do manjeriço foram linearmente reduzidas com o aumento da salinidade das águas salobras produzidas com NaCl, registrando-se, para cada aumento unitário na salinidade dessas águas (em  $\text{dS m}^{-1}$ ) reduções de 7,86% (Figura 14A.) e 6,76% (Figura 14B.), respectivamente. Em condições de salinidade da água e sistema hidropônico de produção equivalentes às do presente experimento, Santos et al. (2010), cultivando alface com uso exclusivo de águas salobras, encontraram reduções em torno de 16,50 e 14,5 % por elevação unitária da salinidade da água ( $\text{dS m}^{-1}$ ), para MFPA e MSPA, respectivamente. Paulus et al. (2010), também em hidroponia NFT com águas salobras, obtiveram reduções de massas de matéria fresca e seca da parte aérea da alface de 14,11 e 7,91% por incremento unitário da salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ), respectivamente. Também para a cultura da alface, Alves et al. (2011) obtiveram reduções na MFPA de 7% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ); para as culturas da rúcula e do agrião, Alves (2011) obteve reduções de 10,72% e 7,95%, respectivamente; para a cultura do agrião e da couve-chinesa, Dantas (2012) reportou perda de 10,97% e 13,86%, respectivamente.

Portanto, a redução relativa obtida para manjeriço no presente experimento está no patamar dos menores valores obtidos em experimentos com a mesma metodologia; esse resultado é ainda mais importante, pois no caso dessa cultura, devido à menor precocidade de seu ciclo, o período de submissão às águas salobras foi maior que nas demais culturas, o que representa maior nível de aporte de sais. Maciel et al. (2012), trabalhando com outra cultura de maior ciclo de produção, qual seja girassol ornamental (em torno de 63 DAT), também reportaram resultado promissor com redução de 5,78 % para cada aumento unitário na salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ) na MFPA; deve-se ressaltar que o melhor resultado de Maciel et al. (2012) pode estar relacionado à reposição de nutrientes que fizeram ao longo do ciclo, procedimento esse distinto do presente trabalho.

Heidari (2012), trabalhando com três níveis de salinidade da água (0, 3 e 6  $\text{dS m}^{-1}$ , promovidos por NaCl) em solução nutritiva, constatou redução de 17,8% na produção de massa de matéria fresca de manjeriço ao utilizar o maior nível de salinidade em relação à condição não-salina. No presente trabalho, tem-se uma



estimativa de 47 % de perda de MFPA ao se projetar o uso de uma água com 6  $\text{dS m}^{-1}$ . Portanto, uma redução quase 2,5 vezes maior que a encontrada por Heidari (2012). A explicação para isso está no fato de que Heidari (2012) submeteu suas plantas à salinidade por apenas 20 dias; além disso, ele promoveu a troca da solução semanalmente, garantindo nível constante de íons nutrientes e ao mesmo tempo não permitindo o acúmulo proporcional de íons tóxicos.



\*\*significativo a 1% de probabilidade; CV = coeficiente de variação;  $R^2$  = coeficiente de determinação;  $r_{xy}$  = coeficiente de correlação linear; a/b = redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário na salinidade da água

Figura 14. Produção de massa de matéria fresca (MFPA) (A.) e seca (MSPA) (B.) da parte aérea, teor de água na parte aérea da planta (C.), produção de matéria seca das raízes (MSR) (D.) e de toda a planta (MST) (E.) e relação entre as massas de matéria seca das raízes e parte aérea (r R/PA) (F.) do manjericão em função da condutividade elétrica das águas (CEa) produzidas com NaCl.

O teor de água da parte aérea apresentou uma redução de 0,33% por  $\text{dS m}^{-1}$  na salinidade da água e alto coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,902$ ) (Figura 14C.), além de baixo coeficiente de variação (0,33%). Tal redução, significativa, apesar de baixa em relação às outras variáveis, tem grande impacto na textura das folhas. O turgor é necessário para o alongamento celular e, por conseguinte, para a expansão dos tecidos e crescimento da parte aérea. Esse efeito sobre a umidade da parte aérea foi registrado em outros trabalhos, com hortaliças folhosas hidropônicas submetidas à salinidade da água (Silva et al., 2012; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010a), e relacionada ao aspecto coriáceo das folhas. Longstreth & Nobel (1978) identificaram que o aumento da concentração de NaCl em soluções hidropônicas resultou maior succulência das folhas e maior espessura do mesófilo para feijão, algodão e atriplex. No presente trabalho não se registrou esse sintoma, nem visualmente nem ao tato.

Também foi registrada diferença significativa no teor de água da parte aérea entre os tratamentos qualitativos (Tabela 6): a testemunha (T1) apresentou maior umidade que os demais tratamentos, mas não houve diferença entre os tratamentos isosmóticos T5 (NaCl) e T6 (água subterrânea salobra). O aumento da salinidade no meio de cultivo provoca estresse nas plantas sensíveis que não são capazes de absorver água nessas condições e, segundo Dias et al. (2010), sofrem decréscimo de turgor, levando as plantas ao estresse hídrico, por osmose. O efeito osmótico restringe o transporte de água nas plantas que, segundo Silveira et al. (2010), é na realidade uma resposta fisiológica de adaptação e não um dano sofrido pelo estresse salino. Assim como verificado no presente trabalho, Troncoso et al. (1999), trabalhando com plântulas de porta-enxerto de videira mantidas *in vitro*, registraram redução no teor de água da parte aérea em função do aumento da salinidade; também registraram que essa redução foi menor em genótipos tolerantes. Bernstein et al. (2010), trabalhando com manjeriço hidropônico, observaram que o teor de água de caule e folhas foi pouco influenciado até uma concentração de 75 mM de NaCl ( $\text{CEa} \approx 7,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), mas com redução de 1,13% desse ponto até 130 mM de NaCl. Por outro lado, Attia et al. (2009) não detectaram efeito da salinidade sobre o teor de água da parte aérea de três variedades de manjeriço submetidas à salinidade. Ressalta-se, porém, que esses últimos autores compararam a hidratação dos tecidos entre

apenas dois níveis de salinidade, 25 e 50 mM de NaCl ( $CEa \approx 2,5$  e  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), além de não contrastá-los com as suas testemunhas.

Em relação à solução nutritiva orgânica (T7) a menor hidratação na parte aérea pode ser explicada pela agregação de sólidos em suspensão no sistema radicular, prejudicando a oxigenação das plantas. Segundo Melo et al. (2003), que trabalharam com esgoto tratado na produção hidropônica, o acúmulo excessivo de material em suspensão na raiz das plantas pode desencadear um processo de anaerobiose, com a formação de gases e subprodutos do metabolismo da planta, os quais podem afetar a estrutura dos vegetais; os autores acrescentam que esse problema é menos grave em sistemas deficientes em aeração artificial. Bączek-Kwinta et al. (2008), trabalhando com manjeriço submetido ao estresse por excesso de água no solo, reportaram que a umidade das folhas é significativamente reduzida nesta condição.

No presente trabalho a adoção da técnica NFT garante aeração à solução nutritiva. Por outro lado, foi observado durante a colheita que muitas raízes de plantas submetidas à solução orgânica (T7) estavam com radículas voltadas para cima, levantando-se a suspeita de falta de oxigenação no meio. O procedimento adotado no presente trabalho conduziu a uma solução rica em sólidos em suspensão; isso levou à precipitação de sólidos e à redução da vazão nos sistemas injetores (dados não avaliados). Em trabalhos futuros com o tratamento de extrato de húmus deve se controlar esse problema.

A redução relativa do acúmulo de massa de matéria seca pela planta (MST), qual seja  $6,02\% (\text{dS m}^{-1})^{-1}$  (Figura 14E.), foi mais relacionada com o efeito negativo dos sais sobre a parte aérea ( $6,76\%$ ) do que sobre o sistema radicular ( $2,30\%$ ) (Figura 14D.). Esse maior impacto da salinidade sobre a parte aérea na cultura do manjeriço foi reportado por Carrasco et al. (2007). Em função disso, a relação R/PA, entre as massas de matéria das raízes e da parte aérea, aumentou significativamente com o incremento da salinidade ( $8,94\%$  por  $\text{dS m}^{-1}$ ) (Figura 14F.), revelando que a salinidade promoveu alteração expressiva na partição da massa seca da planta. Maciel et al. (2012) encontraram resultados similares para razão raiz/parte aérea no cultivo de girassol em hidroponia NFT submetido a salinidade da água, com incremento de  $12,26\%$  para cada aumento unitário da

salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ), e também atribuíram esse aumento à redução da massa de matéria na parte aérea. Já Bernstein et al. (2010) não demonstraram alteração considerável na relação raiz/parte aérea do manjericão hidropônico em função da salinidade.

A produção relativa da massa de matéria fresca de cada tratamento em relação a testemunha diminuiu com o incremento da salinidade, sendo o menor valor de 36,94% apresentado pelo tratamento de maior salinidade com NaCl (T5) (Figura 15). Apesar de tamanha redução da produção relativa, não se detectou presença de sintomas de toxidez nas plantas dos tratamentos com águas salobras que prejudicasse a sua comercialização, o que é um fato bastante positivo principalmente para quem dispõe dessa qualidade de água. A produção relativa baixa nos tratamentos mais salinizados pode ser compensada pelo adensamento das plantas, reduzindo o espaçamento entre elas.

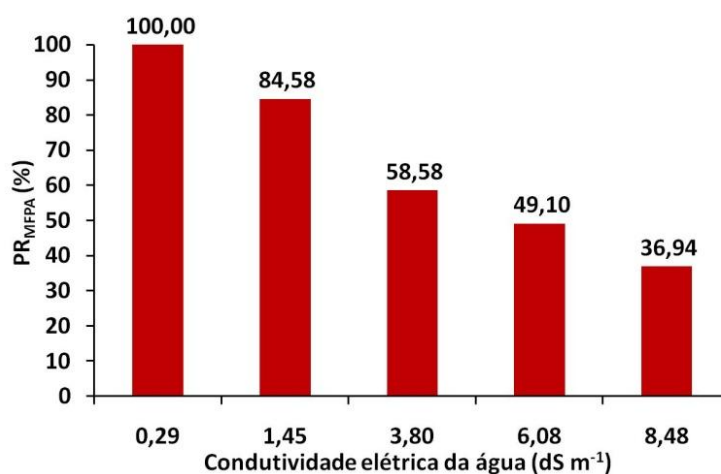


Figura 15. Produção relativa da massa de matéria fresca ( $PR_{MFPA}$ ) da parte aérea do manjericão em função da condutividade elétrica das águas (CEa) produzidas com NaCl.

Em relação aos tratamentos qualitativos, as massas de matéria fresca e seca, umidade na parte aérea, produção relativa e rendimentos das massas de matéria fresca e seca da parte aérea de manjericão produzido com extrato de húmus (T7) e com rejeito de dessalinização (T6) foram menores que as obtidas com a testemunha (T1) (Tabela 6). Ao se comparar essas mesmas variáveis, somadas à massa de matéria seca da raiz e à relação raiz/parte aérea, entre plantas

produzidas com rejeito (T6) e com NaCl com CE correspondente (T5), também não foram registradas diferenças significativas. Portanto, dentro desse contraste com tratamentos isosmóticos (T5 x T6) não houve diferença entre as variáveis, sendo o efeito das composições químicas específicas de cada água menos importante que o efeito osmótico. Sonneveld (2004) relata que esse tipo de resposta é encontrado em condições de cultivo sem solo quando se trabalha com águas salobras; posteriormente, Soares (2007), utilizando águas salobras no cultivo da alface, encontrou resultados semelhantes em condições hidropônicas.

Para as variáveis MSR, MST e r R/PA não se avaliou o efeito da solução nutritiva orgânica, uma vez que as raízes acumularam muita matéria orgânica.

Tabela 6. Resultado da análise de variância e do teste de média (Tukey a 5%) aplicado às variáveis de crescimento e produção do manjeriço

Variável	CV (%)	d.m.s.	pr>F <sub>c</sub> para Bloco	Teste de média							
				T1	T5	T6	T7				
MFPA (g)	7,59	16,741	0,0681	229,83	a	84,68	c	96,71	c	118,81	b
MSPA (g)	7,15	1,875	0,0101	25,14	a	11,29	c	12,83	bc	13,76	b
U (%)	0,39	0,576	0,4077	89,06	a	86,67	c	86,72	c	88,43	b
MSR (g)	8,77	1,009	0,2164	4,24	b	3,47	b	3,64	bc	-	
MST (g)	7,15	2,924	0,0221	29,06	a	14,82	b	16,47	bc	-	
rR/PA (g g <sup>-1</sup> )	6,57	0,005	0,8205	0,17	c	0,30	b	0,28	bc	-	
PR <sub>MFPA</sub> (%)	5,94	5,712	0,1255	100,00	a	36,94	c	42,07	c	52,01	b

Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação; d.m.s. = diferença mínima significativa; pr>F<sub>c</sub> = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; T1 = tratamento de água doce; T5 = tratamento de água salobra produzida com NaCl; T6 = água de rejeito de dessalinização diluído; T7 = água doce com solução nutritiva orgânica; MFPA = massa da matéria fresca da parte aérea; MSPA = massa de matéria seca da parte aérea; U = teor de água da parte aérea; MSR = massa de matéria seca da raiz; MST = massa de matéria seca da planta; r R/PA = razão entre a MFPA e a MSPA; PR<sub>MFPA</sub> = produção relativa da MFPA; PR<sub>MSPA</sub> = produção relativa da MSPA; ns = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \* = significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* = significativo pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

O uso de águas salinizadas com NaCl não produziu sintomas visuais de deficiência ou toxidez que pudessem comprometer a comercialização das plantas de manjeriço;

A solução nutritiva orgânica produziu plantas sintomáticas com clorose e bronzeamento, que foi iniciada nas folhas mais velhas e evoluiu para toda a planta de manjeriço, provocando abscisão foliar na maioria das plantas;

A salinidade da água reduziu o teor de água na parte aérea do manjeriço, seu crescimento em altura e seu acúmulo de massas de matéria na parte aérea e no sistema radicular;

A redução relativa da massa de matéria fresca da parte aérea do manjeriço foi 7,85% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ );

O uso de água salobra de rejeito de dessalinização não causou efeitos diferenciados sobre a produção do manjeriço quando comparado com o uso de água salobra isosmótica produzida artificialmente com NaCl.

## AGRADECIMENTOS

A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para execução dos projetos, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Mestrado, à Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB) pela concessão de dados e informações; à empresa Plasnova Louveira Indústria e Comércio Ltda. pelo fornecimento de produtos que auxiliaram nessa pesquisa.

