

REUSO DE ÁGUAS ORIUNDAS DA PISCICULTURA E SEUS EFEITOS SOB AS TROCAS GASOSAS DE RÚCULA HIDROPÔNICA

**WILLAME CANDIDO DE OLIVEIRA¹; DAVI RODRIGUES OLIVEIRA¹,
ALEXSANDRO OLIVEIRA DA SILVA¹; RAFAELA DA SILVA ARRUDA²;
GEOCLEBER GOMES DE SOUSA³ E FERNANDO FERRARI PUTTI⁴**

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Rua Campus do Pici S/N - Bloco 804, 60440-554, Fortaleza – CE, e-mail: willamecandidoo@gmail.com, davir2246@gmail.com, alexsandro@ufc.br

²Departamento de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, Campus Universitário 36570900 - Viçosa, MG – Brasil, email: rafaelarsarruda@gmail.com

³Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Avenida da Abolição, N° 03, Centro, 62790-000, Redenção - CE, e-mail: sousagg@unilab.edu.br

⁴Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP, Rua Domingos da Costa Lopes Jardim Itaipu 17602496, Tupã-SP, e-mail: fernando.putti@unesp.br

1 RESUMO

O reuso de água para agricultura pode ser uma alternativa importante para expansão do setor. Diante disto, o objetivo deste estudo foi analisar o potencial de águas oriundas da piscicultura em rúcula hidropônica e seus efeitos nas trocas gasosas. A cultura utilizada foi a rúcula “folha larga”. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas (2 x 4), com quatro repetições, sendo as parcelas em diferentes tempos de recirculação (T1 = 15/15 minutos, e T2 = 15/30 minutos) e as subparcelas com quatro misturas de soluções (S1: 75% do efluente da piscicultura (EP) e 25% da solução nutritiva (SN); S2: 50% do EP e 50% da SN; S3: 25% do EP e 75% da SN e S4: 100% da SN). As variáveis obtidas foram: fotossíntese, concentração interna de CO₂ e eficiência do uso da água. A fotossíntese apresentou melhor resposta com tempo de recirculação de 15 minutos. Em relação a concentração interna de CO₂, o tempo de circulação de 15 minutos com 68% de SN e 32% de EP, apresentaram os maiores valores observados. O uso de águas advindas da piscicultura apresentam potencial de uso para produção de rúcula, sem grandes interferências nas trocas gasosas desta cultura.

palavras-chave: Água residuária, *Eruca sativa*, Fotossíntese.

**OLIVEIRA, W. C.; OLIVEIRA, D. R.; SILVA, A. O.; ARRUDA, R. S.; SOUSA, G. G.;
PUTTI, F. F.**

**REUSE OF WATER FROM FISH FARMING AND ITS EFFECTS ON GAS
EXCHANGE IN HYDROPONIC ARUGULA**

2 ABSTRACT

Reusing water for agriculture can be an important alternative for expanding the sector. Given this, the objective of this study was to analyze the potential of water from fish farming in hydroponic arugula and its effects on gas exchange. The crop used was arugula cultivar “folha larga”. The experimental design was in subdivided plots (2 x 4), with four replications, with the

plots having different circulation times (T1 = 15/15 minutes, and T2 = 15/30 minutes) and the subplots with four mixtures of solutions (S1: 75% of the Fish Farming Water - FW and 25% of the nutrient solution: NS; S2: 50% of the FW and 50% of the NS; S3: 25% of the FW and 75% of the NS and S4: 100% of the NS). The variables obtained were: photosynthesis, internal CO₂ concentration and water use efficiency. Photosynthesis showed the best response with a recirculation time of 15 minutes, as well as reaching higher levels with a nutrient solution concentration of 100%. In relation to internal CO₂ concentration and water use efficiency, the 15 minutes circulation time provided higher values of these variables, while the solution composed of 68% NS and 32% FW, presented the highest values observed. The use of water from fish farming has potential for use in arugula production, without major interference in the gas exchange of this crop.

Keywords: Wastewater, *Eruca sativa*, Photosynthesis.

3 INTRODUÇÃO

O uso de fontes alternativas de água para agricultura tem sido cada vez mais um assunto debatido no mundo. O crescimento populacional e constante demanda por alimentos são as principais causas para a busca por fontes alternativas, além da exploração excessiva das águas superficiais, pois a demanda pelo recursos hídricos neste cenário é inevitável (FAO, 2017). Diante disto, o reuso de águas de atividades econômicas distintas podem ser uma opção viável, dentre estas a piscicultura se destaca como uma atividade econômica com elevado uso da água (Correa; Monte; Nascimento, 2020) contudo, o efluente advindo desta atividade possui alta carga de nutrientes, tornando o mesmo viável para reuso na agricultura (Oliveira *et al.*, 2023).

