

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS DO COENTRO PRODUZIDO EM HIDROPONIA NFT E SUBSTRATO SOB CONDIÇÃO DE TEMPERATURA ALTA

MORPHOPHYSIOLOGICAL INDICES OF CORIANDER GROWN IN NFT HYDROPONICS AND SUBSTRATE UNDER HIGH TEMPERATURE CONDITIONS

ÍNDICES MORFOFISIOLÓGICOS DEL CILANTRO PRODUCIDO EN HIDROPONÍA NFT Y SUSTRATO BAJO CONDICIONES DE ALTA TEMPERATURA

Nayane Cristina Figueiredo de Carvalho Souza

Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).
E-mail: nayanechristina.ufra@gmail.com | Orcid.org/0009-0004-1274-2690

Rhaiana Oliveira de Aviz

Doutoranda em Agronomia pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia.
Universidade Federal do Piauí (UFPI). E-mail:

rhaianaoliveiradeaviz@gmail.com | Orcid.org/ 0000-0002-4462-4339

Taylane Santos Santos

Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).
E-mail: taylane.santos100@gmail.com | Orcid.org/ 0000-0002-0559-7489

Natália Nayale Freitas Barroso

Graduação em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).
E-mail: nataliaff.agro@gmail.com | Orcid.org/ 0000-0003-2085-7397

Luana Keslley Nascimento Casais

Doutora em Produção Vegetal pelo Programa de Pós-Graduação em Produção
Vegetal. Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail:
luana.casais@gmail.com | Orcid.org/ 0000-0001-7197-5524

Luciana da Silva Borges

Profa. Dra. da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus
Paragominas. E-mail: Luagro06@yahoo.com.br | Orcid.org/ 0000-0002-1194-6411

RESUMO:

O coentro apresenta baixa complexidade durante seu cultivo, e no mercado brasileiro há alta demanda do produto para o uso culinário. No estado do Pará, a produtividade e crescimento dessa planta pode ser comprometida devido as condições climáticas da região. O cultivo protegido pode contornar as problemáticas geradas pelas condições climáticas desfavoráveis, por proporcionar as plantas condições ideais para o seu desenvolvimento. Dessa maneira, o objetivo desse estudo é avaliar a produtividade e os índices de crescimento do coentro em diferentes sistemas de cultivo. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo três sistemas: hidroponia NFT, substrato com bancada suspensa e em canteiros. As variáveis avaliadas foram: índice de clorofila a, b e total, comprimento, largura e perímetro foliar (mm), ratiofac, shapefac, área foliar (mm^2), peso da parte aérea e da raiz (g), e produtividade. Foi realizada a análise de variância dos dados, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. O sistema hidropônico NFT promoveu os melhores resultados para a maioria das variáveis analisadas no coentro verdão. Desta forma esse sistema é o mais indicado para implantação e cumprimento da demanda na região pelos produtores.

PALAVRAS-CHAVE: *Coriandrum sativum L.*; Cultivo protegido; Índice de clorofila; Solução nutritiva.

ABSTRACT:

Coriander presents low complexity during cultivation, and there is high market demand for this product for culinary use in Brazil. In the state of Pará, the productivity and growth of this plant may be compromised due to the region's climatic conditions. Protected cultivation can overcome problems caused by unfavorable weather, as it provides ideal conditions for plant development. Therefore, the aim of this study is to evaluate the productivity and growth indices of coriander in different cultivation systems. The experimental design was completely randomized (CRD), with three systems: NFT hydroponics, substrate with suspended bench, and planting beds. The evaluated variables were: chlorophyll a, b, and total indices, leaf length, width, and perimeter (mm), ratiofac, shapefac, leaf area (mm^2), shoot and root weight (g), and productivity. An analysis of variance was performed on the data, and means were compared using Tukey's test at a 1% probability level. The NFT hydroponic system yielded the best results for most of the analyzed variables in the "Verdão" coriander cultivar. Thus, this system is the most recommended for implementation and meeting regional demand by local producers.

Keywords: *Coriandrum sativum L.*; Protected cultivation; Chlorophyll Index; Nutrient solution.