## LITERATURA CITADA

- Almeida, O. A. Informações meteorológicas do CNP: Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF. 1999. 35p. Documentos, 34.
- Alves, M. S. Estratégias de usos de águas salobras no cultivo de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT. Cruz das Almas: UFRB, 2011. 100p. Tese de Doutorado.
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- 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 manjeriço, (*Ocimum sp.*) em cultivo hidropônico. Revista Ceres, v.46, n.265, p.297-308, 1999.
- Attia, H.; Karray, N.; Ellili, A.; Msilini, N.; Lachaâl, M. Sodium transport in basil. Acta Physiologiae Plantarum, v.31, n.5, p.1045-1051, 2009.
- Attia, H.; Ouhibi, C.; Ellili, A.; Msilini, N.; Bouzaïen, G; Karray, N.; Lachaâl, M. Analysis of salinity effects on basil leaf surface area, photosynthetic activity, and growth. Acta Physiologiae Plantarum, v.33, p.823-833, 2011.
- Bączek-Kwinta, R.; Tokarz, K.; Czyczyło-Mysza, I. Differential response of lemon balm (*Melissa Officinalis* L.) and basil (*Ocimum Basilicum* L.) to the impact of drought and root submergence. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, v.524, p.127-135, 2008.
- Bahia Rural. Pesquisadores da UFRB desenvolvem novo sistema para aproveitar água salobra. Disponível em: <http://g1.globo.com/videos/bahia/bahia-rural/t/todos-os-videos/v/pesquisadores-da-ufrb-desenvolvem-novo-sistema-para-aproveitar-agua-salobra/2329158/>. Acesso em: 07/01/2013.
- Benincasa, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- 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, 167-177, 2010.
- 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.
- Blank, A. F.; Rosa, Y. R. S.; Carvalho Filho, J. S.; Santos, C. A.; Arrigoni-Blank, M. F.; Niculau, E. S.; Alves, P. B. A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil. *Industrial Crops and Products*. v.38, p.93-98, 2012.
- Carrasco, G.; Izquierdo, J. La empresa hidropônica de mediana escala: La técnica de La solución nutritiva recirculante (“NFT”). Oficina Regional de La FAO para América Latina y El Caribe. Universidade de Talca, 1996. 60 p.
- Carrasco, G.; Ramírez, P.; Vogel, H. Efecto de La conductividade 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.
- Costa, C. M. G. R.; Santos, M. S.; Barros, H. M. M.; Agra, P. F. M.; Farias, M. A. A. Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento in vitro de *Erwinia carotovora*. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v. 3, n. 3, p. 35-38, 2009.
- CPRM – Serviço Geológico de Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, diagnóstico do município de Santa Bárbara – Bahia. Salvador. Salvador: CPRM, 2005, 23p.
- Cuartero, J.; Fernández-Muñoz, R. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, v.78, n.1, p.31-81, 1998.
- Dantas, R. M. L. Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa. Recife: UFRPE, 2010. 85p. Dissertação Mestrado.
- Dias, N. S.; Brito A. A. F.; Souza Neto, O. N.; Lira, R. B.; Brito, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. *Revista Caatinga*, v.22, n.4, p.158-162, 2009.
- Dias, N. S.; Lira, R. B.; Brito, R. F.; Souza Neto, O. N.; Ferreira Neto, M.; Oliveira, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da



- dessalinização de água em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.1-5, 2010.
- Dias, N., S.; Souza Neto, O. N.; Cosme, C. R.; Jales, A. G. O.; Rebouças, J. R. L.; Oliveira, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.10, p.991-995, 2011.
- Fatemi, R.; Aboutalebi, A. Evaluation of the interaction of salinity and salicylic acid on Sweet basil (*Ocimum basilicum*) properties. *Annals of Biological Research*, v.3, n.11, p.5106-5109, 2012.
- Fernandes, P. C.; Facanali, R.; Teixeira, J. P. F.; Furlani, P. R.; Marques, M. O. M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2, p. 260-264, 2004.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- Franson, M. A. H. Standard methods for examination of water and wastewater. 19 ed. Washington: American Public Health Association, 1995. 1074p.
- Frantz, J. M.; Welbaum, G. E. Producing horticultural crops using hydroponic tobacco transplant systems. *Horttecnology*, v.8, n.3, p.392-395, 1998.
- Furlani, P. R. Instruções para Cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. Campinas: IAC, 1998. 30p. Boletim do Instituto Agrônomo de Campinas, 168.
- Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52p. Boletim Técnico, 180.
- Gautam, R. K.; Nayak, A. K.; Sharma, D. K.; Qadar, A. Morphological and chemical fingerprinting of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes grown in sodic soil. *Agrochimica*, v.54, n.5, p.289-302, 2010.
- Hassanpouraghdam, M. B.; Gohari, G. R.; Tabatabaei, S. J.; Dadpour, M. R.; Shirdel, M. NaCl salinity and Zn foliar application influence essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Agriculturae Slovenica*, v.97, n.2, p.93–98, 2011.

- Heidari, M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. *African Journal of Biotechnology*, v.11, n.2, p.379-384, 2012.
- Hochmuth, R.C.; Davis, L.L.L.; Laughlin, W.L.; Simonne, E. Evaluation of organic nutrient sources in the production of greenhouse hydroponic basil. Suwannee Valley: University of Florida, 2003, 7p. Research Report.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática. <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>  
Acesso em: 08 Dez. 2012.
- Klimánková, E.; Holadová, K.; Hajšlová, J.; Čajka, T.; Poustka, J.; Koudelab, M. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry*, v.107, n.1, p.464-472, 2008.
- Lachowicz, K. J.; Jones, G. P.; Briggs, D. R.; Bienvenu, F. E.; Palmer, M. V.; Mishra, V.; Hunter, M. M. Characteristics of plants and plant extracts from five varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Australia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.45, n.7, p.2260-2265, 1997.
- Leonardo, M. Produção de óleo essencial associado à deficiência hídrica em plantas de *Ocimum basilicum* L. cv. Genovese. Botucatu: UNESP, 2007. 94p. Tese de Doutorado.
- Maciel, M. P.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Rezende, E. P. L.; Oliveira, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165-172, 2012.
- Magalhães, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: Ferri, M.G.(coord.). *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU/EDUSP, v.1, 1979. p.331-350.
- Malheiros, S. M. M.; Silva, E. F. F.; Medeiros, P. R. F.; Pedrosa, E. M. R.; Rolim, M. M.; Santos, A. N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.10, p.1085-1092, 2012.

- Mathews, S.; Singhal, R. S.; Kulkarni, P. R. *Ocimum basilicum*: A new non-conventional source of fibre. *Food Chemistry*, v.47, n.4, p.399-401, 1993.
- Matiz, G.; Osorio, M. R.; Camacho, F.; Atencia, M.; Herazo, J. Diseño y evaluación *in vivo* de fórmulas para acne basadas em aceites esenciales de naranja (*Citrus sinensis*) albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y ácido acético. *Biomédica*, v.32, n.1, p.125-133, 2012.
- Matos, T., M., F. Manejo agroecológico de manjeriçao (*Ocimum basilicum* L.). Cruz das Almas: UFRB. 2011. 46p. Dissertação Mestrado.
- Melo, H.N.S.; Andrade Neto, C.O.; Mendonça, F.C.; Marques, M.O.; Pivelli, R.P. Uso de esgoto tratado em hidroponia. In: Bastos, R. K. X. (coord.) Utilização de esgotos tratados em fertirrigação, hidroponia e piscicultura. Rio de Janeiro: ABES/RiMa, 2003, cap.5, p. 157-192.
- Paula, L.; Rolim, M. M.; Bezerra Neto, E.; Soares, T. M.; Pedrosa, E. M. R.; Silva, E. F. F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.9, p.931-939, 2011.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Frizzone, J. A.; Soares, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.1, p.29-35, 2010.
- Paulus, D.; Paulus, E.; Nava, G. A.; Moura, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. *Revista Ceres*, v.59, n.1, p.110-117, 2012.
- PESAGRO-RIO - Empresa de pesquisa agropecuária do Rio de Janeiro. Unina de vaca: alternativa eficiente e barata. 2ed. Niterói: PESAGRO-RIO, 2002, 12 p. Documentos, 96.
- PGO Horticulture Limited. Hydroponic basil production. <http://www.pgohort.co.nz/resources/1/crop%20data/Basil%20data.pdf>. Acesso em: 18 Fev. 2012.
- Pimentel Gomes, F. Curso de estatística experimental. São Paulo: Nobel. 1985. 467p.

- Prasad, A.; Lal, R. K.; Chattopadhyaya, A.; Yadav, V. K.; Yadav, A. Response of basil species to soil sodicity stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.38, n.19-20, p.2705-2715, 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, 2010. Cap.10, p.143-159.
- 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.
- Ramírez-Sandoval, M.; Melchor-Partida, G. N.; Muñiz-Hernández, S.; Girón-Pérez, M. I.; Rojas-García, A. E.; Medina-Díaz, I. M.; Robledo-Marenco, M. I.; Velázquez-Fernández. Phytoremediatory effect and growth of two species of *Ocimum* in endosulfan polluted soil. *Journal of Hazardous Materials*. v.192, p. 388-392, 2011.
- Rodrigues, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.
- Said-Al Ahl, H. A. H.; Meawad, A. A.; About-Zeid, E. N.; Ali, M. S. Response of different basil varieties to soil salinity. *International Agrophysics*, v.24, n.2, p.183-188, 2010.
- Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.9, p.961-969, 2010.
- Santos, F. C. C; Vogel, F. S. F.; Monteiro, S. G. Essential basil oil effect (*Ocimum basilicum* L.) on cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *in vitro* experiments. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, n.3, p.1133-1140, 2012.
- Santos, O. S. Hidroponia. Santa Maria: UFSM/Colégio politécnico, 2009. 392p.
- Shannon, M. C.; Grieve, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, v. 78, n.1-4, p. 5-38, 1999.

- 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, n.1, 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: UFRB, 2012a. 65p. Dissertação Mestrado.
- Silva, J. S. Uso de águas salobras do Semiárido e do Recôncavo Baiano na produção de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT. Cruz das Almas: UFRB, 2012b. 160p. Dissertação Mestrado.
- Silva, L. M.; Alquini, Y.; Cavallet, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. *Acta Botânica Brasilica.*, v.19, n.1, p.183-194, 2005.
- Silveira, J. A. G.; Silva, S. L. F.; Silva, E. N.; Viégas, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, 2010. Cap.11, p.161-179.
- Simon, J. E.; Morales, M. R.; Phippen, W. B.; Vieira, R. F.; Hao, Z. Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. In: Janick, J. (ed.). *Perspectives on new crops and new uses*. Purdue Agricultural Research Programs, Purdue University, West Lafayette, 1999, p.499-505.
- Soares, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao semi-árido brasileiro. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007. 267p. Tese de Doutorado.
- Soares, T.M.; Duarte, S.N.; Silva, E.F.F.; Jorge, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.7, p.705-714, 2010a.
- Soares, T. M.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. F.; Paz, V. P. S.; Barcelos-Oliveira, J. L. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (ed.) *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza, INCTSal, 2010b. Cap.19, p.337-363.

- Sonneveld, C. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: su manejo. In: Gavilán, M.U. (coord.). Tratado de cultivo sin suelo. Madrid, Mundi Prensa, 2004. cap.8, p. 305-367.
- Storey, R.; Walker, R. R. Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae*, v.78, n.1, p.39-81, 1998.
- Tarchoune, I.; Degl'Innocenti, E.; Kaddour, R.; Guidi, L.; Lachaâl, M.; Navari-Izzo, F.; Ouerghi, Z. Effects of NaCl or Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.34, n.2, p.607-615, 2012a.
- Tarchoune, I.; Sgherri, C; Izzo, R.; Lachaâl, M.; Navari-Izzo, F.; Ouerghi, Z. Changes in the antioxidative systems of *Ocimum basilicum* L. (cv. Fine) under different sodium salts. *Acta Physiologiae Plantarum*, v.34, n.5, p.1873-1881, 2012b.
- Teixeira, N. T.; Vital, W. M.; Macedo, F. B.; Almeida, F.; Andrade, R.C. Alface cultivada em hidroponia com efluente de granja de suinocultura e biofertilizante. *Revista Ecosistema*, v.29, n.1, p.23-25, 2005.
- Thirugnanasampandan, R.; Jayakumar, R. Protection of cadimium chloride induced DNA damage by Lamiaceae plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. v.1, n.5, p.391-394, 2011.
- Troncoso, A.; Matte, C.; Cantos, M.; Lave, S. Evaluation of salt tolerance of *in vitro*-grown grapevine rootstock varieties. *Vitis*, v.38, n.2, p.55-60, 1999.
- Umerie, S. C.; Anaso, H. U.; Anyasoro, L. J. C. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf-extract. *Bioresource Technology*, v.64, n.3, p.237-239, 1998. Short communication.

## **CAPÍTULO 3**

**PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE MANJERICÃO HIDROPÔNICO COM  
SOLUÇÃO NUTRITIVA CONVENCIONAL EM ÁGUAS SALOBRAS E  
SOLUÇÃO NUTRITIVA ORGÂNICA**

## **Produção de óleo essencial de manjeriço hidropônico com solução nutritiva convencional em águas salobras e solução nutritiva orgânica**

Autora: Maria Augusta Amorim Bione

Orientador: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Resumo:** Plantas de manjeriço do Projeto Ervas foram cultivadas em condições hidropônicas visando avaliar os efeitos do uso de águas salobras e solução nutritiva orgânica sobre a produção e composição do óleo essencial. As águas salobras foram empregadas no preparo da solução nutritiva e na reposição das perdas por evapotranspiração. O experimento foi conduzido em um delineamento aleatorizado em blocos com cinco níveis de salinidade da água: 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48 dS m<sup>-1</sup>, obtidos pela adição de NaCl à água doce local; esta água (0,29 dS m<sup>-1</sup>) também foi usada como testemunha. Outros dois tratamentos foram avaliados: rejeito da dessalinização por osmose reversa (8,39 dS m<sup>-1</sup>); solução nutritiva (SN) orgânica a base de húmus de minhoca. Cada tratamento foi repetido seis vezes e cada parcela continha dezesseis plantas no sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes). O incremento da salinidade da água não alterou o teor e composição química do óleo essencial das plantas de manjeriço; A SN orgânica proporcionou aumento significativo no teor do principal constituinte, trans-metil-cinamato, em relação a testemunha; o quimiotipo do manjeriço cultivado no presente trabalho é o cinamato de metila, presente na constituição do óleo em aproximadamente 50%; metil chavicol é o segundo composto principal, representando em torno de 16% do óleo essencial das plantas de manjeriço.

Palavras - chave: *Ocimum basilicum* L., cultivo sem solo, salinidade da água, produção orgânica, composto volátil.



## **Production of hydroponic basil essential oil with conventional nutrient solution in brackish waters and organic nutrient solution**

Author: Maria Augusta Amorim Bione

Adviser: Prof. Dr. Vital Pedro da Silva Paz

**Abstract:** Plants of Project ERVAS basil were grown under hydroponic conditions aiming to evaluate the effects of use of brackish water and organic nutrient solution on its content and composition of essential oil. The brackish waters were utilized to prepare nutrient solution and to replace water due to evapotranspiration loss. The experiment was carried out in a randomized block design with five levels of water salinity: 1.45; 3.80; 6.08 and 8.48 dS m<sup>-1</sup>, obtained by addition of NaCl to local fresh water; this fresh water (0.29 dS m<sup>-1</sup>) was also studied as control treatment. Other two treatments were evaluated: reject brine from reverse osmosis (8.39 dS m<sup>-1</sup>); organic nutrient solution (NS) based on earthworm castings. Each treatment was replicated six times and each experimental unit had sixteen plants in NFT (nutrient film technique) hydroponic system. The increasing salinity of the water did not alter the content and composition of essential oil of basil plants, organic NS provided significant increase in content of the main constituent, trans-methyl cinnamate, compared to control, the chemotype of basil grown in this work is the methyl cinnamate, the constitution of this oil by approximately 50%, methyl chavicol is the second leading compound, representing around 16% of the essential oil of basil plants.