Diante dos desafios para o reuso de água, sistemas de cultivos que proporcionem menores impactos ambientais são necessários para utilização destes efluentes (John *et al.*, 2022), pois estes podem contaminar lençóis freáticos e demais recursos hídricos. Neste sentido, o cultivo hidropônico tem sido cada vez mais utilizado com água de reuso (Silva *et al.*, 2012; Souza, C. A. *et al.*, 2020; Souza, C. D. S. *et al.*, 2020), pois consiste no cultivo de plantas sem a presença do solo, disponibilizando os nutrientes por meio de

uma solução nutritiva em perfis. Esse sistema além de se mostrar eficiente para produção de hortaliças, tem o objetivo de reduzir o consumo de água (Silva *et al.*, 2012), tendo em vista que a perda para o meio é diminuída, tornando-se uma solução para escassez hídrica, principalmente em regiões áridas e semiáridas, ambientes em que estratégias para aumentar a eficiência dos sistemas de cultivo se faz necessário (Silva *et al.*, 2016; Lessa *et al.*, 2023).

Para que o reuso de efluentes seja de fato uma solução viável para a agricultura, estudos sobre os efeitos destes nas plantas são fundamentais para a viabilidade do seu uso, neste sentido, hortaliças como a cultura da rúcula (*Eruca Sativa* L.), alface (*Lactuca sativa*), entre outras, que são folhosas consumidas *in natura*, precisam ser avaliadas sob diversos critérios, principalmente no que diz respeito a absorção de nutrientes (Santos *et al.*, 2022), trocas gasosas (Guimarães *et al.*, 2022), crescimento e rendimentos (Oliveira *et al.*, 2023; Dantas *et al.*, 2019), para que se possa ter segurança alimentar e sanitária em relação a produção para fins comerciais.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi analisar o potencial de águas oriundas da piscicultura em rúcula hidropônica e seus efeitos nas trocas gasosas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Estrutura experimental

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação com dimensões de 6,5 m de largura por 12,0 m de comprimento, medindo 3,5 m de altura nas laterais e 4,5 m no centro da estrutura. A cobertura era feita de filme agrícola (polietileno de baixa densidade) transparente, com 150 micras de espessura e tratamento contra raios ultravioleta (UV), e as laterais compostas por telas anti-afídeos. A estrutura estava localizada na Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DNA) da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza – CE (coordenadas geográficas de 3° 44' S; 38° 33' O e aproximadamente 22 m de altitude. A temperatura média registada no ambiente protegido foi de 34,5°C e umidade relativa de 60% durante os ciclos de produção.

A cultura utilizada foi a rúcula (*Eruca sativa*) cultivar “folha larga”, cultivada entre novembro e dezembro de 2021 (Ciclo I) e fevereiro e março de 2022 (Ciclo II). A sementeira foi realizada em bandejas de polietileno contendo 200 células que continham substrato de fibra de coco, após 22 dias foram transplantadas para o sistema hidropônico do tipo Nutrient Film Technique – NFT e iniciado a aplicação dos tratamentos, com a duração de 28 dias de ciclo. O perfil hidropônico era composto por um tubo PVC de 100 mm de diâmetro com

2,70 m de comprimento com dez orifícios de 5 cm de diâmetro espaçados a 0,25 m, onde as plantas foram cultivadas. O espaçamento entre os perfis foi de 0,25 m, e cada perfil funcionava de forma independente e estava instalado a uma altura média de 0,85 m, com inclinação de 3,0%. Cada perfil possuía um reservatório de 50 L para o armazenamento da solução e uma eletrobomba (0,25 CV) que promovia a recirculação da solução entre o perfil. A injeção da solução no perfil era realizada por um micro tubo de vazão de 1,5 L.min⁻¹ (Santos *et al.*, 2022). Um timer analógico foi utilizado para controlar a frequência e tempo de recirculação da solução.