RESUMEN:

El cilantro presenta baja complejidad durante su cultivo, y en el mercado brasileño hay una alta demanda del producto para uso culinario. En el estado de Pará, la productividad y el crecimiento de esta planta pueden verse comprometidos debido a las condiciones climáticas de la región. El cultivo protegido puede superar los problemas generados por condiciones climáticas desfavorables, al proporcionar a las plantas condiciones ideales para su desarrollo. De esta manera, el objetivo de este estudio es evaluar la productividad y los índices de crecimiento del cilantro en diferentes sistemas de cultivo. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con tres sistemas: hidroponía NFT, sustrato con banco suspendido y en canteros. Las variables evaluadas fueron: índice de clorofila a, b y total, longitud, ancho y perímetro foliar (mm), ratiofac, shapefac, área foliar (mm^2), peso de la parte aérea y de la raíz (g), y productividad. Se realizó un análisis de varianza de los datos, y las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey al 1% de probabilidad. El sistema hidropónico NFT promovió los mejores resultados para la mayoría de las variables analizadas en el cilantro variedad "Verdão". De esta forma, este sistema es el más indicado para su implementación y para satisfacer la demanda regional por parte de los productores.

Palabras clave: *Coriandrum sativum L.*; Cultivo Protegido; Índice de Clorofila; Solución nutritiva.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de olerícolas desempenha um papel relevante atuando socialmente e economicamente, movimentando em torno de 25 bilhões de reais e gerando cerca de sete milhões de empregos, sejam eles diretos ou indiretos (Hortifruti saber e saúde, 2018). Dentre os estados brasileiros, o Pará é responsável por apenas 4% da produção de hortaliças no país, dessa forma, o abastecimento no estado é dependente da oferta produtiva de outros estados (Borges *et al.*, 2022).

No estado do Pará, a produtividade das olerícolas folhosas está abaixo da média nacional, e isso ocorre devido à fatores como clima, características de solo, dificuldades de acesso a insumos e qualidade de sementes com adaptabilidade para região (Borges *et al.*, 2022). Com relação as condições climáticas, essas podem influenciar desde a germinação da semente até a colheita das culturas de interesse. De acordo com Nascimento (2013), a temperatura do ambiente tem grande influência na germinação de hortaliças, que pode ser acelerada ou reduzida sob condições de alta temperatura (acima de 30°C). Caldas *et al.* (2024) identificaram as dificuldades no manejo de olerícolas no nordeste paraense durante o período chuvoso, que ocorrem devido ao alagamento das áreas produtivas, aparecimento de insetos praga e aumento no preço dos insumos.

O sistema de cultivo convencional é o principal sistema adotado pelos agricultores familiares, com foco em produção de folhosas como coentro, cebolinha, jambu, chicória e alface (Caldas *et al.*, 2024). A troca do sistema convencional pelo cultivo protegido pode contornar as problemáticas geradas pelas condições climáticas desfavoráveis, diminuindo perdas no campo por proporcionar as plantas condições ideais para o seu desenvolvimento (Souza *et al.*, 2020).

A hidroponia NFT é um sistema de cultivo que permite o fornecimento dos elementos essenciais à produção de forma proporcional, evitando desperdícios e controlando os fatores limitantes à produção. Além disso, por se tratar de um sistema onde a solução é liberada por meio de estruturas que não o solo, há o impedimento de possíveis contaminações fitossanitárias, diminuindo os riscos ao meio ambiente, o que reflete diretamente e de forma positiva aos custos de produção (Tzerakis *et al.*, 2013).

Diferente da hidroponia NFT, o cultivo hidropônico em substrato se caracteriza por adicionar à solução nutritiva em conjunto com o substrato sólido inerte, mantendo a umidade do substrato e garantindo o crescimento e desenvolvimento do vegetal, apresentando relevância também para um cultivo mais sustentável através da

racionalização da água (Jardina *et al.*, 2017). Esse sistema de cultivo é realizado em ambiente protegido, com formação de canteiros suspensos ou no solo, podendo ser estruturados com o uso de lajotas (Netto, 2017).

Os sistemas hidropônicos se sobressaem em relação ao cultivo no solo devido à quebra da sazonalidade, melhor aproveitamento da área e não há necessidade de rotação de culturas, além disso, a produção em substrato inerte reduz problemas fitossanitários e não há impacto das chuvas sobre a cultura. Entretanto, exige cuidados relativos à ergonomia (Gonçalves *et al.*, 2016).