Key words: *Ocimum basilicum* L., soilles, water salinity, organic production, volatile compound.

## INTRODUÇÃO

Segundo Brasil (2006), embora a medicina moderna esteja bem desenvolvida na maior parte do mundo, a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconhece que grande parte da população dos países em desenvolvimento depende da medicina tradicional para sua atenção primária, tendo em vista que 80% desta população utilizam práticas tradicionais nos seus cuidados básicos de saúde e 85% destes utilizam plantas medicinais ou preparações destas.

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, é uma planta herbácea que atinge de 0,4 a 1,0 m de altura; possui haste reta com muitas folhas e se destaca pelo seu uso na medicina tradicional ou popular, com propriedades anti-helmíntica, estomáquica, emenagoga, diurética, antiespasmódica, tônica estomacal, carminativa, estimulante, galactógena, antiséptica intestinal; é indicada para tosse, febre, ferida e afecções de garganta e intestino (Bertolucci et al., 2008).

Fonte de óleo essencial e compostos aromáticos, o manjericão é aclamado pela sua diversidade, usado para fins culinários, como erva fresca ou seca, ornamentais e extração de óleo (Blank et al., 2004). Seu óleo é apreciado nas indústrias alimentícia para aromatização de alimentos e bebidas, de perfumaria e de fármacos (Simon, 1990; Simon et al., 1999); o manjericão vem sendo amplamente aplicado a diversas áreas através das pesquisas que afirmam sua capacidade inseticida, acaricida, bactericida, biorremediadora em solos afetados por pesticidas; atua também com grande potencial de prevenir carcinogênese, na atividade antioxidante, no tratamento contra acne e como distinta fonte de fibra na alimentação através das sementes (Mathews, et al., 1993; Umerie et al., 1997; Costa et al., 2009; Thirugnanasampandan & Jayakumar, 2011; Ramírez-Sandoval et al., 2011; Matiz et al., 2011; Santos, et al., 2012).

Segundo Blank et al. (2004), há uma grande dificuldade de classificar as plantas de *Ocimum basilicum*, por apresentarem mais de 60 espécies, decorrentes de hibridações e polinizações cruzadas, resultando em grande número de subespécies, variedades e formas. Darrah (1974) classificou as cultivares de *Ocimum basilicum* em sete tipos: 1-tipo alto e fino, 2-tipo folheada grande, 3-tipo anão, 4-tipo compacto, 5-tipo manjericão colorido púrpura, 6-tipo roxo (ou púrpura) e 7-tipo citrodora. Outra proposta de classificação feita por Simon (1990) divide o manjericão nos seguintes quimiotipos: Europeu, considerado de alta qualidade pelo alto teor de linalol e metil chavicol, respectivamente; Francês ou manjericão doce; Egípcio, similar ao tipo Europeu mas contendo maior quantidade de metil chavicol e logo depois linalol; tipo Reunião ou Comoro, com alta concentração de metil chavicol; tipo Bulgário, rico em cinamato de metila e; tipo Java, rico em eugenol.

Viña & Murillo (2003) citam que Lawrence (1988, 1992) estabeleceu quatro quimiotipos de óleo essencial de *Ocimum basilicum*, elegendo o composto principal, com base em análises de mais de 200 extrações: 1-rico em metil chavicol, 2-rico em linalol, 3-rico em metil eugenol e 4-rico em cinamato de metila.

Grayer et al. (1996) discordaram da classificação feita por Lawrence (1992) apenas na questão de um único constituinte principal determinar o quimiotipo do óleo, e afirmaram que isso é pouco representativo, pois estaria sensivelmente sujeito a erros por quaisquer diferenças no sistema de cultivo, forma de secagem, órgãos utilizados para extração, etc., para uma mesma cultivar de manjericão. Logo, Grayer et al. (1996) propuseram uma classificação citada por vários autores (Viña & Murillo, 2003; Telci et al., 2006; Santos, 2007) a qual considera os componentes que compreendam 20% ou mais do total do óleo essencial na classificação do quimiotipo. Por exemplo, a análise química do óleo extraído de uma das variedades de manjericão cultivada por Viña & Murillo (2003) apresentaram os constituintes: metil cinamato (33,87%), linalol (20,29%), cadinol (8,30%), entre outros; adotando a classificação de Grayer et al. (1996) os autores determinaram que cinamato de metila e linalol é o quimiotipo da variedade de manjericão cultivada, nas condições por eles adotadas.

Como planta medicinal, 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 oferecido por fatores ambientais (Lawrence, 1992; Garlet, 2007; Azevedo & Moura, 2010). Muitos autores vêm utilizando esse conhecimento visando obter maiores quantidade e qualidade do óleo essencial, aplicando estresses hídrico, nutricional e salino durante o cultivo do manjeriço (Amaral et al., 1999; Martínez et al., 2005; Prasad et al., 2007; Bernstein et al., 2010; Pravuschi et al., 2010; Ekren et al., 2012).

O uso de água salobra para prover um estresse de interesse econômico na cultura do manjeriço pode ser uma combinação bastante convidativa para locais onde há disponibilidade de águas salobras e a água doce é escassa, como o caso da região semiárida do Nordeste brasileiro. Nos principais compêndios sobre tolerância de culturas à salinidade pouco ou nada se informou sobre o manjeriço. Ayers & Westcot (1999), apresentando dados de Maas & Hoffman (1977), referência em salinidade na agricultura, não apresentaram valores de tolerância à salinidade para o manjeriço. Shannon & Grieve (1999) afirmam não haver informações a respeito da tolerância do manjeriço à salinidade. Por outro lado, recentemente inúmeros trabalhos vêm sendo conduzidos nessa linha de trabalho.

Attia et al. (2009) investigaram sobre o transporte de sódio em três variedades de *Ocimum basilicum* L., em hidroponia, submetidas por 15 dias a salinidade da água de 2,5 e 5 dS m<sup>-1</sup> e concluíram que o manjeriço é um incluídor de sódio, com folhas capazes de tolerar a acumulação de sódio sem desidratá-las, o que sugere a eficiência na compartimentalização de sódio nas células foliares.

Gautam et al. (2010), trabalhando com cinco genótipos de manjeriço em solo sódico, concluíram que altas produtividades de matéria fresca nem sempre resultam em altos rendimentos de óleo. Esses autores também classificaram seus genótipos dentro de agrupamentos químicos, conforme os constituintes principais de seu óleo essencial.

Prasad et al. (2007), também trabalhando em casa-de-vegetação com sodicidade do solo, com baixa salinidade e alta alcalinidade, observaram diminuição na produtividade da matéria fresca, mas aumento no teor de óleo quando o percentual de sódio trocável no solo aumentou de 4 para 16%. Por outro lado, incrementos no teor de sódio trocável a partir de 24% reduziram também o rendimento de óleo. O aumento do PST no solo elevou o teor de Na e diminuiu os teores de Ca, Mg na parte aérea do manjeriço; já o teor de K

aumentou até PST de 36%. Esses autores concluíram que o manjeriço é altamente tolerante ao estresse da sodicidade do solo.

Posteriormente, Said-Al Ahl et al. (2010) confirmaram que o aumento do teor de óleo essencial de manjeriço é limitado: para uma salinidade do solo de 1.500 mg L<sup>-1</sup> houve efeito positivo sobre o teor de óleo, que foi reduzido com 4.500 mg L<sup>-1</sup> de sais. Por outro lado, em todos os níveis de salinidade se verificou uma redução do rendimento de óleo (mL por planta).

Hassanpouraghdam et al. (2011), avaliando uma cultivar de manjeriço (que informaram ser nativa) em hidroponia em ambiente protegido no Irã, observaram que a salinidade (50 mM de NaCl, aproximadamente 5 dS m<sup>-1</sup>) tem efeito negativo sobre a biossíntese de metil chavicol e de linalol. Também registraram que a aplicação foliar de Zn, apesar de não mitigar o impacto negativo da salinidade sobre o teor do metil chavicol, majorou o teor de linalol. Os autores observaram sinergismo da aplicação de zinco com a salinidade moderada sobre outros componentes do óleo essencial do manjeriço.

Outra tentativa de mitigar os efeitos da salinidade no cultivo de manjeriço foi conduzida por Fatemi & Aboutalebi (2012), também no Irã, ao utilizarem ácido salicílico; esses autores verificaram efeito positivo do ácido salicílico apenas na menor concentração empregada (50 mg L<sup>-1</sup>), encontrando agravamento dos efeitos da salinidade para concentrações entre 50 e 150 mg L<sup>-1</sup> do ácido.

A utilização de águas salobras na irrigação vem causando problemas de salinização em áreas agrícolas tornando-as impróprias para o cultivo. Neste sentido, a hidroponia vem sendo uma técnica bastante viável para produção comercial e pesquisas com o aproveitamento de águas marginais, como as salobras (Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010; Alves et al., 2011; Silva et al., 2012; Silva, 2012b). Soares (2007) abordou diversas vantagens oferecidas pela prática hidropônica no Semiárido Brasileiro, dentre elas a melhor eficiência do uso da água como fruto da redução da evaporação; menor impacto ambiental, principalmente nos sistemas de circulação fechada como o NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes); menor potencial total, em relação ao solo, por não haver o potencial mátrico, resultando em condições favoráveis para o consumo de água e nutrientes pela planta, entre outros.

Outro aspecto positivo da hidroponia é citado por Kiferle et al. (2011) no cultivo do manjeriço para a obtenção do ácido rosmarínico, um anti-inflamatório e antioxidante com aplicação hospitalar e em clínicas odontológicas, que é produzido em toda planta, mas se concentra muito mais no tecido radicular que, vantajosamente no cultivo hidropônico, pode ser mais facilmente utilizado pois as raízes são retiradas por completo e praticamente limpas, sem resíduos de solo.

Contudo, entre tantas vantagens oferecidas pela hidroponia, há uma grande dependência desta prática por fertilizantes químicos para a nutrição das culturas. A dificuldade financeira e logística para obtenção de fertilizantes solúveis apropriados para cultivos hidropônicos tem sido uma crítica para os recentes esforços que visam dar suporte e incentivo ao uso de águas salobras em cultivos hidropônicos no Semiárido do Brasil. Somado a essa dificuldade, a busca por uma agricultura cada vez mais responsável e ambientalmente sustentável tem justificado pesquisas com soluções nutritivas de origem orgânica para a hidroponia, como aquelas conduzidas por Malheiros et al. (2012), Paula et al. (2011), Dias et al. (2009) e Teixeira et al. (2005) para diferentes culturas e também para o manjeriço (Succop & Newman, 2004; Hochmuth et al., 2003). Assim, seriam agregadas as vantagens da hidroponia sem ferir os princípios da agricultura orgânica, no que diz respeito à fonte dos nutrientes.

Klimánková et al. (2008) analisaram os perfis do aroma de cinco cultivares de manjeriço em duas condições de cultivo: convencional e orgânica. Eles só detectaram efeito do cultivo convencional em uma das variedades, que não produziu metil cinamato, mas, cujo teor de metil chavicol foi significativamente maior.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor e a composição química do óleo essencial na cultura do manjeriço em sistema hidropônico NFT, considerando: diferentes níveis de salinidade da água produzidos artificialmente com NaCl; o contraste entre uma água salobra artificial (NaCl) e o rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra, em concentrações isosmóticas; o contraste entre solução nutritiva convencional e solução nutritiva orgânica. Também foi objetivo identificar o quimiotipo do genótipo de manjeriço utilizado pelo Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da

Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB sob as condições de cultivo aqui apresentadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento e monitoramento climático

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do tipo geminada em dois arcos (Figura 1A.), no período de 05/10/2012 a 23/11/2012. O ambiente é protegido por tela tipo clarite nas laterais, por um filme plástico (anti UV, 150 nm) instalado no teto e também por uma manta termorrefletores (aluminet 50%) instalada internamente à altura do pé-direito (Figura 1B.).

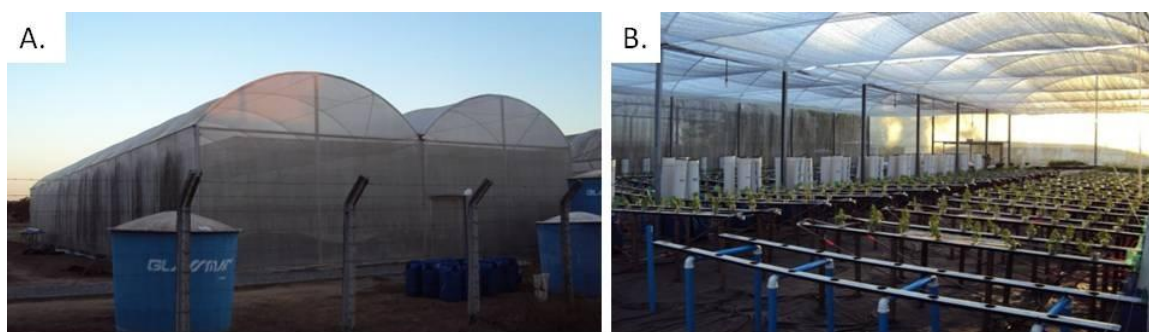


Figura 1. Visão externa (A.) e visão interna (B.) da casa-de-vegetação onde foi desenvolvido o experimento.

A casa-de-vegetação está instalada no sentido leste-oeste, tem 14 m de largura por 32 m de comprimento, pé-direito de 4 m, ficando com altura máxima de 5,5 m. O piso da casa-de-vegetação é coberto por manta geotêxtil (bidim) para melhorar as condições fitossanitárias e aumentar a vida útil das eletrobombas utilizadas (Figura 1B.).

Apesar de se buscar tecnologias para águas subterrâneas salobras com foco naquelas encontradas no Semiárido, a pesquisa foi conduzida em condições controladas no Recôncavo Baiano, no campus de Cruz das Almas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, a 12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m. Conforme Almeida (1999), o clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am na classificação de Köppen, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade

relativa de 1.224 mm, 24,5°C e 80%, respectivamente. Durante o experimento, a partir de dados divulgados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012), obtidos de estação meteorológica automática (latitude 12°40'39" Sul; longitude 39°06'23" Oeste; altitude 225,87 m), os valores instantâneos (a cada hora) de temperatura, de umidade relativa do ar e de evapotranspiração de referência neste município (ambiente externo) oscilaram de 18,6 a 33,9 °C, de 34 a 90% e de 2,65 a 5,64 mm, respectivamente (Figura 2). Esta estação meteorológica dista aproximadamente 600 m da casa-de-vegetação.

