

CULTIVO DE MANJERICÃO UTILIZANDO EFLUENTE DOMÉSTICO TRATADO EM SISTEMAS HIDROPÔNICOS SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE PLANTAS

LUCYLIA SUZART ALVES¹; HANS RAJ GHEYI²; VITAL PEDRO DA SILVA PAZ²; ALEXANDRE NASCIMENTO DOS SANTOS³; MAIRTON GOMES DA SILVA² E SAMIR DE SOUZA BANDEIRA²

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS, Av. Transnordestina, s/n, CEP: 44036-900, Feira de Santana-BA, Brasil. E-mail: lusuzart85@yahoo.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, Rua Rui Barbosa, 710 - Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil. E-mail: hans@agriambi.com.br, vpspaz@gmail.com, mairtong@hotmail.com, samir.bandeira@hotmail.com

³ Instituto Federal Baiano-IFBaiano, Rua Barão de Camaçari, 118 - Centro, CEP: 48110-000, Catu-BA, Brasil. E-mail: alexandrens14@yahoo.com.br

1 RESUMO

Com o presente trabalho objetivou-se avaliar a produção de dois cultivares de manjericão (Grecco a Palla e Alfavaca Basilicão) sob diferentes espaçamentos entre plantas, utilizando água residuária proveniente de efluentes domésticos tratados em sistemas hidropônicos (NFT e DFT). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de março a maio de 2015. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 2x2x3. A colheita foi realizada aos 30 e aos 45 dias após o transplântio (DAT) e as variáveis avaliadas foram: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA), produtividade por metro linear (PMFPA), teor de água da parte aérea (TA) e consumo hídrico (CH). As plantas de manjericão de folha estreita (Grecco a Palla), nos períodos estudados, apresentaram maior massa fresca que o manjericão de folha larga (Alfavaca Basilicão). Os sistemas hidropônicos (NFT e DFT) utilizados não apresentaram efeito significativo ($p > 0,05$) nas variáveis de crescimento e produção, exceto para o DC e CH aos 30 DAT e TA aos 45 DAT. O menor espaçamento entre as plantas (20 cm) aumentou a densidade de cultivo e promoveu a maior produtividade de MFPA.

Palavras-chave: *Ocimum*, água residuária, cultivo sem solo

ALVES, L. S.; GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; SANTOS, A. N.; SILVA, M. G.; BANDEIRA, S. S.

CULTIVATION OF BASIL UTILISING TREATED DOMESTIC EFFLUENT IN HYDROPONIC SYSTEMS UNDER DIFFERENT PLANT SPACINGS

2 ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the production of two basil cultivars (Grecco a Palla and Alfavaca Basilicão) under different plant spacings using treated domestic effluents in hydroponic systems (NFT and DFT). The experiment was conducted in a greenhouse from March to May 2015. The experimental design was completely randomized with four replications, in a 2x2x3 factorial scheme. Harvesting was performed at 30 and 45 days after transplanting (DAT) and the variables evaluated were: plant height (PH), stem diameter (SD), shoot fresh mass (SFM), productivity per linear meter (PSFM), shoot water content (SWC) and water consumption (WC). The small leaf basil (Grecco a Palla) plants, in the studied periods, presented fresh mass higher than that of the broad leaf basil (Alfavaca Basilicão). The hydroponic cultivation systems (NFT and DFT) used did not show significant effects ($p > 0.05$) on growth and production variables, except for SD and WC at 30 DAT and SWC at 45 DAT. The spacing of 20 cm between the plants promoted higher productivity of SFM due to increased density.

Keywords: *Ocimum*, wastewater, cultivation without soil

3 INTRODUÇÃO

O setor agrícola é responsável por cerca de 70% do consumo global de água (TAHTOUH et al., 2019). Com o aumento da população, o desafio da agricultura atual é aumentar a produção das culturas (FUENTES-CASTAÑEDA et al., 2016), em um cenário de escassez hídrica em termos de qualidade e quantidade, enquanto a demanda de alimentos é cada vez maior (MKHWANAZI; VILANE, 2018; SUTHAR et al., 2018).

Nesse contexto, outras fontes hídricas de qualidade inferior, como as águas residuárias, têm sido utilizadas na irrigação (SANTOS JÚNIOR et al., 2016; MKHWANAZI; VILANE, 2018; SOUZA et al., 2018; TAHTOUH et al., 2019). Além do aporte hídrico, tais águas servem como fonte de nutrientes às plantas (RÊGO et al., 2019; XAVIER et al., 2019).

Uma solução viável ambientalmente e sanitariamente para a destinação dessas águas é o cultivo em condições hidropônicas. Na hidroponia, conforme Cuba et al. (2015), não ocorre contaminação da parte aérea das plantas,

pois o efluente só tem contato com as raízes.

A hidroponia pode ser alternativa para os pequenos produtores de comunidades rurais do Semiárido brasileiro, pois o cultivo pode ser praticado em pequenas áreas, viabilizando a produção de qualidade o ano inteiro e precocemente (SILVA, 2019). Conforme Cuba et al. (2015), a infraestrutura para produção pode ser instalada nas proximidades de estações de tratamento das águas residuárias, reduzindo assim, os custos com transporte do efluente.