Dentre as principais hortaliças comercializadas, o coentro (*Coriandrum sativum L.*) representa grande importância socioeconômica em diversas regiões brasileiras. O emprego econômico da cultura está relacionado ao seu uso na culinária, e como produto ornamental. No mercado há uma alta oferta dessa olerícola devido apresentar baixa complexidade durante seu cultivo (Santos *et al.*, 2020a). Possui ciclo curto, sua colheita ocorre em média de 30 a 45 dias após a semeadura (Granjeiro *et al.*, 2011). A cultura do coentro permite ser cultivada em sistema hidropônico, hidropônico com substrato em bancada e canteiro.

Dessa maneira, o presente estudo tem por objetivo avaliar a produtividade e os índices de crescimento do coentro em diferentes sistemas de cultivo.

METODOLOGIA

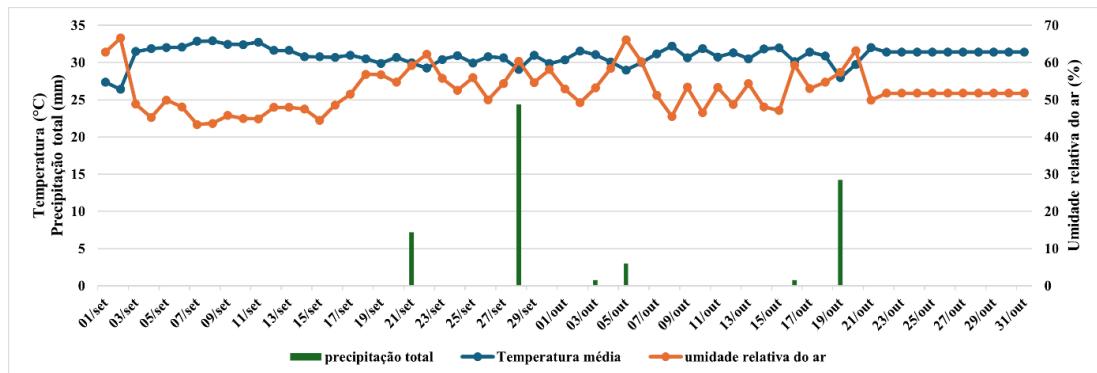
LOCAL DO ESTUDO, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E CONDIÇÕES DE CULTIVO

O estudo foi realizado na empresa B&A hidroponia, localizada na comunidade Condomínio Rural, à 3 km de distância da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), do município de Paragominas ($3^{\circ} 0' 18''$ S e $47^{\circ} 24' 46''$ O), localizado a sudeste do estado do Pará. O município de Paragominas pertence a região sudeste do estado do Pará. Desde 2016, a empresa atua na produção de olerícolas como o jambu, agrião, salsa, coentro, pimentão, cebolinha, chicória, rúcula e alface. Devido a sua maior demanda na região, a alface é a hortaliça mais produzida na empresa.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região é considerada com clima quente e úmido, sendo caracterizada como Aw. Apresenta temperatura média de $26,3^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar variando entre 75 e 85% e precipitação média anual em torno de 1800 mm (Bastos; Pacheco; Figueiredo, 2005). No período de condução do experimento (entre setembro e outubro de 2021), foi o período mais

quente da região paraense, e chegou a registrar temperatura cima de 30 °C, umidade relativa do ar de 66% e 50 mm de precipitação total (Figura 1).

Figura 1 - Condições climáticas no período de condução do experimento



Fonte: INMET, 2021

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições, e cada bancada (ou canteiro) era considerada uma repetição. O coentro foi cultivado em três diferentes sistemas de cultivo. Os sistemas foram: hidroponia NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes) em canais de cultivo, hidroponia em substrato com bancada suspensa e hidroponia em substrato em canteiros.

Os sistemas de cultivo foram instalados em três diferentes casas de vegetações, cobertas com filme plástico agrícola de 150 micras (Figura 1). As laterais foram fechadas com tela termo refletora em 35%, na cor vermelha. Na hidroponia NFT (Figura 1A), as bancadas foram instaladas a uma declividade de 8% (a parte mais alta a 1,70 m de altura). Os tubos de polietileno foram instalados sobre cavaletes de ferro, no total de 10 tubos por bancada, medindo 7 m de comprimento e com espaçamento de 24 cm entre os tubos.