Para monitoramento das condições internas do ambiente protegido durante o experimento foram coletados, a cada 15 minutos, dados de temperatura do ar medida à altura das plantas (1,0 m de altura em relação ao solo) e de temperatura da solução nutritiva (em três diferentes reservatórios aleatorizados na casa-de-vegetação). Para isso foram utilizadas, como sensores, fiações de termopar (cobre-constantan), as quais enviavam sinais elétricos a um armazenador de dados (datalogger CR 1000) que também fazia a transdução dos sinais.

Apesar do registro de temperaturas acima do ideal para o cultivo hidropônico, em outros experimentos conduzidos anteriormente no mesmo ambiente (Maciel et al., 2012; Alves et al., 2011; Silva, 2012b), não foram adotadas medidas para controle climático.



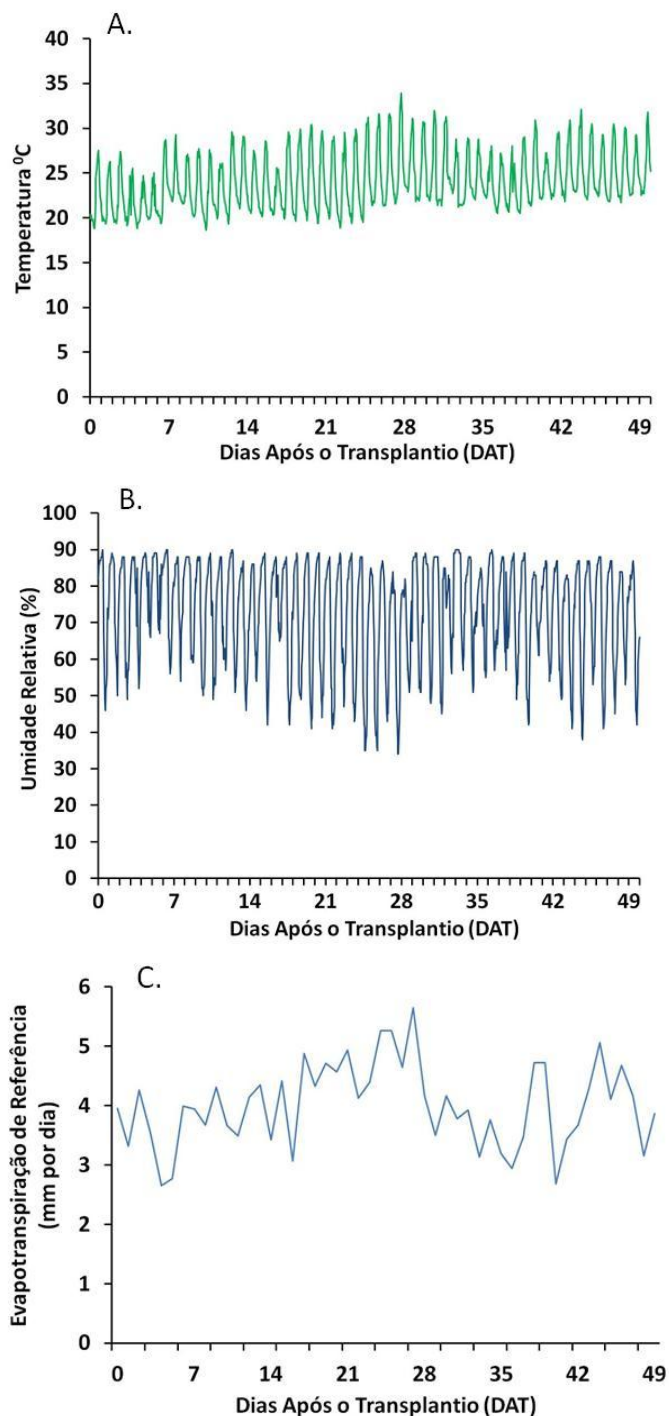


Figura 2. Variações diárias de temperatura (A.), umidade relativa do ar (B.) e evapotranspiração de referência (C.), ao longo do experimento, medidas na estação meteorológica automática da rede INMET no Município de Cruz das Almas - BA (Fonte: INMET, 2012).

### Estrutura experimental

A estrutura experimental empregada consistiu de 84 unidades hidropônicas que individualmente representam um sistema NFT independente, conforme descrição

apresentada por Soares et al. (2009) e adotada em outros trabalhos (Maciel et al., 2012; Alves et al., 2011; Santos et al., 2010; Paulus et al., 2010). As unidades foram instaladas aos pares, sobre traves de madeira ou PVC, a uma altura de 1,0 m da superfície do solo e com inclinação de 4%; o espaçamento entre os perfis foi de 0,5 m e entre os pares foi deixado um corredor de 0,9 m de largura para facilitar o trânsito e a operacionalidade (Figura 3).



Figura 3. Visão geral das unidades experimentais empregadas no experimento.

Em reportagem exibida pela TV Bahia (Bahia Rural, 2012), uma afiliada da TV Globo, no programa Bahia Rural se tem uma visão geral do experimento por ocasião da colheita.

Cada parcela experimental foi formada por duas unidades hidropônicas adjacentes, ambas sobre uma mesma trave. Em cada perfil foram cultivadas oito plantas de manjeriço. Portanto, a estrutura experimental foi composta por 42 parcelas com 16 plantas cada.

Em cada unidade hidropônica se tem uma eletrobomba, que recalca solução nutritiva de um reservatório tipo bombona (50 L) até um perfil hidropônico (75mm) em polipropileno, onde se tem oito orifícios para cultivo (3 cm de diâmetro) a cada 30 cm; a solução nutritiva injetada no perfil de polipropileno retorna à bombona mediante um receptor (produzido a partir de uma garrafa PET); uma torneira-bóia instalada no interior da bombona é conectada a um reservatório de água (tubo de PVC de 200 mm, capacidade média de 28 L), permitindo a reposição automática da água consumida na evapotranspiração. Neste reservatório está inserido um

microtubo azul (transparente) junto com uma fita métrica, o que permitiu a determinação do volume evapotranspirado por planta mediante a Eq. (1).

$$V_{ETC} = \frac{(L_f - L_i) \times \pi \times D^2}{4 \times n \times \Delta T} \times 10^3 \quad (1)$$

em que:

$V_{ETC}$  - volume evapotranspirado, L por planta por dia

$L_f$  - leitura final do nível da água no depósito de abastecimento automático, m

$L_i$  - leitura inicial do nível da água no depósito de abastecimento automático, m

$D$  - diâmetro interno do depósito de abastecimento automático, m

$\Delta T$  - intervalo de tempo entre as leituras, dias

$n$  - número de plantas cultivadas no perfil no intervalo de tempo  $\Delta T$

O sistema de distribuição da energia elétrica e de controle da frequência da irrigação foi constituído por um temporizador digital (programável a cada 1 minuto), dois disjuntores e um contator.

### Condução da cultura

Foram produzidas mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) propagadas por estaquia em células de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) (Figura 4A.) e encaminhadas para um berçário construído com o sistema hidropônico NFT (Figura 4B.), no período de 13/09/2012 a 05/10/2012. Essas mudas foram propagadas a partir de plantas matrizes oriundas do Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB (Matos, 2011; Silva, 2012a).

O transplântio para os perfis hidropônicos definitivos foi executado no dia 05/10/2012, 22 dias após a estaquia. No transplântio foram usadas as melhores mudas do berçário e essas foram distribuídas entre os perfis de maneira homogênea, para não criar gradientes entre os tratamentos e mesmo entre os blocos; essas mudas apresentaram em média 0,20 m de altura (Figura 4C). As

plantas foram cultivadas no espaçamento de 0,30 por 0,5 m. Um dia após o transplântio (DAT), as plantas foram tutoradas com copos plásticos (180 mL), recortados no fundo (Figura 4D). Posteriormente, aos 27 DAT, os copos plásticos, que se mostraram ineficientes frente ao peso das plantas, foram substituídos por pedaços de tubo de PVC (50 mm) com 8 cm de altura.

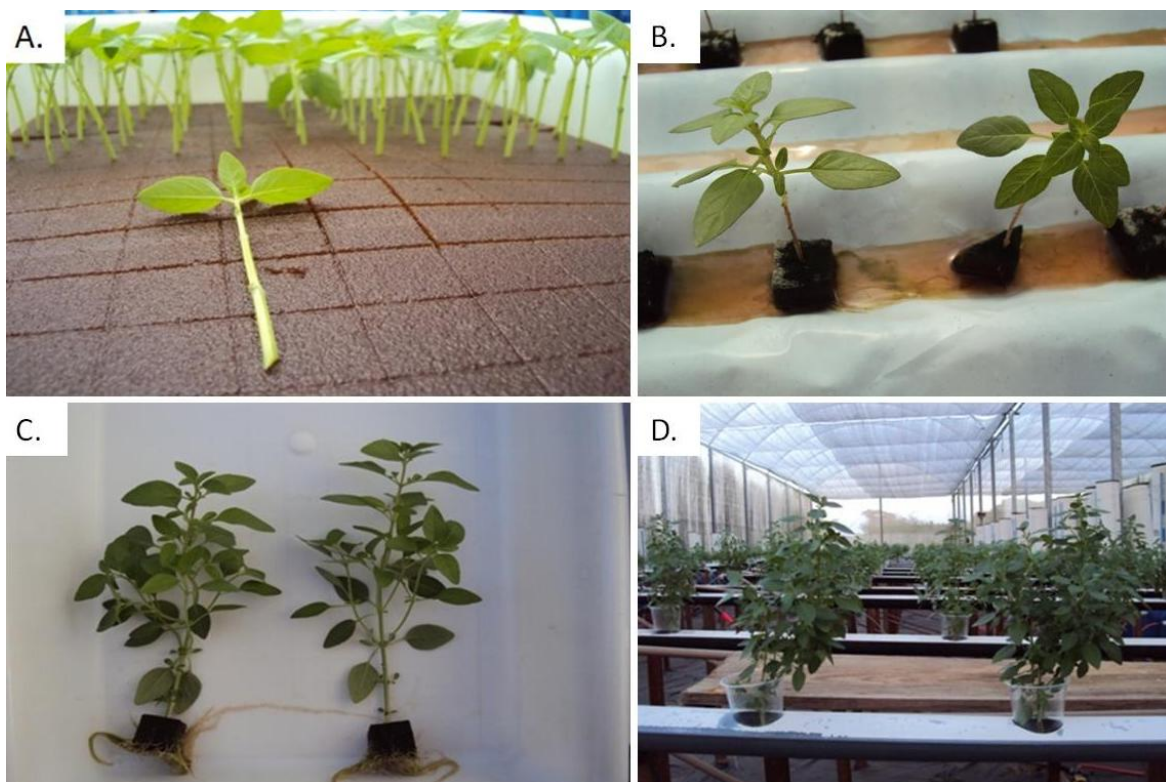


Figura 4. Produção de estacas de manjerição em placa de espuma fenólica(A.), berçário para produção de plantas matrizes e mudas de manjerição no sistema NFT (B.), mudas de manjerição no ponto de transplântio (C.) e alocação das mudas logo após o transplântio (D.).

A solução nutritiva utilizada tanto para a fase do berçário quanto para a fase experimental de cultivo foi a mesma, baseada na formulação de Furlani (1998) (Tabela 1), a qual é indicada para hortaliças folhosas.

Tabela 1. Quantidades de fertilizantes para o preparo de 1 m<sup>3</sup> de solução nutritiva para o cultivo hidropônico de hortaliças, com as respectivas concentrações esperadas de nutrientes (Furlani, 1998)

Fertilizante	q*	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
-----g m <sup>-3</sup> -----														
Nitrato de cálcio	750	7,5	108,75			142,5								
Nitrato de potássio	500		65		182,5									
Fosfato monoamônico	150	16,5		39										
Sulfato de magnésio	400						40	52						
Sulfato de cobre	0,15									0,02				
Sulfato de zinco	0,3													0,07
Sulfato de manganês	1,5											0,39		
Ácido bórico	1,8								0,31					
Molibdato de sódio	0,15												0,06	
Fe-EDTA -13% Fe	16										2,08			
<b>Recomendações</b>		<b>24</b>	<b>173,75</b>	<b>39</b>	<b>182,5</b>	<b>142,5</b>	<b>40</b>	<b>52</b>	<b>0,31</b>	<b>0,02</b>	<b>2,08</b>	<b>0,39</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>

\* q representa quantidades de fertilizantes em g m<sup>-3</sup>

Com o auxílio do temporizador digital, foi adotada, durante todo experimento, uma programação de irrigações de 5 minutos a cada 15 minutos, no período das 6:00 às 19:00 h. Durante a noite o turno de rega foi de 2 h, com 5 minutos de irrigação.

Antes do preparo da solução nutritiva, a água salobra de origem subterrânea e o extrato de húmus tiveram seu pH corrigido, com ácido fosfórico e hidróxido de potássio, respectivamente, ambos em concentração de 0,2 M. As águas salobras artificiais (NaCl) e a água doce não tiveram pH corrigido antes do preparo da solução nutritiva. A experiência prévia com a água doce utilizada (inclusive para o preparo das águas com NaCl) indicou que a adição dos nutrientes produz uma acidificação geralmente suficiente para o alcance da faixa de pH desejada. Além disso, o NaCl é um sal de base e ácido fortes, cuja dissociação não promove mudanças de pH, como previsto por Santos et al. (2010).

O pH da solução nutritiva foi monitorado regularmente (a cada três dias) e o seu controle foi efetuado sempre que necessário (6, 13, 16, 34, 36, 38, 43 e 46 DAT), com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico, ambos em concentração de

0,2 M, visando manter a solução nutritiva na faixa de 5,5 a 6,5 de pH, conforme Santos (2009) e Furlani et al. (1999).

A condutividade elétrica da solução (CESol) em cada unidade hidropônica também foi monitorada regularmente a cada três dias com um condutímetro de bancada, mas não foi feita reposição dos nutrientes consumidos.

Como controle fitossanitário de insetos sugadores/cortadores foram feitas aplicações foliares de extrato de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) na concentração de 0,01 L L<sup>-1</sup>, aos 4 e aos 17 DAT. Para controle de lagartas foi feita catação manual, após vistoria planta a planta. Contra a infestação de ácaro em algumas parcelas, efetuou-se aos 43 e aos 44 DAT pulverização com calda de fumo (na proporção de 100 g de fumo de corda para 0,01 L de óleo mineral para 1 L de água). Também foram feitas duas aplicações preventivas contra *Pythium* a partir de uma solução contendo *Trichoderma* spp. (produto biológico Trichodel, a 0,02 L por unidade hidropônica), aos 4 e aos 18 DAT, aplicada diretamente na solução nutritiva.

Até os 10 DAT, a reposição das perdas por evapotranspiração foi feita com solução nutritiva; posteriormente foi feita com as mesmas águas (doce ou salobras) características dos tratamentos. Em experimentos anteriores com a mesma estrutura experimental (Silva, 2012b; Maciel et al., 2012), observou-se que nos primeiros dias após o transplante o consumo hídrico é baixo, portanto, não há risco de concentração de nutrientes adotando o procedimento de repor a evapotranspiração com solução nutritiva. Por outro lado, esse procedimento permite corrigir eventuais vazamentos nos reservatórios de abastecimento automático de água, sem comprometer a concentração de nutrientes em cada parcela.