O efluente da piscicultura foi obtido da criação de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), produzida em um tanque escavado revestido com lona e volume com capacidade 4,8 m³. O efluente utilizado foi oriundo da fase de engorda (de 300 a 700g), no qual estes foram alimentados conforme o peso e as recomendações do fabricante da ração (Polinutri®). A aeração com cascata em sistema de recirculação para o tanque foi realizada com uma bomba elétrica (0,5 CV). A filtragem do efluente foi realizada em um filtro decantador, contendo manta geotêxtil acrílica, para a remoção de sólidos suspensos, e filtro biológico preenchido com argila expandida com bactérias nitrificantes. Amostras do efluente da piscicultura foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Solos, Águas, Tecidos Vegetais e Adubos – Convênio FUNCEME/UFC para a caracterização química (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química do efluente da piscicultura utilizado na hidroponia.

Ciclo	Cátions (mmolc L ⁻¹)				Ânions (mmolc L ⁻¹)			dS m ⁻¹	RAS	pH	(mg L ⁻¹)
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	CE			Sólidos dissolvidos
I	1,4	3,0	6,0	0,8	10,5	0,1	0,4	1,11	2,88	10,5	1110
II	1,7	2,8	6,1	0,8	10,9	0,3	0,4	1,18	2,88	9,1	1180

Fonte: Autores (2023)

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas (2 x 4), com quatro repetições, sendo as parcelas compostas por diferentes tempos de recirculação (T1 = 15 minutos com recirculação por 15 minutos desligado, e T2 = 15 minutos com recirculação por 30 minutos desligado). As subparcelas foram compostas por misturas de soluções (S1: 75% do efluente da piscicultura (EP) e 25% da solução nutritiva (SN); S2: 50% do EP e 50% da SN; S3: 25% do EP e 75% da SN e S4: 100% da SN), totalizando 32 unidades experimentais, sendo estas compostas por um conjunto hidropônico independente com 10 plantas por parcela.

A solução nutritiva padrão (SN) utilizada como controle foi preparada conforme Furlani (1998). Os demais tratamentos foram obtidos através da mistura das soluções conforme as proporções desejadas, sendo estas realizadas em caixas d'água de 500 L e posteriormente armazenadas para utilização ao longo do ciclo.

4.3 Variáveis analisadas

As trocas gasosas foram realizadas em folhas totalmente expandidas, ao final dos ciclos de cultivo, a partir da seleção das plantas mais representativas de cada perfil hidropônico.

As medições de trocas gasosas foram realizadas na região central de folhas completamente expandidas e expostas a luz solar, por meio da utilização de um Analisador Portátil de Gás Infravermelho (Infra-red Gas Analyzer – IRGA) modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK), as leituras foram efetuadas no horário de 9:30h às 11:30h do período matutino, as variáveis analisadas foram: fotossíntese líquida (A) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; transpiração (E) em mmol

$\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; condutância estomática de vapor d'água (g_s) em $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; concentração interna de CO_2 (C_i) em $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$, eficiência do uso da água ($WUE - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$) obtida pela relação entre A/E ; eficiência intrínseca do uso da água ($iWUE - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$), obtida pela relação entre A/g_s e eficiência instantânea de carboxilação ($EiC - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\mu\text{mol H}_2\text{O mol}^{-1} \text{ ar}]^{-1}$), obtida pela relação entre A/C_i . As leituras foram realizadas sob luz saturante ($1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), com concentração de CO_2 constante (400 ppm) e temperatura ambiente.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p < 0,05$; respectivamente). Quando denotado efeito significativo na análise de variância, os dados foram analisados através de regressão e pelo teste de média de Tukey. As análises foram realizadas utilizando-se dos programas Microsoft Excel® (versão 2023) e ASSISTAT® (versão 7.6beta).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância (teste F), para o primeiro ciclo, não foi observado influência dos fatores estudados nas variáveis respostas. Para o segundo ciclo, os resultados obtidos para as trocas gasosas se mostraram significativos para a interação entre tempo de recirculação (T) e mistura de soluções (S) para as variáveis C_i ($p < 0,01$), WUE ($p < 0,01$), $iWUE$ ($p < 0,05$) e EiC ($p < 0,05$). Para o fator isolado T, observou-se influência deste apenas na variável A ($p < 0,01$). Para o fator isolado S, observou-se que as variáveis A , WUE e EiC foram influenciadas significativamente ($p < 0,01$). As variáveis g_s e E não foram influenciadas por nenhum dos fatores estudados (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo das análises de variância referentes aos dados de fotossíntese (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E), concentração subestomática de CO_2 (C_i), eficiência do uso da água (WUE), eficiência intrínseca do uso da água ($iWUE$) e eficiência instantânea de carboxilação (EiC) de plantas de rúcula hidropônica, submetidas à recirculação da solução nutritiva misturada com efluente da piscicultura.