No sistema de cultivo suspenso (Figura 1B), as bancadas foram confeccionadas com cavaletes de madeira, com telhas dispostas sobre os mesmos. No contorno das telhas, foram instaladas bases de madeira (15 cm de altura). As bancadas possuem dimensões de 4 m de comprimento, 1,5 m de largura e 1,10 m de altura. O interior da bancada foi preenchido com substratos inertes (areia lavada e casca de arroz carbonizada de pequena granulometria). Sobre o substrato, tubos de polietileno foram instaladas nas entrelinhas para a distribuição da solução nutritiva.

No sistema de cultivo em canteiros, a estrutura com tijolos foi construída no solo (Figura 1C), possuindo 5 m de comprimento e 1 m de largura. O substrato utilizado foi a areia lavada.

Figura 2 - Disposição dos sistemas de cultivo: hidropônia NFT em canais (A), hidropônia em substrato com bancada suspensa (B) e em canteiros no solo (C).

Fonte: Autores, 2021.

Nos três sistemas de cultivo, a solução nutritiva é distribuída com o auxílio de uma bomba, que é ligada a um painel que controla o tempo de aplicação da solução, e no período da manhã (às 9 horas) e da tarde (às 4 horas) a solução é liberada durante 3 minutos. O Painel também monitora o pH e a condutividade elétrica da solução, que devem permanecer valores de pH entre 5 e 7, e condutividade de 1.2 μ S/cm. Para os três também foi utilizada a mesma formulação de solução nutritiva, que consistiu dos seguintes compostos para formulação de 1000 L: 650 g de Dripsol® para alface, 650 g de nitrato de cálcio Calcinit®, 20 g de Kelamyth MP6 para fornecimento de ferro e 10 g de Conmicros Ligh® para os demais micronutrientes. A cada 20 dias, as soluções nutritivas eram substituídas.

SEMEADURA E MANEJO

O semeio nas três condições de cultivo ocorreu no dia 21 de setembro de 2021. Foram utilizadas sementes da cultivar “Verdão”. No Cultivo hidropônico NFT, a semeadura do coentro foi realizada em espuma fenólica (2 cm altura x 30 cm largura x 46 cm comprimento), com o auxílio de uma semeadora específica. As placas de espuma fenólica foram dispostas em bandejas, as quais foram levadas para um local escuro até a emergência das plântulas. Após a emergência, as plântulas foram dispostas em bancadas (1,10 m altura x 1,5 m largura x 2 m comprimento) instaladas dentro da casa de vegetação, e começaram a receber a solução nutritiva. Aos 14 dias após a semeadura, as mudas foram transferidas para os sistemas de cultivo, espaçadas em 24 cm entre plantas e entre fileiras.

DELINAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES MORFOFISIOLÓGICAS.

A colheita foi realizada seguindo o mesmo planejamento adotada na empresa B&A hidropônia. Ou seja, no ponto de comercialização (30 dias após a semeadura). Antes da colheita no período da manhã, os índices de clorofila a, b e total foram determinados em seis folhas por maço, utilizando-se um clorofilômetro portátil

CLOROFILOG-CFL1030. Posteriormente, iniciou-se o processo de colheita. Os maços de coentro (com raiz) foram embalados em sacos de papel previamente identificados. Cada maço foi composto por 20 plantas.

Finalizada a coleta, o material vegetal foi levado para o Laboratório Multifuncional localizado na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Paragominas. Determinaram-se então, em seis folhas por maço, a área foliar (mm^2), o comprimento foliar (mm), a largura foliar (mm), fator de proporção, o perímetro (mm) e o fator de forma com o auxílio de um medidor de área foliar portátil AM350. Realizou-se ainda a contagem do número de folhas de cada planta. Também, com o auxílio de balança de precisão determinou-se o peso fresco da parte aérea (g maço^{-1}) e o peso fresco de raiz (g maço^{-1}). A partir do peso fresco da parte aérea, estimou-se a produtividade por m^2 .