### **Tratamentos, delineamento experimental e análise estatística**

Os tratamentos consistiram de água doce, águas salobras produzidas artificialmente com NaCl, rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra e extrato diluído de húmus de minhoca. Os tratamentos foram



aleatorizados nas 42 parcelas em seis blocos (Figura 5), utilizando-se uma repetição por bloco.

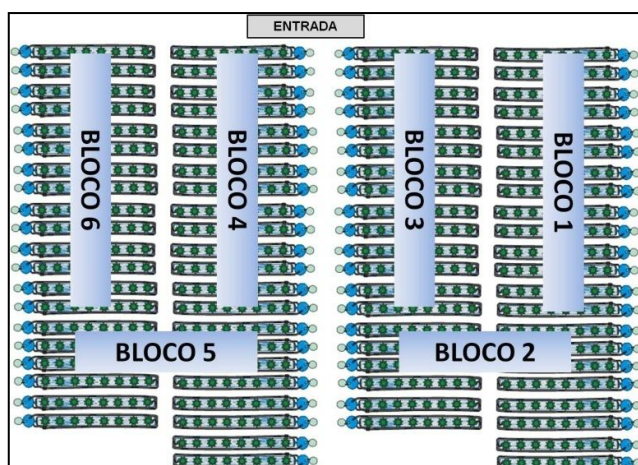


Figura 5. Disposição das parcelas em blocos no interior da casa-de-vegetação.

Foram avaliados quatro níveis de salinidade da água produzidos por NaCl. Esses tratamentos foram planejados para se obter condutividades elétricas da água (CEa) de 1,0; 3,0; 5,0 e 7,0  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 6), com base na correspondência entre 1/10 do somatório de cátions (em  $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ ) e a CE (em  $\text{dS m}^{-1}$ ). Por outro lado, os valores observados de CEa foram de 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$  (Tabela 2), os quais proporcionaram soluções nutritivas com CE inicial de 3,42; 5,66; 7,89 e 10,22  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente. Juntamente com a água doce (Testemunha - T1), que teve salinidade de 0,29  $\text{dS m}^{-1}$  e proporcionou solução nutritiva com CE de 2,31  $\text{dS m}^{-1}$ , as águas salobras artificiais constituíram tratamentos quantitativos e foram avaliadas mediante análise de regressão. A água doce, de origem subterrânea, foi obtida no próprio campus universitário, sendo sua análise apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Concentração de NaCl aplicado, condutividade elétrica da água (CEa) e condutividade elétrica da solução nutritiva (CESol) e seu respectivo valor de pH (pHSol)

Tratamento	NaCl ( $\text{g L}^{-1}$ )	CEa ( $\text{dS m}^{-1}$ )	CEsol ( $\text{dS m}^{-1}$ )	pHSol
T1	0,000	0,292	2,305	5,495
T2	0,585	1,448	3,420	5,110
T3	1,755	3,800	5,655	5,900
T4	2,925	6,080	7,890	5,125
T5	4,095	8,480	10,215	6,015

A diferença entre a CEa esperada e a CEa observada (Figura 6) diz respeito à salinidade original da água doce usada no preparo da solução nutritiva (coeficiente linear igual a  $0,2768 \text{ dS m}^{-1}$ ) e à qualidade intrínseca da fonte de NaCl utilizada, sobretudo sua umidade atual. A fonte de NaCl empregada foi um produto de uso industrial (não puro para análise) com as seguintes especificações: 99,45 a 99,9% de NaCl em base seca; 35,99 a 39,99% de Na; 60,0 a 62,0% de Cl.

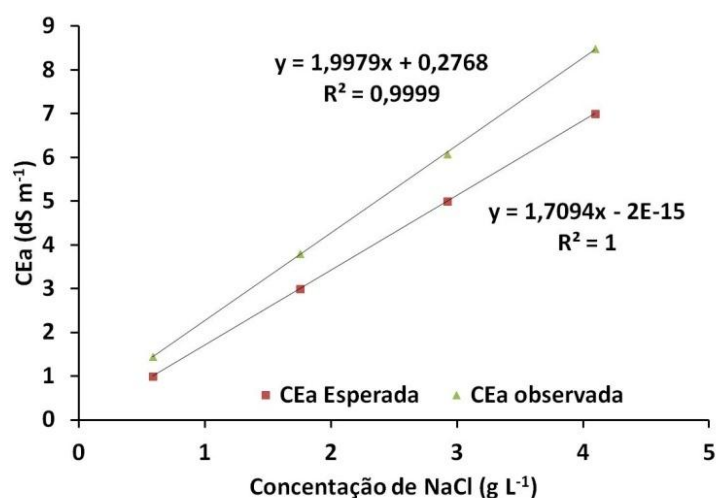


Figura 6. Relação entre a concentração de NaCl e as condutividades elétricas da água (CEa) esperada e observada.

Também foi avaliada uma água salobra de origem subterrânea (T6) (Tabela 2) produzida pela mistura de água doce e rejeito da dessalinização (Tabela 2), obtido de um dessalinizador por osmose reversa instalado em um poço tubular profundo do Município de Santa Bárbara ( $11^{\circ}59'00''$  de latitude Sul,  $38^{\circ}59'00''$  de longitude Oeste, 293 m), localizado no Semiárido Baiano. Segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2005), no Município de Santa Bárbara são apontados três domínios hidrogeológicos: formações superficiais Cenozóicas, metassedimentos/metavulcanitos e cristalino, este último ocupando cerca de 95% do território municipal e com comportamento de aquífero fissural de baixo potencial hidrogeológico devido às baixas vazões e presença de águas salinizadas. A seleção desse dessalinizador foi feita com base nos registros da CERB (Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia), a qual também serviu de referência para o trabalho de Silva (2012b). A mistura foi



produzida visando atingir a mesma condutividade elétrica da solução nutritiva com o tratamento mais salino produzido com NaCl (T5), qual seja 10 dS m<sup>-1</sup>, permitindo o contraste das duas águas (Tabela 3) em termos do efeito integrado de suas constituições químicas.

Tabela 3. Resultados da análise química da água doce, da água de rejeito diluído obtido em Santa Bárbara-BA (Água Rejeito SB), da solução nutritiva preparada com água salobra por NaCl (SN T2) e da solução nutritiva preparada com húmus de minhoca (SN Húmus) antes da aplicação de urina de vaca

Parâmetro	Unidade	----- Água -----		----- SN -----	
		Doce	Rejeito SB	T2	Húmus
pH		5,2	8,9	5,3	6,4
Gás Carbônico (CO <sub>2</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	14,5	0,4	32,9	70,2
Dureza Total* (CaCO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	42,5	1.914,0	510,7	237,3
Alcalinidade carbonato	mg L <sup>-1</sup>	0,0	40,0	0	0
Alcalinidade bicarbonato	mg L <sup>-1</sup>	1,4	177,6	4,2	115,4
Alcalinidade Total (2CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	1,4	217,6	4,2	115,4
Nitrato (N-NO <sub>3</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	13,8	13,1	**	25,5
Nitrogênio Amoniacal (N – NH <sub>4</sub> )	mg L <sup>-1</sup>	0,1	0,1	9,1	6
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	36,4	236,5	191,4	172,7
Fósforo (P)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	33,38	65,5
Potássio (K <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	9,1	8,2	204	336
Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	4,8	80,3	136	35,7
Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	7,3	416,2	40,5	35,5
Sódio (Na <sup>+</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	18,0	1.980,0	243	116
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )	mg L <sup>-1</sup>	43,4	4.642,0	410	439,3
Ferro (Fe)	mg L <sup>-1</sup>	0,2	0,2	1,89	0,8
Cobre (Cu)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,07	0,3
Manganês (Mn)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,49	0,3
Zinco (Zn)	mg L <sup>-1</sup>	0,0	0,0	0,13	0,2

\*Dureza total calculado com base no equivalente de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) segundo Franson (1995); \*\* dado perdido.

Além das soluções nutritivas produzidas com águas salobras, também foi avaliada uma solução nutritiva produzida com húmus de minhoca produzido a partir de esterco bovino (T7) (Tabela 2). O extrato do húmus foi preparado mediante sua diluição com água doce, na proporção de 1:1 (v:v), permanecendo a mistura em descanso por 7 dias. Posteriormente, o extrato de húmus foi obtido prensando manualmente a mistura contra um pedaço de tecido voil. O extrato

produzido apresentou pH de 7,73 e CE de 6,51 dS m<sup>-1</sup>, sendo diluído com água doce até uma CESol de 2,41 dS m<sup>-1</sup> com pH associado de 5,96 (Tabela 3), permitindo o contraste dessa solução com o tratamento testemunha, em termos do efeito integrado de suas constituições químicas.

Tabela 4. Condutividade elétrica da água (CEa), da solução nutritiva (CESol) e seus respectivos valores de pH para os tratamentos com húmus de minhoca e rejeito da dessalinização

Tratamento	CE <sub>a</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	pH <sub>a</sub>	CE <sub>sol</sub> (dS m <sup>-1</sup> )	pH <sub>sol</sub>
T6	8,395	8,195	9,995	6,285
T7	0,292	6,350	2,410	5,960

Como complemento nutricional para a solução de húmus, fez-se a adição de urina de vaca na proporção de 0,16 L por unidade hidropônica, parcelados em duas épocas: aos 12 e aos 17 DAT. Como referência para estabelecimento dessa dose, utilizou-se a recomendação da PESAGRO (2002) para cultivo de hortaliças em solo, qual seja, concentração de urina de vaca a 5% aplicada de 0,5 a 2,0 L por planta.

### Avaliação de variáveis

Após 49 DAT, todas as plantas foram colhidas, separadas em sacos de papel por planta e levadas a uma estufa de circulação forçada de ar a 45 °C até atingirem massas constantes. A parte aérea das plantas de cada parcela foi misturada e moída em triturador elétrico de facas.

A extração do óleo essencial foi realizada 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 de umidade, em %, que foi feita em triplicata no determinador de umidade; neste aparelho, que funciona com uma balança interna e resistência aquecedora, coloca-se 1 g da amostra que será extraída o óleo e, em alguns minutos, o determinador de umidade chega a temperatura de 100 °C; o

material é seco e o aparelho apresenta, digitalmente, a quantidade de água que está presente na amostra vegetal.

Separou-se 90 g do material moído de três repetições, advindas dos blocos B1, B2 e B3, de cada tratamento para extração de óleo por hidrodestilação durante 2 h utilizando aparatos do tipo Clevenger, graduados e acoplados a balões de vidros de 5 ou 1 L, onde depositou-se as amostras com água destilada, sendo aquecidos por mantas térmicas.

Após a extração, o volume de óleo foi medido na coluna graduada da própria aparelhagem e imediatamente coletado em Becker de 0,04 L, onde se adicionou quantidade necessária de sulfato de sódio anidro para absorver as moléculas de água presentes no óleo (Santos et al., 2004). Com o auxílio de uma pipeta do tipo Pasteur, o óleo foi armazenado em frasco de vidro de 1,8 mL, sob refrigeração e na ausência de luz.

Variáveis analisadas:

a) teor de óleo essencial

O teor de óleo foi calculado com base na massa de matéria seca, como descrito por Santos et al. (2004) e conforme Eq. (2).

$$To = \frac{Vo}{MS - \left(\frac{MS \times U}{100}\right)} \times 100 \quad (2)$$

em que:

To = teor de óleo essencial, % ou mL por 100 g

Vo = volume de óleo extraído, mL

MS = massa de matéria seca da parte aérea utilizada para extração, g

$\frac{MS \times U}{100}$  = umidade presente na massa de matéria seca da parte aérea, g

$MS - \frac{MS \times U}{100}$  = massa de matéria seca da parte aérea livre umidade, g

### b) rendimento de óleo essencial

O rendimento de óleo essencial foi calculado em mL por planta conforme a Eq. (3).

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

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

### c) composição química do óleo essencial

As análises dos compostos químicos do óleo essencial das plantas de manjeriço foram realizadas no Laboratório de Química Analítica do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas – CPQBA da UNICAMP em cromatógrafo a gás Agilent HP-6890 acoplado a detetor seletivo de massas Agilent HP-5975 e coluna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Temperaturas: injetor = 220 °C, detetor = 250 °C e coluna = 60 °C, 3 °C m<sup>-1</sup> até 240 °C, com volume injetado de 1,0 µL. A vazão do gás de arraste (He) foi de 1,0 mL por minuto e split de 30 mL por minuto.

A identificação dos compostos químicos foi realizada por comparação dos espectros de massas obtidos com os do banco de dados do aparelho (Wiley 140.000) e pelo índice de Kovats de cada componente (ADAMS, 1995).

A significância do efeito dos fatores de variação foi avaliada mediante análise de variância. As águas salobras artificiais (produzidas pela adição de NaCl) constituíram tratamentos quantitativos, sendo seu efeito avaliado mediante análise de regressão. Nesse caso, as variáveis de interesse foram relacionadas com a condutividade elétrica da água, mediante modelos de resposta, cujas validades foram estabelecidas de acordo com a significância dos seus termos e também com o valor do coeficiente de determinação. Os coeficientes de

determinação aqui apresentados se referem a todos os dados avaliados e não apenas às médias.

Por outro lado, os tratamentos solução nutritiva com húmus (T7), rejeito da dessalinização diluído (T6), água salobra produzida com NaCl de maior salinidade (T5) e água doce (T1) foram contrastados em teste de média (Tukey a 5% de significância).

Os dados das variáveis de interesse foram tabulados e previamente processados no Microsoft Excel 2007, sendo a análise estatística executada no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do experimento a temperatura do ar no ambiente protegido à altura das plantas (aproximadamente 1 m da superfície do solo) oscilou entre 19,51 °C a 38,96 °C (Figura 7A.). A temperatura da solução nutritiva (SN) apresentou mínima de 19,21 °C e máxima de 38,82 °C durante todo o experimento (Figura 7B.). Assim, houve pouca diferença entre as temperaturas do ar e da SN, o que, segundo Rodrigues (2002), é importante, pois se a temperatura da SN for muito superior ou inferior à temperatura do ar pode causar problemas para as culturas. Apesar da temperatura registrada no experimento ultrapassar a recomendada pela literatura especializada em cultivos hidropônicos, sendo 25 a 30 °C a máxima temperatura para a solução nutritiva e a do ar entre 20 e 30 °C (Rodrigues, 2002; Santos, 2009), não houve qualquer sintoma depreciativo nas plantas que pudesse ser atribuído a este fato.

O pH das soluções nutritivas manteve-se, em geral, dentro da faixa de 5,5 e 6,5 (Figura 8A.), seguindo recomendações para o cultivo hidropônico (Rodrigues, 2002; Santos, 2009) e mais especificamente para cultivo de manjerição em NFT (Carrasco & Isquierdo, 1996). Para essa cultura, autores como Bernstein et al. (2010) ajustaram o pH da solução nutritiva para 5,7 e Carrasco et al. (2007) mantiveram a solução nutritiva entre 5,5 e 6,5. Assim, o controle do pH no presente experimento manteve-se em concordância com outras pesquisas desenvolvidas com manjerição.