Um dos principais obstáculos para implantação da hidroponia nessas comunidades diz respeito à dependência de eletricidade para circulação de solução nutritiva nos canais hidropônicos (SANTOS JÚNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2016; ROY; NAUMOVA; BOTH, 2018), geralmente em intervalos curto de tempo (a cada 15 min), quando a técnica empregada é do tipo fluxo laminar de nutrientes (NFT). Como solução para locais onde a infraestrutura é inadequada para conduzir eletricidade, estudos têm sido realizados utilizando-se a técnica do fluxo profundo (DFT) adaptado em tubos,

formando-se uma lâmina de solução nutritiva que é mantida e renovada durante o período de cultivo, suprindo as plantas constantemente, permitindo assim, ampliar o intervalo entre uma circulação e outra da solução, conseqüentemente ocorre menor consumo de energia elétrica e o desgaste do sistema de bombeamento.

Conforme Bione et al. (2014), no cultivo hidropônico há uma maior facilidade na diversificação das culturas, além do grande mercado para as hortaliças folhosas, tem-se ganhado espaço as plantas medicinais/condimentares, como o manjeriço. No Nordeste brasileiro o manjeriço é utilizado na culinária (MAIA et al., 2017). Também é extraído das plantas o óleo essencial, rico em compostos fenológicos, com múltiplos usos nas indústrias alimentícias, cosméticas, perfumarias e farmacêuticas (BERNSTEIN; KRAVCHIK; DUDAI, 2010; HEIDARI, 2012).

O manjeriço por ser uma cultura pouco explorada em hidroponia, é necessário investigar espaçamentos diferentes daqueles utilizados para hortaliças folhosas. Nesse caso, o espaçamento pode ser ajustado conforme o genótipo utilizado, por exemplo, o genótipo Alfavaca Basilicão se expande mais em altura, enquanto que os genótipos Grecco a Palla e Toscano Folha de Alface ocupam maior área lateralmente. Em estudos no DFT em tubos com os genótipos Alfavaca Basilicão, Grecco a Palla e Toscano Folha de Alface (GONDIM FILHO et al., 2018) e Toscano Folha de Alface (SANTOS et al., 2019; SILVA et al., 2019), as plantas foram espaçadas nos canais hidropônicos em 0,25; 0,30 e 0,10 m, respectivamente.

Considerando a crescente preocupação com a escassez e qualidade dos recursos hídricos na agricultura, bem como a importância das plantas medicinais, com destaque para o cultivo do manjeriço, devido ao valor comercial do

seu óleo essencial para as indústrias, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar a produção de dois cultivares de manjeriço (Grecco a Palla e Alfavaca Basilicão), em dois sistemas de cultivo hidropônico NFT e DFT, sob diferentes espaçamentos entre as plantas no canal de cultivo, utilizando efluente doméstico tratado no preparo da solução nutritiva.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de 06 de março a 20 de maio de 2015, na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizada no município de Cruz das Almas, BA.

No período experimental, os valores de temperatura média máxima e mínima foram de 28,6 e 21,6°C, respectivamente, e a umidade relativa do ar máxima e mínima de 97,3 e 66,3%, respectivamente. Essas condições meteorológicas foram favoráveis para a cultura, pois segundo Minami et al. (2007) o manjeriço adapta-se bem em condições amenas para quentes e úmidas, não tolerando temperaturas frias ou geadas.

A casa de vegetação tinha cobertura em arco simples e filme de polietileno de baixa densidade com 100 µm de espessura, com tratamento anti UV, apresentando 7,0 m de largura, 24 m de comprimento, 2,5 m de pé direito, altura do arco de 1,5 m e orientação Leste-Oeste. As paredes laterais e frontais foram confeccionadas com telas tipo sombrite 50%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 2x2x3, totalizando 48 parcelas experimentais. Estudaram-se dois cultivares de manjeriço (Grecco a Palla e

Alfavaca Basilicão) nos sistemas hidropônicos NFT e DFT, sob três espaçamentos entre plantas no canal de cultivo (20, 30 e 40 cm).

Em ambos os sistemas os canais hidropônicos foram confeccionados com tubos de PVC com diâmetro nominal de 0,075 m, dispostos com uma declividade de 3,0% para o NFT e com declividade nula para o DFT (formando uma lâmina de solução de aproximadamente 0,02 m). Os canais tinham 6 m de comprimento, os quais foram espaçados em 0,30 m na bancada de cultivo. As plantas foram espaçadas nos canais conforme os espaçamentos adotados.

Cada perfil hidropônico representava uma parcela experimental, contendo orifícios com diâmetro de 0,05 m, em que foram cultivadas as plantas. As parcelas representavam os sistemas hidropônicos NFT e DFT, cada uma contendo um reservatório plástico independente com capacidade para 60 L; um sistema de bombeamento e um sistema de retorno da solução nutritiva. A vazão média mantida nos perfis foi de 1,5 L min⁻¹.