Fontes de variação	v	Quadrado Médio						
		Ciclo I						
		A	g_s	E	C_i	WUE	$iWUE$	EiC
Bloco	3	111,23	0,64	17,56	769,80	0,26	427,41	0,15
Tempo (T)	1	45,34	0,01	1,88	390,41	0,001	76,19	0,045
Resíduo (a)	3	78,60	0,36	15,80	1899,94	1,52	811,67	0,079
Solução (S)	3	32,64	0,21	1,59	708,67	0,61	223,31	0,058
T x S	3	84,13	0,20	1,33	345,02	0,29	84,35	0,083
Resíduo (b)	18	92,74	0,20	2,28	1039,48	1,00	285,76	0,13
Total	31							
CV - T (%)	-	45,86	24,80	55,83	14,56	44,72	62,10	42,47
CV - S (%)	-	49,81	93,70	21,22	10,77	37,64	36,85	56,08
Fontes de variação	GL	Ciclo II						
		A	g_s	E	C_i	WUE	$iWUE$	EiC
		Bloco	3	29,85**	0,14	1,17	41,79	0,87
Tempo (T)	1	18,74**	0,22	0,05	36,12	0,42	7,60	0,00048
Resíduo (a)	3	0,41	0,27	1,92	25,45	0,63	114,22	0,0001
Solução (S)	3	39,94**	0,04	0,05	566,70	0,91**	87,76	0,0007**
T x S	3	12,21	0,34	0,89	1590,87**	1,30**	65,11*	0,0002*
Resíduo (b)	18	11,27	0,12	0,67	224,40	0,21	43,50	0,0001
Total	31							
CV - T (%)	-	2,86	46,21	22,95	1,73	21,14	47,19	10,84
CV - S (%)	-	14,95	31,01	13,57	5,14	12,25	29,12	10,60

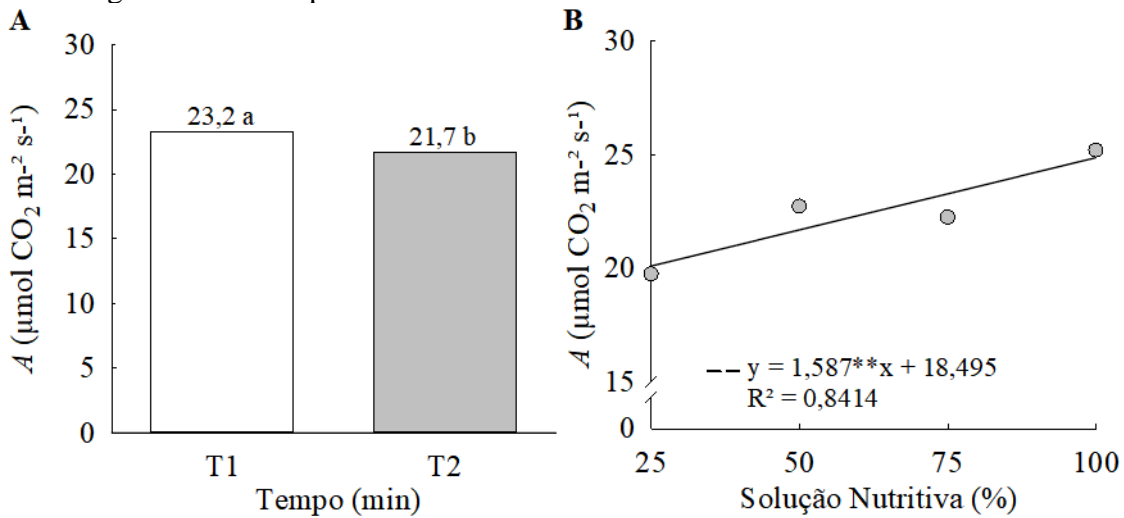
**e * significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autores (2023)