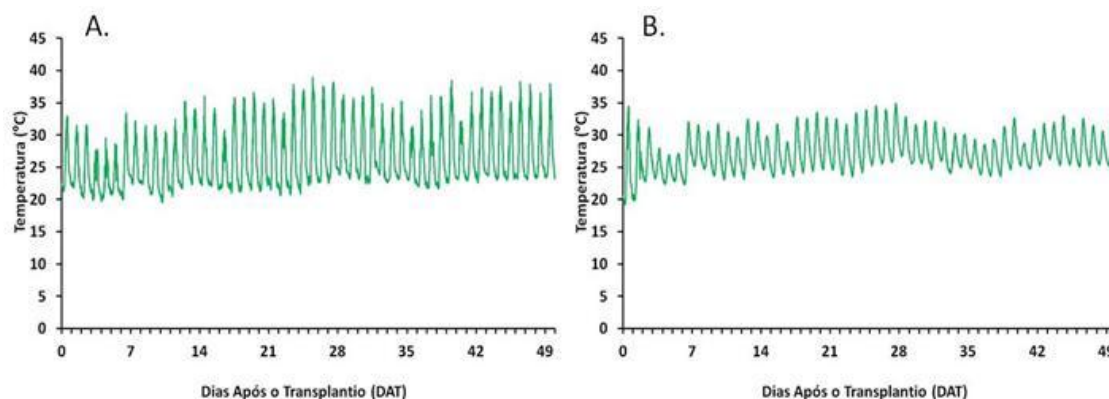


Figura 7. Temperatura do ar dentro do ambiente protegido à altura das plantas (1 m do solo) (A.) e temperatura da solução nutritiva (B.), ao longo de cada dia durante o período experimental.

No entanto, até os 34 DAT os tratamentos com NaCl e água doce apresentaram oscilações quanto ao pH, que foi corrigido devidamente com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico, quando a solução nutritiva apresentava pH ácido ou alcalino, respectivamente. O tratamento com rejeito de dessalinização (T6) se manteve com o pH tendendo à neutralidade, entre 6,6 e 7,0, até os 36 DAT, o que foi corrigido com ácido fosfórico. Como o pHmetro apresentou defeito entre os 17 e 33 DAT, o pH desses tratamentos não foi corrigido antes. O tratamento com solução nutritiva orgânica (T7) a partir dos 38 DAT passou a ficar mais ácido, atingindo valores na faixa de 4,9 a 5,5, mesmo com aplicação de hidróxido de potássio. Esse controle foi importante porque pH abaixo de 4,5 e acima de 7,5 podem causar sérios problemas, como danos fisiológicos às raízes, precipitação de nutrientes e sua indisponibilidade às plantas, toxidez, entre outros e, por conseguinte, reduzir a produção vegetal e alterar seus componentes químicos.

Ainda em relação à solução preparada com extrato de húmus, a redução do pH em algumas parcelas foi relacionada com o aparecimento de bronzeamento no limbo foliar, com posterior clorose das folhas mais velhas, o que evoluiu para abscisão foliar. A redução do pH pode estar associada à absorção diferenciada de cátions e ânions pelas plantas; segundo vários autores, como Rodrigues (2002), a absorção de cátions pode ser compensada pela liberação de H<sup>+</sup> pelas raízes, o que acidifica o meio.

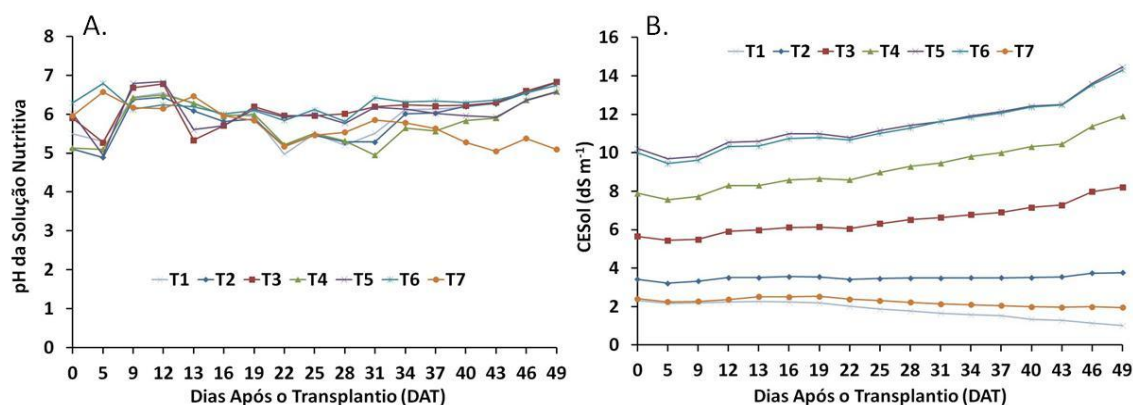


Figura 8. pH (A.) e condutividade elétrica (B.) da solução nutritiva (CESol) ao longo do tempo e em função dos tratamentos. T1- água doce com solução nutritiva convencional; T7- água doce com solução nutritiva orgânica; T2, T3, T4 e T5- águas salobras produzidas com NaCl com condutividade elétrica de 1,45; 3,8; 6,08 e 8,48  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente; T6- rejeito de dessalinização diluído e com condutividade de 8,40  $\text{dS m}^{-1}$ .

Os níveis de salinidade da solução nutritiva (SN) para as águas salobras (T3, T4 e T5-produzidas com NaCl, e T6-produzida com rejeito de dessalinização, com CEa de 3,8  $\text{dS m}^{-1}$ ; 6,08  $\text{dS m}^{-1}$ , 8,48  $\text{dS m}^{-1}$  e 8,40  $\text{dS m}^{-1}$ , respectivamente) foram crescentes (Figura 8B.), visto que a reposição do consumo de água foi feita com a própria água de cada tratamento de forma automatizada, com o uso da torneira-bóia. Em outros experimentos com alface (Soares et al., 2007, 2010 e Alves et al., 2011), rúcula (Silva et al., 2012) e girassol (Maciel et al., 2012) reporta-se esse mesmo comportamento de salinização crescente da solução nutritiva a partir da reposição das perdas por evapotranspiração com águas salobras. No caso de T2 (CEa de 1,45  $\text{dS m}^{-1}$ ), o acúmulo de sais aportados pela água salobra foi compensado pelo consumo de nutrientes pelas plantas, o que levou à estabilidade da salinidade de sua solução nutritiva.

Nos tratamentos T1 (SN convencional) e T7 (SN orgânica), para os quais foi utilizada água doce no preparo da solução nutritiva e reposição da água consumida, observou-se uma tendência de diminuição da salinidade (Figura 8B.). Ao longo do experimento não se procurou corrigir a condutividade elétrica da solução nutritiva, tendo em vista a alta disponibilidade de solução (em torno de 5,5 L por planta), sabendo-se que em hidroponia NFT a disponibilidade mínima recomendada está entre 0,5 e 1 L por planta para culturas como a alface e entre 3

e 4 L por planta para culturas como o tomate (Furlani et al., 1999; Santos, 2009). A literatura especializada não traz recomendações específicas para a cultura do manjeriço.

Em geral, as plantas se apresentaram com vigor e quase nenhuma infestação de pragas ou doenças que compromettesse o aspecto visual e a produção dos tratamentos. No entanto, foi possível detectar o aparecimento de insetos sugadores que foram facilmente controlados com a aplicação de extrato de nim. A ocorrência de ácaros poderia ter causado maiores danos se não tivesse surgido apenas ao final do experimento, pois as aplicações de extrato de nim e calda de fumo não foram eficazes.

As análises de teor e rendimento de óleo em função do incremento da salinidade apresentaram coeficiente de variação de 23,09 e 26,76% (Figura 9). Silva (2012a), cultivando manjeriço de mesma matriz genética do presente experimento, em diferentes substratos, obteve coeficiente de variação para o teor de óleo de 49,70%. Não foram encontrados trabalhos que apresentassem valores de coeficiente de variação para o teor, exceto Silva (2012a), e rendimento do óleo e massa de matéria seca das plantas de manjeriço. Por esta razão, considerou-se a classificação de Pimentel Gomes (1985), estudando os coeficientes de variação (CV) obtidos em ensaios agrícolas: CV inferiores a 10% - baixo; variando entre 10 e 20% - médios; entre 20 e 30% - altos e; acima de 30% - muito altos. No entanto, vale ressaltar que é importante a comparação ser feita com relação às mesmas variáveis, pois trabalhos da mesma linha de pesquisa poderão dizer se é ou não possível ter mais homogeneidade nos dados experimentais. Assim, os coeficientes de variação do teor e rendimento de óleo, de acordo com Pimentel Gomes (1985), foram considerados altos, para os tratamentos com salinidade da água crescente e médio para os tratamentos isosmóticos; o CV da massa de matéria seca foi considerado baixo, de acordo com Pimentel Gomes (1985).

O teor de óleo da parte aérea do manjeriço não sofreu diferença estatística da salinidade, mantendo a média de 0,56% do controle ao tratamento mais salino (Figura 9A.). Em contrapartida, o rendimento de óleo decresceu significativamente em 6,57% a cada aumento unitário da salinidade da água (em  $\text{dS m}^{-1}$ ) (Figura 9B.), obviamente influenciado pela redução na produção de biomassa em função da salinidade.



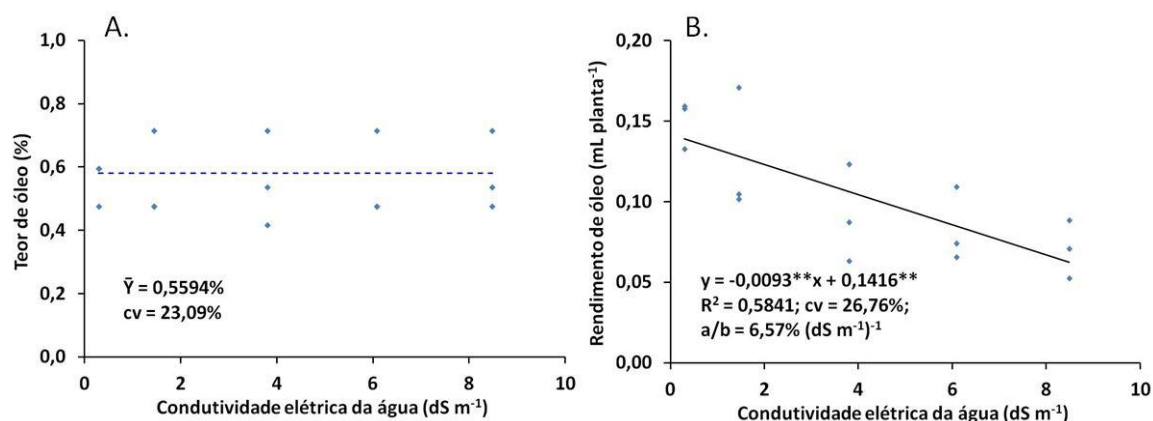


Figura 9: Teor (A.) e rendimento (B.) do óleo essencial extraído das massas de matéria seca da parte aérea das plantas de manjeriço em função da condutividade elétrica da água (CEa).

Quanto aos tratamentos isosmóticos (Tabela 5), a solução com água doce (T1) e solução orgânica (T7) não apresentaram diferenças estatísticas quanto ao teor de óleo com aproximadamente 0,6%; o mesmo ocorreu com os tratamentos com água salobra por NaCl (T5) e rejeito de dessalinização diluído (T6). Por outro lado, a solução nutritiva convencional produzida com água doce (T1) foi significativamente maior que os demais tratamentos, que não diferiram entre si, quanto ao rendimento de óleo essencial de toda parte aérea do manjeriço, com 0,15 mL por planta. Este resultado é decorrente da produção diferenciada da massa seca da parte aérea (MSPA), a qual não foi discutida no presente trabalho, mas é apresentada na Tabela 5 como referência para avaliação.

Tabela 5. Resultado da análise de variância e do teste de média aplicado às variáveis de teor e rendimento de óleo e massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de manjeriço

Variável	CV (%)	d.m.s.	pr>F <sub>c</sub> para Bloco	Teste de média			
				T1	T5	T6	T7
Teor de óleo (%)	11,11	0,188	0,0122 <sup>*</sup>	0,56 a	0,57 a	0,63 a	0,63 a
Rendimento (mL planta <sup>-1</sup> )	13,45	0,038	0,0542 <sup>ns</sup>	0,15 a	0,07 b	0,09 b	0,09 b
MSPA (g)	7,15	1,875	0,0101 <sup>**</sup>	25,14 a	11,29 c	12,83 bc	13,76 b

CV = coeficiente de variação; d.m.s. = diferença mínima significativa; PR>F<sub>c</sub> para bloco = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; \* = significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; \*\* = significativo a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

Silva (2012a), cultivando manjeriço de mesma matriz genética do presente experimento, na Bahia, em diferentes substratos, obteve teor de óleo essencial de 0,92 a 1,57%, extraíndo óleo, isoladamente, das folhas da planta de manjeriço; estimando o rendimento de óleo obtido pela autora, verifica-se que houve variação entre 0,12 e 0,32 mL por planta. Pravuschi et al. (2010) também extraíram óleo das folhas de manjeriço cultivado em solo, em São Paulo, sob estresse hídrico em três colheitas sucessivas de 90, 150 e 210 dias após o plantio e obtiveram teor de óleo variando entre 0,71 a 2,18%, sem obterem diferenças significativas entre os estresses. Simon et al. (1999), em um estudo sobre a cultura de manjeriço em solo, apresentaram teores de óleo extraído de toda a parte aérea de 42 plantas, com valores entre 0,22 a 5,22% (média de 0,87%); foi estimado que o rendimento do óleo dessas plantas variou entre 0,14 a 8,51 mL por planta (média de 0,95 mL por planta).

Como 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), essa pode ser a razão para o menor teor de óleo essencial registrado no presente trabalho, no qual se extraiu óleo essencial de toda a parte aérea da planta (incluindo caules tenros e lignificados).

Lachowicz et al. (1997) estudaram cinco variedades de *Ocimum basilicum* L. em solo, na Austrália, com espaçamento de 0,6 x 0,3 m<sup>2</sup> por 90 dias e obtiveram teor e rendimento de óleo essencial das folhas de manjeriço de 0,3 a 1,2% e 0,7 a 3,0 mL por planta, respectivamente.

Carrasco et al. (2007) cultivaram manjeriço em hidroponia NFT por 90 dias com diferentes salinidades (sais fertilizantes) da solução nutritiva (1,5; 3 e 4,5 dS m<sup>-1</sup>) e não encontraram diferenças estatísticas nos teores de óleo extraído das folhas frescas do manjeriço, que variou de 0,24 a 0,35%; quanto ao rendimento do óleo essencial do manjeriço, os autores obtiveram redução de 0,24 para 0,11 mL por planta com o aumento da salinidade de 1,5 para 4,5 dS m<sup>-1</sup> da solução nutritiva, respectivamente.