Também foi acoplado um sistema de abastecimento individualizado para cada parcela, responsável pela reposição de água consumida pelas plantas. Esse abastecedor foi construído com tubulação de PVC de 0,15 m de diâmetro, com capacidade para 15 L, dotado de uma régua graduada fixada junto a uma mangueira transparente instalada no sentido vertical para realizar a leitura do nível de água no abastecedor.

Em 6 de março de 2015 as sementes de manjeriço (Grecco a Palla e Alfavaca Basilicão), foram semeadas em copos descartáveis de prolipropileno (110 mL). Os copos foram preenchidos com fibra de coco, depositando-se três sementes em cada copo e cobrindo-as com vermiculita. Aos 15 dias após a semeadura (DAS) foi realizado o desbaste, deixando

apenas uma plântula mais vigorosa por copo.

Inicialmente a irrigação das mudas ocorreu com água de abastecimento local (CE = 0,25 dS m⁻¹) e após 15 dias com solução nutritiva meia força (com 50% de diluição), recomendada por Furlani (1999), para o cultivo hidropônico de hortaliças folhosas.

Para o preparo da solução nutritiva na fase de cultivo foi utilizada água residuária, proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Empresa Baiana de Água e Saneamento (EMBASA), localizada no município de Muritiba, BA. O efluente doméstico utilizado foi armazenado em reservatório coberto com tampa em volume suficiente para condução de todo o experimento, dessa forma, a análise físico-química foi realizada uma única vez, com os seguintes resultados: pH = 7,8; CE = 1,0 dS m⁻¹; teores (mg L⁻¹) de P = 0,05; K = 29,32; N = 21,85; Na = 138; Ca = 15; Mg = 18,96; Cl = 175,83; HCO₃ = 238,51; SO₄ (ausente); CO₃ (traço) e RAS = 5,55 (mmol L⁻¹)^{0.5}. Como a concentração de nenhum nutriente no efluente foi superior a 10% em relação à solução nutritiva utilizada (FURLANI et al., 1999), os teores de nutrientes contidas no efluente não foram levados em consideração para o preparo da solução nutritiva. Vale salientar que em todos os tratamentos foi utilizada mesma solução nutritiva.

Além do tratamento dado na ETE, para utilização desse efluente no local do experimento, o mesmo passava-se por um filtro de tela e posteriormente, por um filtro de malha artesanal para reter partículas de solo ainda existentes.

No preparo da solução nutritiva tomou-se o cuidado de dissolver previamente cada fertilizante em um balde e em seguida adicionado ao reservatório, garantindo dissolução completa do produto. A solução nutritiva foi preparada em um reservatório com volume de 1000 L

e em seguida realizou-se a correção do pH para manter-se na faixa recomendada (5,5 a 6,5) para o cultivo hidropônico. Após a correção do pH e aferição da condutividade elétrica da solução nutritiva (CESol), a mesma foi distribuída para os reservatórios de cada parcela. Da mesma forma, o pH da água residuária utilizada na reposição do volume consumido pelas plantas, foi monitorado e corrigido antes de ser distribuída nos abastecedores.

Aos 30 DAS, 12 mudas de manjeriço foram transplantadas na parte central de cada perfil conforme espaçamento. A partir de então, aplicou-se a solução nutritiva a 100% da concentração.

O pH e a CESol foram monitorados a cada dois dias. Quando necessário, foi feita a correção do pH mediante adição de HCl diluído a 30% ou hidróxido de sódio, para que seu valor fosse mantido entre 5,5 e 6,5.

Para oxigenação e reposição do volume consumido nos perfis hidropônicos dos sistemas NFT e DFT, a recirculação da solução nutritiva foi realizado automaticamente com auxílio de um temporizador analógico, em intervalos alternados de 15 min (15 min ligado, 15 min desligado) das 06:00 às 18:00 h. No período das 18:00 às 06:00 h, a solução foi recirculada uma vez a cada 2 h, com duração de 15 min. A solução percorria o perfil hidropônico e retornava ao reservatório para ser recirculada, promovendo um reaproveitamento constante da solução nutritiva.

Foram realizadas duas colheitas aos 30 e 45 dias após o transplante (DAT), em cada uma foram colhidas seis plantas por canal hidropônico. Determinaram-se: a altura das plantas (AP); o diâmetro do caule (DC), a massa de matéria fresca da

parte aérea (MFPA) utilizando uma balança de precisão (0,01 g), o teor de água da parte aérea (TA), a produtividade da massa de matéria fresca da parte aérea (PMFPA) por metro linear e o consumo hídrico por planta durante os primeiros 30 dias.