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), com o auxílio do programa estatística Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os resultados para as variáveis clorofila *a*, *b* e total, e observa-se que houve efeito significativos somente nas variáveis clorofila *a* e *b*. Ao analisar a clorofila total foi observado que não houve significância para nenhum tipo de cultivo.

Tabela 1 - Índices das clorofilas *a*, *b* e total em folhas de coentro produzido em três diferentes sistemas de cultivo. Paragominas, 2021.

FV	Clorofila <i>a</i> (ICF)	Clorofila <i>b</i> (ICF)	Clorofila Total (ICF)
CSS	214,08 b	62,15 a	320,86 a
CC	235,19 a	52,51 b	287,81 a
NFT	207,54 b	53,43 ab	279,58 a
Teste F	**	**	ns
CV (%)	5,64	8,82	10,31

FV – fonte de variação; CSS – cultivo em substrato com bancada suspensa; CC – cultivo em substrato em canteiros no solo; NFT – cultivo em sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes); CV – coeficiente de variação; ** – significativo a $p \leq 0,01$ e ns – não significativo pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Autores, 2022.

Com relação a clorofila *a*, houve efeito significativo para as plantas cultivadas sob o sistema hidropônico em canteiro quando comparado aos demais, apresentando os melhores resultados. Essa diferença, pode ter ocorrido devido à uniformidade de radiação solar, visto que no período de implantação e desenvolvimento do experimento havia melhor disponibilidade de radiação sob o sistema hidropônico em canteiro, no qual o telado da estufa havia sido limpo recentemente, enquanto no sistema hidropônico NFT e hidropônico suspenso a limpeza do telado estava em andamento. O que evidencia a necessidade dos produtores de hortaliças em ambiente protegido, observarem e sempre manterem limpa a estrutura de cobertura do ambiente. Além disso, locais de clima tropical possuem boa intensidade de raios solares que atende à exigência de produção desta cultura, levando-a a produzir os pigmentos fotossintéticos em quantidade ideal para o crescimento (Malcher *et. al.*, 2022). Casais *et al.* (2020), ao trabalharem com hortelã-pimenta cultivada sob os mesmos tipos de sistemas do presente experimento, não observaram efeito significativo nos teores de clorofila *a* devido a padronização na intensidade de luz durante o cultivo.

Para a variável clorofila *b*, destacou-se os resultados nos cultivos hidropônicos suspenso e NFT. De acordo com Orozco, Cordero e Leguizamo (2022), que analisaram o comportamento de pigmentos fotossintéticos, identificaram que a clorofila *b* tem produção média em torno de 55% maior em ambiente de baixa radiação do que em ambiente de alta radiação, podendo neste caso corroborar com a diferença de radiação solar entre os sistemas devido a limpeza de suas coberturas.

Para as variáveis relacionados às folhas do coentro (comprimento foliar, largura foliar, fator de proporção, perímetro, fator de forma e área foliar), apenas o fator de proporção não teve diferença significativa ($p > 0,05$) em função dos sistemas de cultivo (Tabela 2). Segundo Malcher *et al.* (2022), este fator é o resultado da relação entre a largura máxima e o comprimento da folha.

Tabela 2 - Comprimento foliar (CF), largura foliar (LF), fator de proporção (FP), perímetro (P), fator de forma (FF) e área foliar (AF) do coentro produzido em três diferentes sistemas de cultivo. Paragominas, 2021.

FV	CF	LF	FP	P	FF	AF
----	----	----	----	---	----	----

	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	
CSS	18,15b	47,10b	2,68 a	16,29 b	467,70 b	679,38b
CC	18,98b	47,16b	2,63 a	11,66 c	688,90 a	693,31b
NFT	32,42a	92,23a	3,09 a	21,56 a	36,67 c	1236,66a
Teste F	**	**	ns	**	**	**
CV (%)	11,82	7,50	17,01	5,37	17,33	10,38

FV – fonte de variação; CSS – cultivo em substrato com bancada suspensa; CC – cultivo em substrato em canteiros no solo; NFT – cultivo em sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes); CV – coeficiente de variação; ** – significativo a $p \leq 0,01$ e ns – não significativo pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Autores, 2022.