O teor e o rendimento de óleo extraído das plantas de manjeriço podem ser considerados baixos em relação ao obtido em outros trabalhos; Lachowics et al. (1997) por exemplo, obtiveram até 1,2% e 3 mL por planta no teor e rendimento de óleo, respectivamente; o baixo teor e rendimento do óleo obtidos no presente trabalho pode ser atribuído ao fato de não terem sido realizadas colheitas intermediárias e a extração de óleo ter sido de toda a parte aérea da planta; a poda sucessiva na plantas aromáticas e medicinais produzem novas brotações e podem causar um estresse que estimula a produção do óleo volátil (May et al., 2008; Carlo et al., 2013).

Bernstein et al. (2010) cultivaram manjeriço em hidroponia floating (piscinão) submetido a estresse salino por NaCl durante 25 dias, trocando a solução nutritiva semanalmente e repondo a água consumida com água doce; com seis salinidades da água entre 0,1 a 13 dS m<sup>-1</sup>, os autores obtiveram incremento do teor do óleo das folhas em função da salinidade da água em 5,1% por dS m<sup>-1</sup>; apesar do teor de óleo aumentar 50% com o incremento da salinidade na faixa de 0,1 a 7,5 dS m<sup>-1</sup>, também houve significativa redução da produção da biomassa, o que resultou num rendimento do óleo constante. Esta interação entre o estresse provocado na planta e o incremento do teor de óleo também foi comprovada por outros autores. Khalid (2006), no Egito, submetendo plantas de manjeriço, cultivado em vaso com solo, ao estresse hídrico, obteve incremento do teor de óleo essencial com o aumento do estresse, de 0,26% (para testemunha) até 0,36% (para o maior estresse de 50% da capacidade de campo).

A não verificação da influência da salinidade sobre a produção e produtividade do óleo essencial do manjeriço do presente experimento pode estar associada a uma combinação de fatores: 1-a extração de baixo volume de óleo em 90 g da parte aérea (caule, ramos e folhas) da planta; 2-volume de óleo medido em coluna com medida de baixa precisão de 0,5 mL e; 3-diferenças operacionais das colunas em que o volume de óleo foi medido (unidade mínima de 0,1 mL e 0,5 mL).

O óleo essencial extraído de toda a parte aérea da planta do manjeriço foi submetido à análise química e, assim, determinados os seus constituintes. Foram identificados todos os compostos da primeira repetição do tratamento testemunha

(água doce–T1), como apresentados na Tabela 6. Entre os compostos identificados foram selecionados cinco, pela representatividade percentual em todas as repetições de todos os tratamentos, para serem quantificados em todas as três repetições dos sete tratamentos, quais sejam, 1,8 cineol (eucaliptol), metil chavicol (estragol), cis-metil-cinamato, trans-metil-cinamato e EPI alfa-cadinol.

Tabela 6: Composição química do óleo essencial extraído de toda a parte aérea das plantas de manjeriço da primeira repetição do tratamento solução nutritiva convencional com água doce (T1)

Composto	t <sub>R</sub> (min)	IR	%rel.	Composto	t <sub>R</sub> (min)	IR	%rel.
<b>1,8-cineol (eucaliptol)</b>	<b>8,67</b>	<b>1030</b>	<b>1,61</b>	alfa-trans-bergamoteno	25,05	1435	2,35
fenchona	10,74	1088	0,54	alfa-humuleno	25,75	1452	2,19
linalol	11,19	1101	1,04	trans-beta-farneseno	25,91	1456	0,85
cânfora	12,94	1144	0,93	germacreno D	26,87	1480	1,23
NEO-ISO-isopulegol	13,89	1167	0,58	biciclogermacreno	27,48	1495	0,90
terpin-4-ol	14,31	1177	2,25	alfa-bulneseno	27,83	1504	1,18
n.i.	14,89	1191	1,02	gama-cadineno	28,18	1513	1,05
<b>estragol (metil chavicol)</b>	<b>15,20</b>	<b>1199</b>	<b>9,77</b>	espatulenol	30,66	1578	1,06
<b>cis-metil cinamato</b>	<b>19,71</b>	<b>1306</b>	<b>3,58</b>	<b>EPI alfa-cadinol</b>	<b>33,05</b>	<b>1641</b>	<b>3,99</b>
<b>trans-metil cinamato</b>	<b>23,11</b>	<b>1387</b>	<b>59,80</b>	beta-eudesmol	33,38	1650	0,51
n.i.	23,31	1392	0,59	M = 250	40,18	1843	0,56
trans-cariofileno	24,38	1418	1,76	fitol	48,65	2111	0,65

t<sub>R</sub> = tempo de retenção; IR = índice de retenção de Kovats; %rel = porcentagem relativa do óleo essencial total; ni = não identificado; M = massa Molar

Com base na Tabela 6 e nos demais resultados referentes aos compostos voláteis (Figura 10; Tabela 7), o quimiotipo do óleo essencial do manjeriço obtido do Projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde - UFRB), submetido aos tratamentos culturais aqui descritos, foi classificado conforme Grayer et al. (1996) e Lawrence (1988), e deve ser considerado pertencente ao tipo rico em cinamato de metila (média de 52% de trans-metil-cinamato), sendo o metil chavicol o segundo composto de maior quantidade, mas representando menos de 20% do teor de óleo.

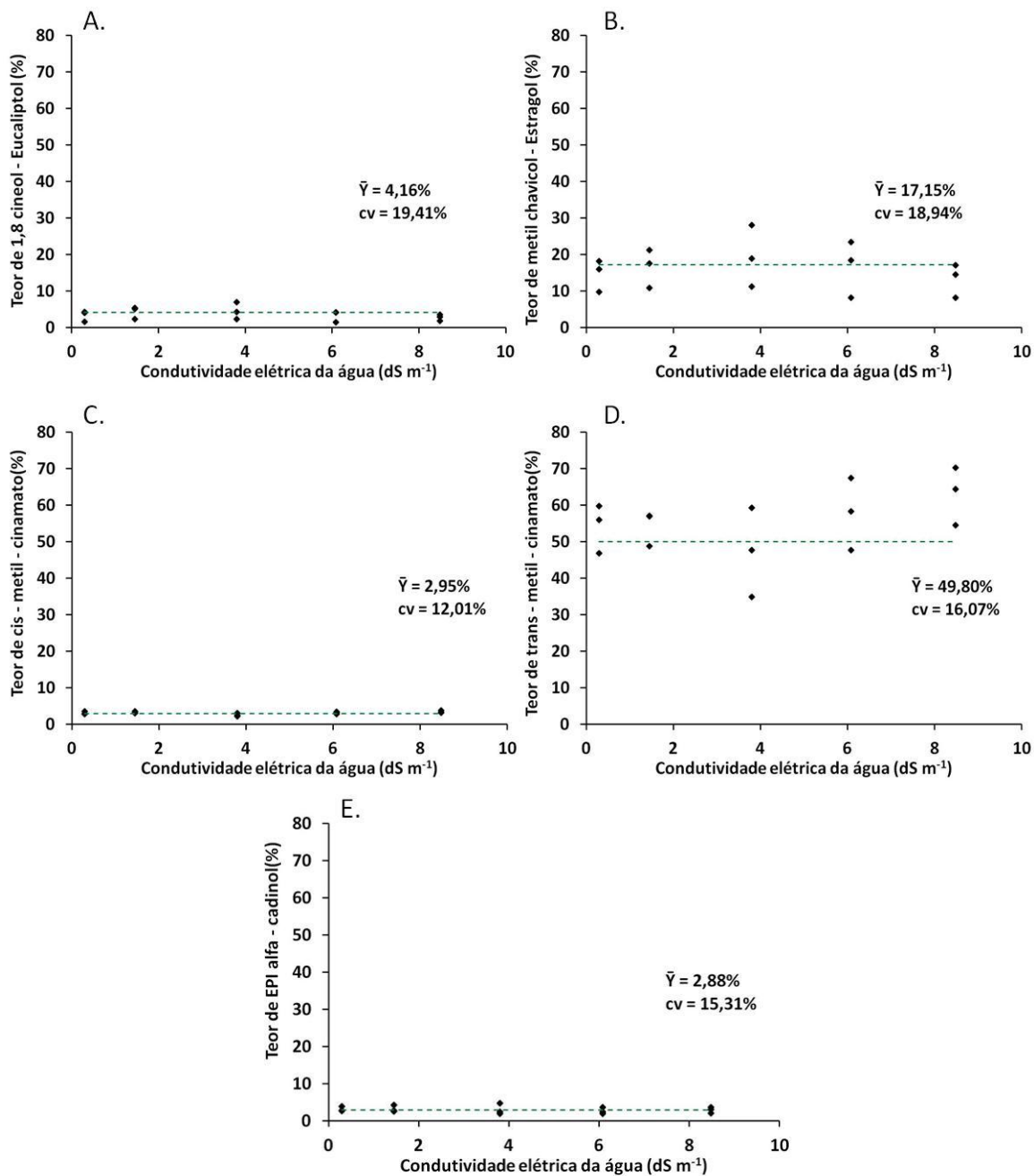
Viña & Murillo (2003) estudaram a composição química de doze variedades de *Ocimum* spp. das quais dez foram caracterizadas pela alta porcentagem de cinamato de metila presente (de 35 a 80%). Lachowicz et al. (1997) avaliaram as características relacionadas ao óleo das folhas do manjeriço var. Cinamon, cultivado em solo entre os meses de novembro e abril, submetido a diferentes

extrações, produzindo 1,2% de teor de óleo das folhas e rendimento de 3,0 mL por planta, esta variedade apresentou quimiotipo cinamato de metila (28-36%) e linalol (20-27%); esses autores também cultivaram, sob as mesmas condições de cultivo e extração de óleo, a var. Reunião, quimiotipada de metil chavicol (83-85%), com teor de óleo de 1,1% e rendimento de óleo de 1,1 mL por planta.

A análise estatística dos compostos presentes no óleo essencial extraído das plantas de manjeriço sob o incremento da salinidade da água (Figura 10) apresentou coeficientes de variação (CV) médios, de acordo com a classificação de Pimentel Gomes (1985).

O aumento da salinidade da água não ofereceu diferenças estatísticas sobre os compostos obtidos; assim, os compostos 1,8 cineol (eucaliptol), metil chavicol (estragol), cis-metil-cinamato, trás-metil-cinamato e EPI alfa-cadinol, identificados no óleo, apresentaram teores médios de 4,16; 17,15; 2,95; 49,80 e 2,88%, respectivamente (Figura 10).

Entre os tratamentos analisados qualitativamente pelo teste de média (Tabela 7), apenas o constituinte principal do óleo essencial extraído apresentou diferença estatística: a solução nutritiva orgânica de húmus (T7) e água salobra artificial de maior salinidade (T5) apresentaram teor de trans-metil-cinamato significativamente superior ao obtido com solução nutritiva convencional com água doce (T1). Os tratamentos com água salobra por NaCl (T5) e rejeito de dessalinização diluído (T6) não diferiram entre si em todos os compostos apresentados na Tabela 7. Neste último caso, significa que a origem da água salobra não interferiu nos teores dos compostos do óleo essencial.



C.V. = coeficiente de variação;  $\bar{Y}$  = teor médio de determinado composto em função da salinidade da água. Figura 10: Teores de 1,8 cineol – eucaliptol (A.), metil chavicol – estragol (B.), cis – metil – cinamato (C.), trans – metil – cinamato (D.) e EPI alfa – cadinol (E.), compostos químicos do óleo essencial extraídos das massas de matéria seca da parte aérea das plantas de manjeriço em função da condutividade elétrica da água (CEa).

Tabela 7. Resultado da análise de variância e do teste de média aplicado aos compostos químicos do óleo do manjeriço

Composto	CV (%)	d.m.s.	pr>Fc para Bloco	Teste de média			
				T1	T5	T6	T7
1,8-cineol (eucaliptol) (%)	19,29	2,087	0,0024**	4,05 a	3,35 a	4,22 a	3,69 a
estragol (metil chavicol) (%)	11,39	5,042	0,0005**	15,65 a	14,35 a	17,15 a	15,48 a
cis-metil cinamato (%)	8,63	0,792	0,2999 <sup>ns</sup>	3,03 a	3,23 a	3,14 a	3,58 a
trans-metil cinamato (%)	3,36	5,211	0,0009**	49,81 b	56,76 a	54,95 ab	57,77 a
EPI alfa-cadinol (%)	8,38	0,659	0,0002**	2,99 a	2,81 a	2,70 a	2,63 a

Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade; C.V. = coeficiente de variação; d.m.s. = diferença mínima significativa; pr>Fc = probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; ns = não significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \* = significativo pelo teste Tukey a 5% de probabilidade; \*\* = significativo pelo teste Tukey a 1% de probabilidade.

A composição orgânica da solução de húmus combinada com urina de vaca proporcionou melhor desempenho na produção do trans-metil-cinamato, o principal constituinte identificado no óleo em relação a testemunha. Klimánková et al (2008), ao trabalharem com cinco variedades de manjeriço cultivados sob condições orgânica e convencional, na República Checa, reportaram uma variedade que produziu metil-cinamato apenas na condição orgânica. O incremento do teor de constituinte químico relacionado com o cultivo orgânico também foi verificado por Luz et al. (2009), em Minas Gerais, ao obterem diferentes teores de linalol no cultivo de manjeriço sob doses de cama de frango; os autores concluíram que o componente adubação está associada não apenas ao crescimento da planta, mas também à produção e qualidade de óleo essencial e outros compostos.

## CONCLUSÕES

Cinamato de metila é o quimiotipo do manjeriço da presente pesquisa, com teor médio de 54%, sendo o metil chavicol o segundo composto principal representando em média de 17% do óleo essencial, para todos os tratamentos;

Os teores de óleo essencial e dos seus componentes 1,8 cineol, estragol, cis-metil-cinamato e EPI alfa-cadinol não foram estatisticamente alterados com o incremento da salinidade da água;

O maior nível de salinidade da água avaliado ( $8,48 \text{ dS m}^{-1}$ ) produziu aumento significativo no teor de trans-metil-cinamato, o principal composto constituinte, em relação ao tratamento com solução nutritiva convencional;

A solução nutritiva orgânica também proporcionou aumento significativo no teor de trans-metil-cinamato, o principal composto constituinte, em relação ao tratamento com solução nutritiva convencional; os demais compostos não foram alterados.

### **AGRADECIMENTOS**

A autora agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para execução dos projetos, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de Bolsa de Mestrado, à Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB) pela concessão de dados e informações; à empresa Plasnova Louveira Indústria e Comércio Ltda pelo fornecimento de produtos que auxiliaram nessa pesquisa; ao Laboratório de produtos naturais (LAPRON) do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS pelo suporte na extração do óleo essencial das plantas; ao Laboratório de Química Analítica do Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas (CPQBA) da Universidade de Campinas - UNICAMP pelas análises químicas do óleo essencial.