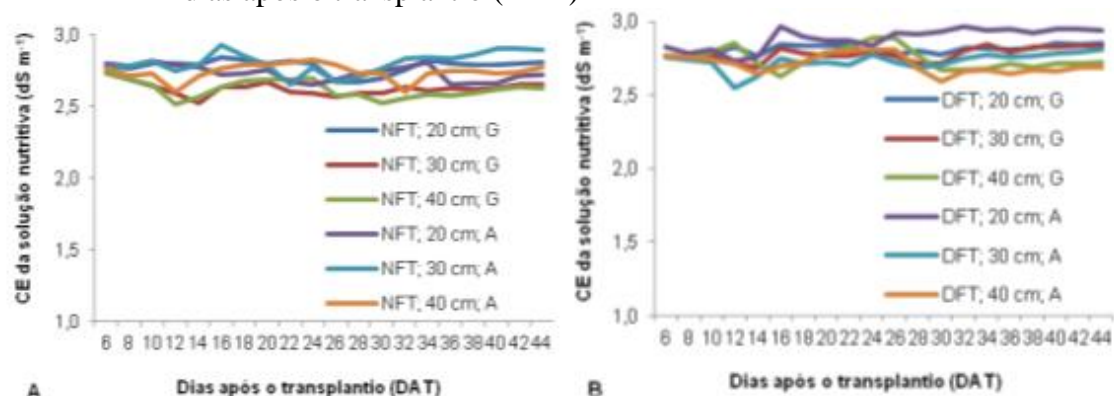
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F. As variáveis com efeito significativo foram submetidas à comparação de médias, utilizando o teste de Tukey (0,05 de probabilidade).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1A e 1B encontram-se os valores médios de CESol nos sistemas hidropônicos NFT e DFT, respectivamente, no período de 6 aos 44 DAT. A CESol no dia do transplante foi de $2,85 \text{ dS m}^{-1}$ em todas as parcelas. As variações entre os valores médios de CESol ao longo do período experimental mantiveram-se na faixa de $2,71 \pm 0,26 \text{ dS m}^{-1}$ no sistema NFT e de $2,76 \pm 0,27 \text{ dS m}^{-1}$ no sistema DFT, independentemente da cultivar ou espaçamento entre plantas.

No presente trabalho não houve necessidade de reposição de nutrientes à solução nutritiva. Isso ocorreu em consequência da relativamente elevada CE ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$) da água residuária e devido à presença de nutrientes existentes na composição do efluente doméstico utilizado no preparo da solução nutritiva e na reposição do volume evapotranspirado. Conforme Beckmann-Cavalcante et al. (2013), é necessário o monitoramento periódico da CESol para manter-se dentro de uma faixa apropriada, assim garantindo um aporte contínuo de nutrientes para as plantas.

Figura 1. Valores médios de condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva nos sistemas hidropônicos NFT (A) e DFT (B) no cultivo do manjeriço, no período de 6 aos 44 dias após o transplante (DAT)



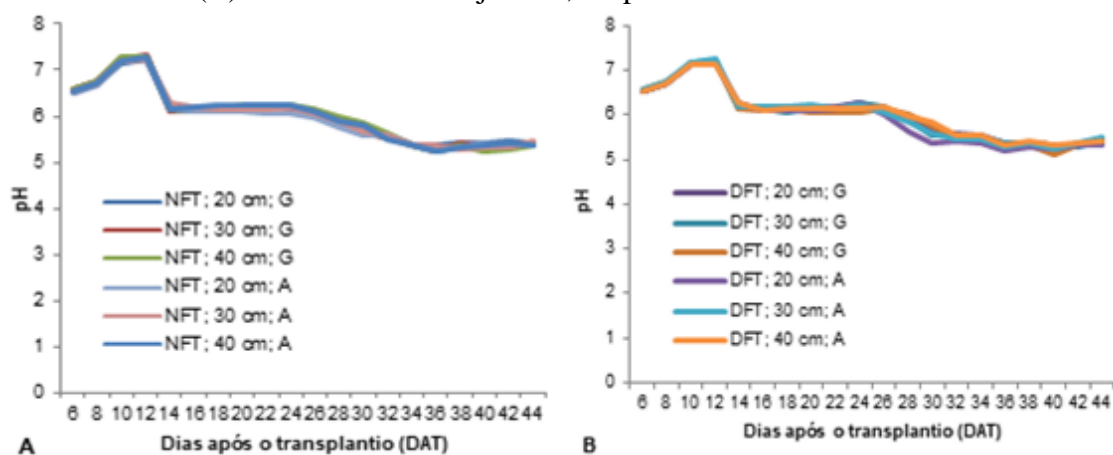
G - Grecco a Palla; A - Alfavaca Basilicão.

Quanto ao comportamento dos valores médios de pH da solução nutritiva (Figura 2), no dia do transplante o valor médio de pH foi de 6,4 em todas as parcelas. Em geral, os valores médios de pH seguiram comportamento semelhante tanto no sistema NFT (Figura 2A) quanto no sistema DFT (Figura 2B). Observou-se elevação do pH até os 12 DAT, isso devido a reposição da água consumida pelas plantas com água residuária (de pH 7,8). Percebendo-se isso, o pH da água residuária utilizada para reposição passou a ser corrigido (utilizando-se ácido clorídrico) previamente, mantendo-se em

torno de 6,0 antes de ser distribuída nos reservatórios de abastecimento.

A partir de 12 DAT até o fim do ciclo de cultivo, os valores de pH mantiveram-se na faixa de 5,75 no sistema NFT e de 5,72 no sistema DFT, independentemente da cultivar e espaçamento utilizado entre as plantas. Esses valores foram mantidos na faixa considerada ótima para absorção de nutrientes (5,5 a 6,5). Dessa maneira, não foram observados sintomas visuais de toxicidade ou deficiência nas plantas, estando relacionada ao pH da solução nutritiva.