Sob cultivo em sistema hidropônico NFT, verificaram-se as melhores respostas quanto ao desenvolvimento foliar (comprimento foliar, largura foliar, perímetro e área foliar) do coentro. Com relação ao fator de forma, que se trata da razão entre a área da folha do coentro e o perímetro da folha, foi observado efeito significativo apenas no sistema hidropônico em canteiro.

Assim como observado para área foliar do coentro no presente estudo, Nunes *et al.* (2020) reportaram os melhores resultados para salsa (Família *Apiaceae*; a mesma família do coentro) em sistema hidropônico NFT em comparação ao cultivo hidropônico em substrato inerte (areia). O estudo mencionado foi realizado na mesma região, no município de Paragominas. De acordo com Pinheiro *et al.* (2020), a determinação de área foliar das culturas é de extrema importância para que possa determinar parâmetros indicativos de crescimento, eficiência fotossintética e produtividade dos vegetais. Logo, nesse trabalho é possível inferir que, o cultivo no sistema hidropônico NFT favoreceu a expansão da área foliar do coentro, consequentemente, espera-se maior acúmulo de biomassa da parte aérea.

Destaca-se que para os parâmetros fator de proporção, perímetro e fator de forma, não há trabalhos em que se pudesse comparar e relacionar os resultados do coentro sob estes tipos de cultivo, principalmente quando se trata de cultivos hidropônicos NFT e em substrato.

Na Tabela 3, encontra-se os resultados das variáveis peso da parte aérea e raiz, número de folhas e produtividade. Com relação ao peso da parte aérea e produtividade do coentro, os sistemas hidropônicos em canteiro e NFT apresentaram os melhores resultados. Essas duas variáveis estão diretamente relacionadas, pois o cálculo da

produtividade é realizado a partir do peso da parte aérea das plantas, além disso, os parâmetros foliares também se relacionam com essas variáveis, pois quanto mais desenvolvida a folha é, maior é a contribuição dessa estrutura para o peso total da planta. Nesse trabalho obtive-se valores de peso da parte aérea e produtividade maiores comparado a outros trabalhos que cultivaram o coentro verdão em hidropônia (Soares; Silva; Silva, 2017; Santos *et al.*, 2020b).

Tabela 3 - Peso área foliar, peso raiz e número de folhas do coentro produzido em diferentes sistemas de cultivo. Paragominas, 2021.

FV	Peso parte aérea (g maço ⁻¹)	Peso Raiz (g maço ⁻¹)	Número de folhas	Produtividade (g /m ²)
CSS	113,32 b	21,60 c	625,50 b	222,65 b
CC	178,85 a	63,37 b	1056,10 a	351,71 a
NFT	180,35 a	81,80 a	549,70 b	360,70 a
Teste F	**	**	**	**
CV (%)	7,90	3,52	12,76	5,95

FV – Fonte de variação; CSS – cultivo em substrato com bancada suspensa; CC – cultivo em substrato em canteiros no solo; NFT – cultivo em sistema hidropônico NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes); CV – coeficiente de variação; ** – significativo a $p \leq 0,01$ e ns – não significativo pelo teste F; médias seguidas das mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).
Fonte: Autores, 2022.

Para o parâmetro peso raiz, houve destaque para o coentro em sistema hidropônico NFT (Tabela 3), o que provavelmente pode ter ocorrido devido a disponibilidade da solução nutritiva ser direto na raiz, e permanecer umedecido por mais tempo, levando a uma rápida e duradoura absorção e acentuando o desenvolvimento da raiz. Em trabalho realizado para a salsa em ambos os cultivos hidropônico e hidropônia em substrato, também foi identificado significância para massa fresca nas plantas cultivadas em hidropônia (Nunes *et al.*, 2020). Com relação ao número de folhas, o sistema hidropônico em canteiro promoveu maior quantidade de folhas por maço em relação aos demais sistemas.