**LITERATURA CITADA**

- Adams, R. P. Identification of essential oil components by gás chromatography/mass spectroscopy. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 1995, 469p.
- Almeida, O. A. Informações meteorológicas do CNP: Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF. 1999. 35p. Documentos, 34
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.5, p.491-498, 2011.
- 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.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- Azevedo, C. D.; Moura, M. A. Cultivos de plantas medicinais: Guia prático. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 19 p. Manual Técnico 27.
- Bahia Rural. Pesquisadores da UFRB desenvolvem novo sistema para aproveitar água salobra. Disponível em: <http://g1.globo.com/videos/bahia/bahia-rural/t/todos-os-videos/v/pesquisadores-da-ufrb-desenvolvem-novo-sistema-para-aproveitar-agua-salobra/2329158/>. Acesso em: 07/01/2013.
- 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, 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, 2008. cap.7. p.159-244.
- 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

- agronômica de acessos de manjeriço e alfavaca. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.1, p.113-116, 2004.
- Brasil. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 60p.
- Carlo, N.; Silvia, S.; Stefano, B.; Paolo, S. Influence of cut number on qualitative traits in different cultivars of sweet basil. *Industrial Crops and Products*, v.44, p. 465– 472, 2013.
- Carrasco, G.; Izquierdo, J. La empresa hidropônica de mediana escala: La técnica de La solución nutritiva recirculante (“NFT”). Oficina Regional de La FAO para América Latina y El Caribe. Universidade de Talca, 1996. 60p.
- Carrasco, G.; Ramírez, P.; Vogel, H. Efecto de La conductividade 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.
- Costa, C. M. G. R.; Santos, M. S.; Barros, H. M. M.; Agra, P. F. M.; Farias, M. A. A. Efeito inibitório do óleo essencial de manjeriço sobre o crescimento in vitro de *Erwinia carotovora*. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, v.3, n.3, p.35-38, 2009.
- CPRM – Serviço Geológico de Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, diagnóstico do município de Santa Bárbara – Bahia. Salvador. Salvador: CPRM, 2005, 23p.
- Darrah, H. H. Investigations of the cultivars of basils (*Ocimum*). *Economic Botany*, v.28, n.1, p.63-67, 1974.
- Dias, N. S.; Brito A. A. F.; Souza Neto, O. N.; Lira, R. B.; Brito, R. F. Produção de alface hidropônica utilizando biofertilizante como solução nutritiva. *Revista Caatinga*, v.22, n.4, p.158-162, 2009.
- 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.

- Fatemi, R.; Aboutalebi, A. Evaluation the interaction of salinity and salicylic acid on Sweet basil (*Ocimum basilicum*) properties. *Annals of Biological Research*, v.3, n.11, p.5106-5109, 2012.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- Franson, M. A. H. Standard methods for examination of water and wastewater. 19.ed. Washington: American Public Health Association, 1995. 1074p.
- Furlani, P. R. Instruções para Cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. Campinas: IAC, 1998. 30p. Boletim do Instituto Agrônômico de Campinas, 168.
- Furlani, P. R.; Silveira, L. C. P.; Bolonhezi, D.; Faquin, V. Cultivo hidropônico de plantas. Campinas: IAC, 1999. 52p. Boletim Técnico, 180.
- 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. 112p. Tese de Doutorado.
- Gautam, R. K.; Nayak, A. K.; Sharma, D. K.; Qadar, A. Morphological and chemical fingerprinting of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes grown in sodic soil. *Agrochimica*, v.54, n.5, p.289-302, 2010.
- Grayer, R. J.; Kite, G. C.; Goldstone, F. J.; Bryan, S. E.; Paton, A.; Putievsky, E. Infraespecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. *Phytochemistry*, v.43, n.5, p 1033-1039, 1996.
- Hassanpouraghdam, M. B.; Gohari, G. R.; Tabatabaei, S. J.; Dadpour, M. R.; Shirdel, M. NaCl salinity and Zn foliar application influence essential oil composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Agriculturae Slovenica*, v.97, n.2, p.93–98, 2011.
- Hochmuth, R.C.; Davis, L.L.L.; Laughlin, W.L.; Simonne, E. Evaluation of organic nutrient sources in the production of greenhouse hydroponic basil. Suwannee Valley: University of Florida, 7p. 2003.
- INMET. Dados obtidos da estação meteorológica da Rede INMET (latitude - 12.6666°; longitude -39.1500; altitude 225,87 m). Disponível em:

<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>

Acesso em: 08/12/2012

- Klimánková, E.; Holadová, K.; Hajšlová, J.; Čajka, T.; Poustka, J.; Koudelab, M. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry*, v.107, n.1, p.464-472, 2008.
- Lachowicz, K. J.; Jones, G. P.; Briggs, D. R.; Bienvenu, F. E.; Palmer, M. V.; Mishra, V.; Hunter, M. M. Characteristics of plants and plant extracts from five varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in Australia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.45, n.7, p.2260-2265, 1997.
- Lawrence, B. M. A further examination of the variation of *Ocimum basilicum* L.. In: Lawrence, B. M.; Mookerjee, B. D.; Willis, B. J. (eds.), *Flavors and fragrances: A world perspective*. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. B.V, 1988, p. 161-170.
- Lawrence, B. M. Chemical components of Labiatae oils and their exploitation. In: Harley, R. M.; Reynolds, T. (eds). *Advances in Labiatae science*. Kew, UK, Royal Botanical Gardens, 1992, p.399-436.
- Maciel, M. P.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Rezende, E. P. L.; Oliveira, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.165-172, 2012.
- Malheiros, S. M. M.; Silva, E. F. F.; Medeiros, P. R. F.; Pedrosa, E. M. R.; Rolim, M. M.; Santos, A. N. Cultivo hidropônico de tomate cereja utilizando-se efluente tratado de uma indústria de sorvete. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.10, p.1085-1092, 2012.
- Martínez, A. M.; Torres, J.; Campos, A. Estudio del régimen de humedad de três tipos de turba em La etapa de propagación de La albahaca (*Ocimum basilicum* L.). *Agronomia Colombiana*, v.23, n.1, p.154-164, 2005.
- Mathews, S.; Singhal, R. S.; Kulkarni, P. R. *Ocimum basilicum*: A new non-conventional source of fibre. *Food Chemistry*, v.47, n.4, p.399-401, 1993.
- Matíz, G.; Osorio, M. R.; Camacho, F.; Atencia, M.; Herazo, J. Diseño y evaluación *in vivo* de fórmulas para acne basadas em aceites esenciales de

- naranja (*Citrus sinensis*) albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y ácido acético. *Biomédica*, v.32, p.125-133, 2012.
- Matos, T., M., F. Manejo agroecológico de manjeriçãõ (*Ocimum basilicum* L.). Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2011. 46p. Dissertação Mestrado.
- May, A.; Bovi, O. A.; Maia, N. B.; Barata, L. E. S.; Souza, R. C. Z.; Souza, E. M. R. Basil plants growth and essential oil yield in a production system of successive cuts. *Bragantia*, v.67, n.2, p.385-389, 2008.
- Paula, L.; Rolim, M. M.; Bezerra Neto, E.; Soares, T. M.; Pedrosa, E. M. R.; Silva, E. F. F. Crescimento e nutrição mineral de milho forrageiro em cultivo hidropônico com soro de leite bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.9, p.931-939, 2011.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Frizzone, J. A.; Soares, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v.28, n.1, p.29-35, 2010.
- PESAGRO-RIO - Empresa de pesquisa agropecuária do Rio de Janeiro. Unina de vaca: alternativa eficiente e barata. 2ed. Niterói: PESAGRO-RIO, 2002, 12p. Documentos, 96.
- Pimentel Gomes, F. Curso de Estatística Experimental. São Paulo: Nobel. 1985. 467p.
- Prasad, A.; Lal, R. K.; Chattopadhyaya, A.; Yadav, V. K.; Yadav, A. Response of basil species to soil sodicity stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.38, n.19-20, p.2705-2715, 2007.
- 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 manjeriçãõ (*Ocimum basilicum* L.). *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.32, n.4, p.687-693, 2010.
- Ramírez-Sandoval, M.; Melchor-Partida, G. N.; Muñiz-Hernández, S.; Girón-Pérez, M. I.; Rojas-García, A. E.; Medina-Díaz, I. M.; Robledo-Marengo, M. I.; Velázquez-Fernández. Phytoremediatory effect and growth of two species of

- Ocimum* in endosulfan polluted soil. *Journal of Hazardous Materials*. v.192, p. 388-392, 2011.
- Rodrigues, L. R. F. Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido. Jaboticabal: Funep, 2002. 762p.
- Said-Al Ahl, H. A. H.; Meawad, A. A.; About-Zeid, E. N.; Ali, M. S. Response of different basil varieties to soil salinity. *International Agrophysics*, v.24, n.2, p.183-188, 2010.
- Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.9, p.961-969, 2010.
- Santos, A. S.; Alves, S. M.; Figueirêdo, F. J. C.; Rocha Neto, O. G. Embrapa Amozônia Ocidental. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Comunicado técnico 99. Belém, 2004, 6p.
- Santos, E. F. Seleção de tipos de *Ocimum basilicum* L. de cor púrpura para o mercado de plantas ornamentais. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2007, 60p. Dissertação Mestrado.
- Santos, F. C. C; Vogel, F. S. F.; Monteiro, S. G. Essential basil oil effect (*Ocimum basilicum* L.) on cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *in vitro* experiments. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.33, n.3, p.1133-1140, 2012.
- Santos, O. S. Hidroponia. Santa Maria: UFSM/Colégio politécnico, 2009. 392p.
- Shannon, M. C.; Grieve, C. M. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*, v.78, n.1-4, p.5-38, 1999.
- 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, n.1, 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. 2012a. 65p. Dissertação Mestrado.
- Silva, J. S. Uso de águas salobras do Semiárido e do Recôncavo Baiano na produção de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT. Cruz das Almas, BA. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2012b. 160p. Dissertação Mestrado.
- Simon, J. E.; Morales, M. R.; Phippen, W. B.; Vieira, R. F.; Hao, Z. Basil: A source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb. In: Janick, J. (ed). Perspectives on new crops and new uses. Purdue Agricultural Research Programs, Purdue University, West Lafayette, 1999, p.499-505.
- Simon, J. E.; Quinn, J; Murray, R. G. Basil: a source of essential oils. In: Janick, J.; Simon, J. E. (eds.), Advances in New Crops. Timber Press, 1990, p.484-489.
- Soares, T. M. Utilização de águas salobras no cultivo da alface em sistema hidropônico NFT como alternativa agrícola condizente ao Semi-árido brasileiro. 2007. 267p. Tese de Doutorado.
- Soares, T. M.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. F.; Melo, R. F.; Jorge, C. A.; Oliveira, A. S. Experimental structure for evaluation of saline water use in lettuce hydroponic production. Irriga, v.14, n.1, p.102-114, 2009.
- Soares, T.M.; Duarte, S.N.; Silva, E.F.F.; Jorge, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.7, p.705-714, 2010a.
- Succop, C. E.; Newman, S. E. Organic fertilization of fresh market sweet basil in a greenhouse. HortTechnology, v.14, n. 2, p. 235-239, 2004.
- Teixeira, N. T.; Vital, W. M.; Macedo, F. B.; Almeida, F.; Andrade, R.C. Alface cultivada em hidroponia com efluente de granja de suinocultura e biofertilizante. Revista Ecosistema, v.29, n.1, p.23-25, 2005.
- Telci, I.; Bayram, E.; Yilmaz, G.; Avci, B. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). Biochemical Systematics and Ecology, v.34, n.6, p.489-497, 2006.

- Thirugnanasampandan, R.; Jayakumar, R. Protection of cadmium chloride induced DNA damage by Lamiaceae plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. p.391-394, 2011.
- Umerie, S. C.; Anaso, H. U.; Anyasoro, L. J. C. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf-extract. *Bioresource Technology*, v.64, n.3, p.237-239, 1998. Short communication.
- Viña, A.; Murillo, E. Essential oil composition from twelve varieties of basil (*Ocimum* spp) grown in Colombia. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v.14, n.5, p.744-749, 2003.
- 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**

A produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT se mostrou bastante interessante visando obter matéria fresca, matéria seca e óleo essencial da parte aérea da planta, além de oferecer encurtamento do tempo de produção, que é uma característica própria do cultivo hidropônico que dispõe os nutrientes à planta de forma mais acessível, diluídos na água de irrigação. Além disso, houve baixa incidência de pragas e doenças, não necessitando aplicação de agrotóxico.

É importante salientar que o perfil hidropônico utilizado ficou preenchido com as raízes ao final do ciclo; neste caso, é interessante optar por uma estrutura que suporte maior volume de raiz já que, se o período de cultivo fosse um pouco mais prolongado, poderia ter limitado o sistema radicular e, conseqüentemente, a produção de fitomassa; isso é particularmente importante porque é comum cultivar manjeriço por um tempo mais longo, durante o qual se faz uma série de colheitas parciais da parte aérea.

O manjeriço não demonstrou sintomas deletérios, provenientes do estresse salino, que comprometessem a produção e comercialização da massa de matéria fresca ou seca da parte aérea.

Deverão ser realizados trabalhos futuros que testem diferentes doses de extrato de húmus de minhoca e urina de vaca. Além disso, dever-se-á buscar a identificação dos nutrientes limitantes, de forma a enriquecer a solução nutritiva com outra fonte orgânica e indicar a solução nutritiva orgânica ideal para cultivos hidropônicos. A partir daí, trabalhos com a interação da solução nutritiva orgânica com águas salobras devem ser conduzidos.

Ainda sobre a solução nutritiva orgânica, a metodologia usada foi incapaz de evitar a sedimentação de partícula no sistema. Isso deve ser corrigido melhorando

a filtragem do extrato do húmus de minhoca. Tal sedimento pode conduzir ao entupimento dos sistemas injetores (como foi percebido em algumas parcelas) e ao selamento em torno dos tecidos radiculares, dificultando sua aeração. De fato, em algumas plantas da solução nutritiva orgânica se verificou raízes crescendo para cima, o que pode estar relacionado à baixa oxigenação dos tecidos.

Também se recomenda monitorar a atividade microbiana e os níveis nutricionais da solução nutritiva ao longo do tempo.

Apesar do uso da solução nutritiva orgânica prejudicar o aspecto visual da maioria das plantas aos 49 dias após o transplântio (DAT), final do ciclo de cultivo, este tratamento apresentou grande potencial na produção hidropônica de manjeriço que até os 30 dias após o transplântio não apresentava sintomas depreciativos na parte aérea, como o bronzeamento das folhas.

Trabalhos futuros devem ser conduzidos visando as colheitas sucessivas de manjeriço, contrapondo os efeitos da salinidade e da solução nutritiva orgânica ao longo do tempo.

Para fins científicos, visando a comparação dos resultados obtidos, indica-se, também, não utilizar caules lignificados na extração de óleo essencial do manjeriço. O ideal seria avaliar os teores de óleo separadamente nas folhas, caules e flores.

Pretende-se complementar, futuramente, o atual trabalho com análise da viabilidade econômica da produção de fitomassa fresca e seca e óleo essencial do manjeriço em hidroponia sob condições salinas com uso da solução nutritiva orgânica.