Figura 2. Valores médios de pH da solução nutritiva nos sistemas hidropônicos NFT (A) e DFT (B) no cultivo do manjeriço, no período de 6 aos 44 DAT



Grecco a Palla; A - Alfavaca Basilicão.

G -

De acordo com o teste F da análise de variância (Tabela 1), observou-se efeito significativo ($p < 0,01$) na altura de planta (AP) e teor de água (TA) aos 30 e 45 DAT e na massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) aos 30 DAT, bem como efeito significativo ($p < 0,05$) na MFPA e produtividade da massa fresca da parte aérea por metro linear (PMFPA) em função das cultivares de manjeriço. Verificou-se efeito significativo dos sistemas hidropônicos de cultivo ($p < 0,01$)

no diâmetro do caule (DC) e no consumo hídrico aos 30 DAT, bem como efeito significativo ($p < 0,05$) no TA aos 45 DAT. Apenas a PMFPA foi influenciada significativamente ($p < 0,01$) pelo espaçamento entre plantas no canal de cultivo, nos dois períodos avaliados (aos 30 e 45 DAT). Não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da interação entre os fatores estudados em qualquer período avaliado.

Tabela 1. Resumo de teste F da análise de variância para altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA), teor de água (TA), produtividade da massa de matéria fresca da parte aérea (PMFPA) por metro linear e consumo hídrico (CH) do manjeriço, aos 30 e 45 dias após o transplântio (DAT).

Fonte de variação	Teste F					
	AP	DC	MFPA	TA	PMFPA	CH
30 DAT						
Cultivar (C)	**	ns	**	**	ns	ns
Sistema (S)	ns	**	ns	ns	ns	**
Espaçamento (E)	ns	ns	ns	ns	**	ns
C x S	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C x S x E	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	12,90	12,37	22,96	0,94	25,20	19,68
45 DAT						
Cultivar (C)	**	ns	*	**	*	NO
Sistema (S)	ns	ns	ns	*	ns	NO
Espaçamento (E)	ns	ns	ns	ns	**	NO
C x S	ns	ns	ns	ns	ns	NO
C x E	ns	ns	ns	ns	ns	NO
S x E	ns	ns	ns	ns	ns	NO
C x S x E	ns	ns	ns	ns	ns	NO
CV (%)	13,62	14,76	29,35	1,40	25,07	NO

* e ** significativo em 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente; ns - não significativo; NO - não observado.

A cultivar Alfavaca Basilicão apresentou maiores valores médios de AP em relação à Grecco a Palla nos dois períodos de colheita (aos 30 e 45 DAT) (Tabela 2). Tal superioridade na AP da Alfavaca Basilicão deve-se a arquitetura da planta, pois esta cultivar tem maior porte de crescimento, enquanto que a Grecco a

Palla é uma cultivar de menor porte, porém apresenta maior número de folhas (folhas pequenas).

Aos 30 DAT a AP da Grecco a Palla foi de 24,78 cm, atingindo 30,80 cm aos 45 DAT, com aumento médio diário de 0,40 cm. Já para Alfavaca Basilicão, o aumento médio na AP dos 30 DAT (56,29

cm) aos 45 DAT (72,13 cm) foi de 1,06 cm dia⁻¹ (Tabela 2). Isso indica que a Alfavaca Basilicão preferencialmente cresce na vertical, enquanto que a Grecco a Palla apresenta folhagem adensada e ramos que crescem lateralmente, em função do caráter genético. A partir da primeira colheita (30 DAT) as plantas de manjeriço já apresentavam altura compatível para comercialização, pois, conforme o

produtor das sementes para Grecco a Palla a altura de comercialização é de 15 cm e para Alfavaca Basilicão de 50 cm. No estudo de Fernandes et al. (2004) em hidroponia floating (equivalente ao sistema DFT), o florescimento foi mais precoce (aos 30 DAT) para o manjeriço folha estreita (*Ocimum minimum*) em relação ao folha larga (*Ocimum basilicum*) (aos 42 DAT).

Tabela 2. Valores médios de altura da planta (AP, cm), diâmetro do caule (DC, mm), massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA, g planta⁻¹), teor de água (TA, %), produtividade de massa fresca da parte aérea (PMFPA, g m⁻¹) e consumo hídrico (CH, L planta⁻¹) do manjeriço, aos 30 e 45 dias após o transplantio (DAT).