Segundo Tzerakis *et al.* (2013), a hidropônia NFT permite o fornecimento de nutrientes e água de forma proporcional, contribuindo assim, para um bom desenvolvimento das plantas. Na hidropônia NFT, apesar da liberação de água ocorrer em determinados intervalos, tem-se a esponja fenólica que permanece umedecida durante este período, favorecendo o desenvolvimento do vegetal. Em contrapartida, os

sistemas hidropônicos em substrato em bancadas e canteiros possuem materiais que facilitam o escoamento da água. Nos sistemas hidropônicos em substrato em bancadas e em canteiros, devido ao substrato ser de areia há uma capacidade de retenção da solução nutritiva, permitindo um rápido escoamento e diminuição do tempo de absorção das raízes (Silva *et al.*, 2020b).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melhor sistema para o coentro ser produzido é no sistema hidropônico NFT, pois foi esse sistema que promoveu os melhores resultados para a maioria das variáveis analisadas no coentro verdão. Desta forma o sistema hidropônico é o mais indicado para implantação e cumprimento da demanda na região pelos produtores, pois foi sistema de cultivo que melhor acentuou o potencial produtivo da cultura.

Agradecimentos

À Empresa B&A Hidroponia. Ao Grupo de Pesquisa em Horticultura da Amazônia – HORTIZON. E à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Campus Paragominas.

Referências Bibliográficas

BASTOS, T.X.; PACHECO, N.A.; FIGUEIREDO, R.O. Frequência de chuva e ocorrência de seca na microrregião de Paragominas PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14, 2005, Campinas. Agrometeorologia, agroclimatologia e agronegócio: *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2005.

BORGES, L.S.; NUNES, K.N.M.; SAMPAIO, I.M.G; MEDEIROS, M. C. L.; PEREIRA, R.S.; AVIZ, R.O. Agronegócio das hortaliças, seus desafios e tendências no Estado Pará. In: MELO, J. O. F. (Org.). **Ciências Agrárias: O avanço da ciência no Brasil – volume 4.** 1 ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2022, p. 246-262.

BORGES, L. S.; BARROSO, N. N. F.; NUNES, K. N. M.; SANTOS, N. F. A.; MELO, M. R. S; ALVES, G. A. R.; FREITAS, L. S. Índice de clorofila e área foliar em plantas de chicória (*Eryngium foetidum* L) produzida no sistema semi - hidropônico, em propriedade da agricultura familiar. In: ATHAYDES, T. V. S. (Org.). Meio ambiente e sustentabilidade: teoria e prática. 1ed. Maringá: Editora Uniedusul, 2022, p. 52-65.

CALDAS, A. M. J.; HOMMA, A. K. O.; MENEZES, A. J. E. A.; MARTINS, C. M.; SANTOS, M. A. S. Olericultura em pequenas propriedades periurbanas no município de Santa Izabel do Pará, Estado do Pará. **Revista Orbis Latina**. V. 14, n. 3, p. 40-68, 2024.

CASAIS, L. K. N.; BORGES, L. S.; MEDEIROS, M. B. C. L.; SOUZA, M. E.; SOARES, D. S. Índices morfofisiológicos e clorofila de hortelã-pimenta cultivadas sob diferentes sistemas de cultivos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. v. 11, n. 3, p.304-316, 2020.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45. **Anais**. São Carlos: UFSCar, p. 255-258, 2000.

GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; JUNIOR, C. R. Produção de morango fora do solo. **Embrapa**, p. 32, 2016.

GRANJEIRO, L. C.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; MARROCOS, S. T. P.; LUCENA, R. R. M.; OLIVEIRA, R. A. Crescimento e acúmulo de nutrientes em coentro e rúcula. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. vol. 6, n. 1, p. 11-16, 2011.

HORTIFRUTI SABER E SAÚDE. **Cenário hortifrutí Brasil**. 2018. 96 p. Disponível em: <https://abrafrutas.org/wp-content/uploads/2019/09/relatorio-hortifrutti.pdf>. Acesso em: 14 janeiro 2022.

INMET. Gráfico diários de estações. Disponível em <<https://tempo.inmet.gov.br/Graficos/A001>>. Acesso em : 30 de nov de 2021

JARDINA, L. L.; CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, M. C. C.; SANCHES, A. G.; ARAÚJO JÚNIOR, P. V. Desempenho produtivo e qualidade de cultivares de rúcula em sistema semi-hidropônico. **Revista de Agricultura Neotropical**. v. 4, n. 1, p. 78-82, 2017.