Fonte de variação	Cultivar		Sistema		Espaçamento (cm)		
	G	A	DFT	NFT	20	30	40
AP-30 DAT	24,78b	56,29a	40,27a	40,80a	41,04a	40,07a	40,49a
AP-45 DAT	30,80b	72,13a	51,39a	51,51a	51,01a	52,43a	50,95a
DC-30 DAT	7,65a	8,01a	8,22a	7,44b	7,72a	7,75a	8,03a
DC-45 DAT	9,62a	9,82a	9,79a	9,65a	9,34a	9,69a	10,13a
MFPA-30 DAT	109,18a	90,77b	99,28a	100,67a	98,72a	94,60a	106,61a
MFPA-45 DAT	196,26a	163,30b	175,50a	184,06a	159,82a	175,89a	203,63a
TA-30 DAT	92,09a	90,25b	90,98a	91,36a	91,38a	90,85a	91,28a
TA-45 DAT	92,16a	89,55b	90,42b	91,29a	91,13a	90,35a	91,09a
PMFPA-30 DAT	456,59a	395,37a	411,59a	440,37a	584,78a	377,26b	315,91b
PMFPA-45 DAT	838,07a	719,66b	751,48a	806,26a	1068,50a	691,37b	576,73b
CH-30 DAT	3,57a	3,50a	3,94a	3,13b	3,40a	3,40a	3,80a

A e G - cultivares de manjeriço Alfavaca Basilicão e Grecco a Palla; DFT e NFT – sistemas hidropônicos; dentro de época de colheita e fonte de variação, médias seguidas de mesma letra na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 0,05 de probabilidade.

O efeito não significativo ($p>0,05$) no DC das cultivares de manjeriço mostra que as cultivares apresentam características diferentes apenas na arquitetura quanto ao crescimento em altura, não interferindo na espessura do caule. Quanto ao efeito dos sistemas hidropônicos (Tabela 2), aos 30 DAT a média de DC (8,22 mm) foi estatisticamente maior para as plantas cultivadas no sistema DFT em relação àquela obtida no sistema NFT (7,44 mm). Esse ganho na espessura do DC no sistema DFT não refletiu em aumento na produção,

já que os sistemas hidropônicos não promoveram efeitos significativos nas massas de matéria fresca da parte aérea (Tabela 2).

Diferentemente do DC (aos 30 DAT), a AP foi uma variável que não teve efeito significativo ($p>0,05$) em função dos sistemas hidropônicos de cultivo (Tabela 2). Contrário aos resultados encontrados no presente trabalho, Walters (2015) estudando 35 cultivares de manjeriço reportou que as plantas cultivadas no sistema DFT tradicional (em bandejas)

cresceram mais (15,4 cm) do que as cultivadas no sistema NFT (14,6 cm) aos 21 DAT, isso devido às diferenças existentes entre os dois sistemas. No sistema DFT as plantas não sofrem restrição hídrica no período de cultivo, pois conforme Silva et al. (2018), as raízes das plantas ficam submersas continuamente na solução nutritiva, o que não ocorre no NFT, pois neste ocorre restrição hídrica quando o sistema fica em repouso, que pode se constituir numa fonte de estresse hídrico para as raízes, ainda que por curto espaço de tempo.

Silva et al. (2016) destacam o sistema DFT (em tubos de PVC) como condizente com a realidade de comunidades de regiões semiáridas. Neste sistema, pressupõem-se o acionamento menos frequentes do sistema de bombeamento, devido à existência de uma lâmina permanente de solução nutritiva, o que possibilita uma alternativa econômica em virtude de menor gasto com energia elétrica.

Com relação ao espaçamento entre as plantas no canal de cultivo, a maioria das variáveis analisadas não foi afetada, mesmo quando se utilizou a menor distância entre as plantas (20 cm) (Tabela 2). Pode-se observar que em condições adensadas as plantas não estiolaram, nem competiram por nutrientes no canal de cultivo. Assim como verificado no presente trabalho, Favorito et al. (2011) não verificaram mudanças significativas na AP de manjeriço (Toscano Folha de Alface; gênero *Ocimum*) sob diferentes espaçamentos entre plantas (10, 20, 30, 40 e 50 cm). No entanto, no presente trabalho o menor espaçamento entre plantas (20 cm) promoveu uma maior produtividade (em média de 85%) de massa fresca da parte aérea por metro linear nos períodos estudados, com relação ao maior espaçamento (40 cm) (Tabela 2), também constatado por Favorito et al. (2011), que observaram a maior produção de massa

fresca da parte aérea por área no menor espaçamento entre plantas (10 cm) em virtude de maior número de plantas.

Verificou-se que a produção de MFPA média do manjeriço Grecco a Palla foi maior em relação à Alfavaca Basilicão, aos 30 e 45 DAT (Tabela 2). Esse resultado deve-se a maior densidade de folhas produzidas pela Grecco a Palla, mesmo que estas sejam menores que as folhas da Alfavaca Basilicão. O manjeriço Grecco a Palla teve maior aumento na MFPA da primeira (30 DAT) para segunda colheita (aos 45 DAT) em relação a Alfavaca Basilicão que aumentou a produção de MFPA aos 45 DAT em relação aos 30 DAT pelo maior incremento registrado na altura das plantas (Tabela 2).

Aos 30 DAT a MFPA do manjeriço Grecco a Palla foi de 109,18 g planta⁻¹, alcançando 196,26 g planta⁻¹ aos 45 DAT. Para o manjeriço Alfavaca Basilicão a MFPA foi de 90,77 g planta⁻¹ aos 30 DAT e 163,30 g planta⁻¹ aos 45 DAT, com aumento de 72,53 g planta⁻¹ dos 30 aos 45 DAT (Tabela 2), diferentemente dos resultados encontrados por Teixeira et al. (2002) em hidroponia NFT (aos 23 DAT) e Fernandes et al. (2004) em hidroponia DFT em substrato (aos 54 DAT), que registraram a maior massa fresca para o manjeriço de folha larga (Alfavaca Basilicão).

A produção de MFPA do manjeriço aos 30 e 45 DAT no sistema NFT não se diferenciou da produção no sistema DFT (Tabela 2). Tais resultados corroboram com Walters (2015), o qual verificou que não houve diferença significativa na produção de 35 cultivares de manjeriço nos sistemas hidropônicos NFT e DFT.

No presente trabalho a comparação entre os sistemas hidropônicos mostra que o sistema DFT, com menos consumo de energia elétrica, é potencialmente condizente com a realidade produtiva de comunidades do Semiárido Brasileiro

(SANTOS JÚNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2018), potencializando o uso de águas residuárias com menor custo operacional.

Dessa maneira, para os produtores a preocupação com perdas na produção hidropônica é reduzida, pois o sistema DFT permite que a dependência por energia elétrica não seja um fator restritivo para a produção em caso de interrupções no fornecimento de energia por um determinado tempo, pois a lâmina de solução nutritiva presente nos canais de cultivo evita que as plantas passem por estresse hídrico. O tempo para o esgotamento da solução nos canais vai depender do volume de solução armazenada e do número de plantas cultivadas, bem como estágio de crescimento das plantas.

Não houve efeito significativo ($p>0,05$) do espaçamento entre as plantas no canal de cultivo para a maioria das variáveis de crescimento e produção, aos 30 e 45 DAT. Porém, o menor espaçamento (20 cm) permite o cultivo de 1,5 e 2 vezes mais número de plantas no canal hidropônico em relação ao espaçamento de 30 e 40 cm, respectivamente, que poderá resultar em aumento na produção total, corroborando com o entendimento de Favorito et al. (2011) ao afirmar que as plantas mesmo sofrendo maior pressão de competição geram um acumulativo final favorável à produtividade.

Quanto aos sistemas hidropônicos de cultivo, aos 45 DAT o teor de água foi maior no sistema NFT (Tabela 2). As plantas cultivadas no sistema DFT apresentaram consumo hídrico maior (26,1%) que as plantas cultivadas no

sistema NFT, estando relacionado ao maior tempo em que a solução nutritiva ficava a disposição das plantas nesse sistema, devido permanência de uma lâmina constantemente e conseqüentemente, maior evapotranspiração nesse sistema.

6 CONCLUSÕES

O crescimento e a produção das plantas de manjerição diferenciam-se em função do fenótipo da cultivar. Sendo a cultivar Grecco a Palla mais produtiva aos 45 dias após plantio.

Os sistemas hidropônicos de cultivo (NFT e DFT) não influenciam nas variáveis estudadas do manjerição Grecco a Palla e Alfavaca Basilicão, exceto para o diâmetro do caule e consumo hídrico aos 30 dias após plantio e teor de água aos 45 dias após plantio.

Os espaçamentos superiores a 20 cm entre plantas no canal de cultivo promove redução de produtividade por metro linear do manjerição Grecco a Palla e Alfavaca Basilicão cultivados em sistema hidropônico NFT e DFT.

É viável o uso de efluente doméstico para o preparo de solução nutritiva para cultivo hidropônico de manjerição.

7 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

8 REFERÊNCIAS

- BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; PIVETTA, K. F. L.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA JÚNIOR, J. V. Nutritional status of the potted chrysanthemum relative to electrical conductivity and salt leaching. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 782-789, 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**, Hoboken, v. 156, n. 2, p. 167-177, 2010.
- BIONE, M. A. A.; PAZ, V. P. S.; SILVA, F.; RIBAS, R. F.; SOARES, T. M. Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 12, p. 1228-1234, 2014.
- CUBA, R. S.; CARMO, J. R.; SOUZA, C. F.; BASTOS, R. G. Potencial de efluente de esgoto doméstico tratado como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de alface. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, p. 574-586, 2015.
- FAVORITO, P. A.; ECHER, M. M.; OFFEMANN, L. C.; SCHLINDWEIN, M. D.; COLOMBARE, L. F.; SCHINEIDER, R. P.; HACHMANN, T. L. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista Brasileira de Plantas Medicináveis**, Paulínia, v. 13, especial, p. 582-586, 2011.
- FERNANDES, P. C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; MARQUES, M. O. M. Cultivo de manjeriço em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 260-264, 2004.
- FUENTES-CASTAÑEDA, O.; DOMÍNGUEZ-PATIÑO, M. L.; DOMÍNGUEZ-PATIÑO, J.; MELGOZA-ALEMÁN, R. M.; VILLEGAS-TORRES, O. G. Effect of electric field on the kinetics of growth of lettuce (*Lactuca sativa*) in a hydroponic system. **Journal of Agricultural Chemistry and Environment**, Vigo, v. 5, n. 3, p. 113-120, 2016.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).
- GONDIM FILHO, H.; SILVA, P. C. C.; SILVA, M. G.; PEREIRA, M. M.; SOARES, T. M.; AZEVEDO NETO, A. D.; VASCONCELOS, R. S.; GHEYI, H. R. Growth, production and essential oil content of basil genotypes in hydroponic conditions under salt stress. **Journal of Experimental Agriculture International**, London, v. 25, n. 1, p. 1-10, 2018.
- HEIDARI, M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. **African Journal of Biotechnology**, Lagos, v. 11, n. 2, p. 379-384, 2012.