MALCHER, D. S. S.; SANTOS, T. V.; CARVALHO, F. S.; SANTOS, T. S.; CARVALHO, T. A.; BORGES, L. S. Índice de clorofila e produtividade de cultivares

de tomate cereja (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme), produzidos em altas temperaturas, sob ambiente protegido. **Revista Desafios.** v. 09, n. 02, p. 85-96, 2022.

NASCIMENTO, W. M. A temperatura e a germinação das sementes de hortaliças. **Hortaliças em revista.** Ano II, n. 7, p. 14-15, 2013

NETTO, J. F. Produção de morangos sob sistema semi-hidropônico em ambiente protegido. Alegrete, RS. **Trabalho de Conclusão de Curso.** Universidade Federal do Pampa; 2017.

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

OROZCO, A. J. J.; CORDERO, C. C.; LEGUIZAMO, J. A. C. Pigmentos fotosintéticos en Stevia rebaudiana Bert. en condiciones diferenciales de luz solar y fertilización nitrogenada en invernadero. **Revista de Investigación Agraria y Ambiental.** v. 13, n. 1, p. 75 – 88, 2022.

PINHEIRO, F. S.; LYRA, G. B.; ABREU, M. C.; JUNIOR, J. C. A.; SILVA, L. D. B.; LYRA, G. B.; SANTOS, E. O. Área foliar de mudas de urucum (*Bixa orellana L.*) estimada por diferentes métodos: uma análise comparativa. **Ciência Florestal.** v. 30, n. 3, p. 885-897, 2020.

SANTOS, L.; GOMES, G. P.; CASTRO, R. R. A.; MAIA, R. E. F. Diagnóstico da produção de hortaliças na comunidade Colônia Nova, Abaetetuba, Pará. **Agroecossistemas.** v. 9, n. 1, p. 212 – 226, 2017.

SANTOS, A. J.; SANTOS, A. L.; LIMA, M. A. S.; NASCIMENTO, J. N. S.; CARNEIRO, P. T. Desempenho de plantas de coentro (*Coriandrum sativum L.*) adubadas com diferentes doses de esterco caprino. **Diversitas Journal.** v. 5, n. 4, p. 2439-2449, 2020a.

SANTOS, J. V. B; SOUZA, E. M.; ARAÚJO, C. A. S. A.; PINTO, H. C. S.; AMARAL, D. F.; VALÉRIO, C. S. R. S.; JESUS, F. N. Produção de coentro em sistemas hidropônico e aquaponico. **Revista Semiárido de Visu.** v. 8, n. 2, p. 367-378, 2020b.

SILVA, I. F.; SILVA, R. D. L.; BORGES, L. S.; CASAIS, L. K. N.; LIMA, M. S. S.; NUNES, K. N. M.; PEREIRA JUNIOR, A. S.; MEDEIROS, M. B. C. L. Teor de clorofila e produtividade do jambu sob cultivo hidropônico e solo em diferentes períodos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**. v. 11, n. 4, p. 386-394, 2020a.

SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; MARTINS A. F.; PEREIRA, W. E.; SANTOS, T. E. D.; AMARAL, A. J. Caracterização físico-hídrica de solos arenosos através da curva de retenção de água, índice S e distribuição de poros por tamanho. **Agrarian**. v. 13, n. 50, p. 478-492, 2020b.

SILVA, V. P. R.; TAVARES, A. L.; SOUSA, I. F. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro. **Horticultura Brasileira**. v. 31, n. 2, p. 255-259, 2013.

SOARES, C.S.; SILVA, J.A.; SILVA, G.N. Produção de coentro em diferentes espaçamentos dos canais hidropônicos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**. V. 22, n. 1, p. 1-5, 2017

SOUZA, S. V.; ALMEIDA, M. G.; OLIVEIRA, L. E. N.; SABBAG, O. J. Análise do crescimento de alface sob diferentes sistemas de cultivo. **Agricultura Familiar: Pesquisa, Formação e Desenvolvimento**. v. 14, nº 2, p. 107-120, 2020.

TZERAKIS, C.; SAVVAS, D.; SIGRIMIS, N.; MAVROGLANNOPOULUS, G. Uptake of Mn and Zn by cucumber grown in closed hydroponic systems as influenced by the Mn and Zn concentrations in the supplied nutrient solution. **Hortscience**. v. 48, n. 3, p. 373–379, 2013.