- MAIA, S. S. S.; SILVA, R. C. P.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, O. M. P.; SILVA, A. C.; CANDIDO, W. S. Responses of basil cultivars to irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 1, p. 44-49, 2017.
- MINAMI, K.; SUGUINO, E.; MELO, S. C.; WATANABE, A. T. A cultura do manjeriço. Série produtor rural nº 36. Piracicaba: ESALQ-Divisão de biblioteca e documentação, 2007. 25 p.
- MKHWANAZI, M. M.; VILANE, M. Effects of irrigating with kitchen wastewater on growth and development of lettuce. **International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch**, Ratlam, v. 3, n. 4, p. 309-316, 2018.
- RÊGO, L. G. S.; MIRANDA, N. O.; TRAVASSOS, K. D.; DIAS, N. S.; CUNHA, R. R.; CUNHA, M. E.; SANTANA, F. C. G.; BANDEIRA, P. M. C.; OLIVEIRA FILHO, F. X. Production of flowers of ornamental sunflower irrigated with wastewater from fish culture. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 130-138, 2019.
- ROY, I.; NAUMOVA, Y.; BOTH, A. J. Assessment of electricity-free hydroponics in India: A proof of concept field study. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 10, n. 1, p. 45-55, 2018.
- SANTOS, J. F.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOARES, T. M.; CRUZ, A. M. L. Growth, water consumption and basil production in the hydroponic system under salinity. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 66, n. 1, p. 45-53, 2019.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; MEDEIROS, S. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, D. B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 12, p. 1152-1158, 2015.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; BAKKER, A. P. Treated domestic effluent and levels of boron on growth and flowering of sunflower. **International Journal of Current Research**, Raipur, v. 8, n. 10, p. 39643-39647, 2016.
- SILVA, H. H. B.; AZEVEDO, A. D.; MENEZES, R. V.; SILVA, P. C. C.; GHEYI, H. R. Use of hydrogen peroxide in acclimation of basil (*Ocimum basilicum* L.) to salt stress. **Turkish Journal of Botany**, Ankara, v. 43, n. 2, p. 208-217, 2019.
- SILVA, M. G. **Coentro hidropônico sob diferentes condições de cultivo relacionadas à solução nutritiva: temperatura, salinidade e recirculação**. 2019. 137 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2019.
- SILVA, M. G.; OLIVEIRA, I. S.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; SANTANA, G. O.; PINHO, J. S. Growth, production and water consumption of coriander in hydroponic system using brackish waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 8, p. 547-552, 2018.

SILVA, M. G.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, I. S.; SILVA FILHO, J. A.; CARMO, F. F. Frequency of recirculation of the nutrient solution in the hydroponic cultivation of coriander with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 5, p. 447-454, 2016.

SOUZA, R. N.; PAZ, V. P. S.; GONÇALVES, K. S.; SOARES, T. M.; AZEVEDO NETO, A. D.; GHEYI, H. R. Treated domestic effluents: An option for cultivation of ornamental sunflower in a hydroponic system. **Journal of Experimental Agriculture International**, London, v. 24, n. 6, p. 1-11, 2018.

SUTHAR, J.; RAJPAR, I.; GANJEGUNTE, G. K.; SHAH, ZIA-UL-HASSAN. Evaluation of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes performance under different irrigation water salinity levels: Growth parameters and seed yield. **Industrial Crops & Products**, Amsterdam, v. 123, p. 247-253, 2018.

TAHTOUH, J.; MOHTAR, R.; ASSI, A.; SCHWAB, P.; JANTRANIA, A.; DENG, Y.; MUNSTER, C. Impact of brackish groundwater and treated wastewater on soil chemical and mineralogical properties. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 647, p. 99-109, 2019.

TEIXEIRA, J. P. F.; MARQUES, M. O. M.; FURLANI, P. R.; FACANALLI, R. Essential oil contents in two cultivars of basil cultivated on NFT-hydroponics. In: Proceedings of the First Latin-American Symposium on the Production of Medicinal, Aromatic and Condiments Plants, **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 569, p. 203-208, 2002.

WALTERS, K. J. **Quantifying the effects of hydroponic systems, nutrient solution, and air temperature on growth and development of basil (*Ocimum* L.) species**. 2015. 139 p. Dissertation (Master in Horticulture) - Iowa State University, Ames, 2015.

XAVIER, J. F.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, M. J. Q. A.; LIMA, V. L. A.; DANTAS NETO, J.; SANTOS, S. A. Determination of microbiological quality and chlorophyll levels lettuce grown hydroponically with wastewater. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 221-230, 2019.