A variável resposta A , diferiu estatisticamente em relação ao fator tempo de recirculação, no qual T1 mostrou-se mais favorável, em relação a T2 (Figura 1A). Possivelmente, tempos superiores a 15 minutos sem acionamento para recirculação da solução nutritiva, podem provocar déficit hídrico na cultura da rúcula o que possivelmente pode ter afetado a resposta da fotossíntese. Para o fator S, a variável resposta apresentou ajuste linear crescente com aumento de $1,587 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para cada aumento unitário da SN (Figura 1B). O fator T1 representa maior tempo de passagem

da solução nutritiva, conseqüentemente maior contato do íon-raiz, associado a isso, observou-se que o aumento da porcentagem de solução nutritiva melhorou a fotossíntese, pois em ambos os fatores as plantas conseguiram absorver maior quantidade da SN, conseqüentemente nutrientes como nitrogênio (N). Segundo C \acute{o} *et al.* (2023) este elemento é o principal componente do pigmento fotossintetizante, a clorofila, deste modo, a maior absorção deste macronutriente faz com que o potencial fotossintético da planta se eleve.

Figura 1. Teste de Tukey (A) e análise de regressão (B) para variável resposta fotossíntese (A) para a cultura da Rúcula em função de tempos de recirculação de solução nutritiva e água advinda da piscicultura.



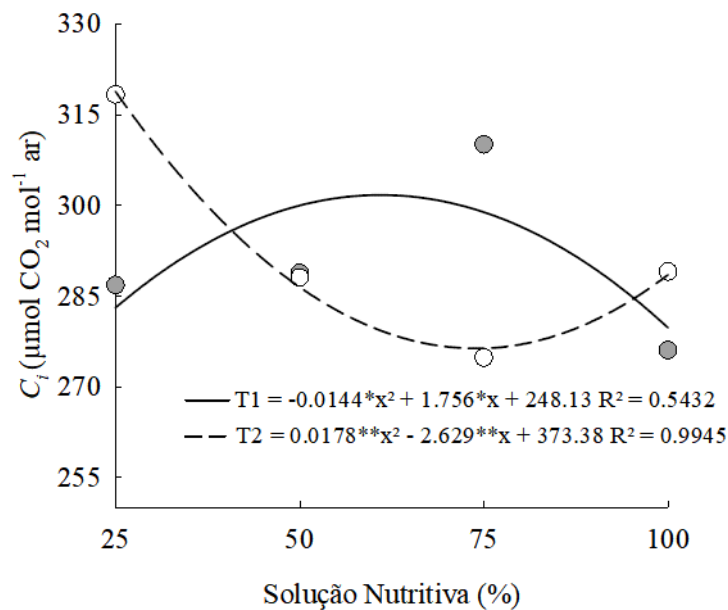
Fonte: Autores (2023)

Santos *et al.* (2022) em estudos com rúcula hidropônica em sistema NFT, observaram que menores intervalos para recirculação da SN elevaram o teor de N nas folhas, o que possivelmente pode ter corroborado para a elevação de A na presente pesquisa. Por outro lado, Souza, C. D. S. *et al.* (2020) não observaram influência da recirculação da SN na cultura da cebolinha (*Allium schoenoprasum*) hidropônica com águas de reuso, em relação ao teor de N. Souza, C. A. *et al.* (2020) em estudos com a cultura do agrião (*Nasturtium officinale*) hidropônico e águas de reuso em sistema NFT, observaram que o aumento da concentração de sais na SN pode elevar a resposta da A nas plantas, no qual a recirculação da SN em intervalos de 15 minutos apresentaram maior benefício até níveis toleráveis de condutividade elétrica da água utilizada. Tais resultados também foram observados por Oliveira *et al.* (2023)

para o índice SPAD na cultura do agrião produzido com águas de reuso do efluente da piscicultura.

Na Figura 2, tem-se a análise de regressão para a concentração interna de CO_2 (C_i), observou-se que o melhor ajuste foi quadrático para ambos os tempos de recirculação da SN. Para T1 o ponto máximo de $301,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$ foi obtido com SN de 60,97%, enquanto para T2, observou-se mínima de $276,31 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ ar}$ na SN de 73,85%. Com maior disponibilidade da SN para T1, houve um incremento na C_i , esse contato íon-raiz possivelmente favoreceu a absorção de nutrientes como K e N, e conseqüentemente uma maior atividade fisiológica, tendo em vista que ambos os elementos auxiliam na fisiologia das plantas, como ajustamento osmótico, transpiração e produção de fotoassimilados (Lima *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2013).

Figura 2. Análise de regressão para variável resposta concentração interna de CO₂ para a cultura da Rúcula em função de tempos de circulação de solução nutritiva e água advinda da piscicultura.

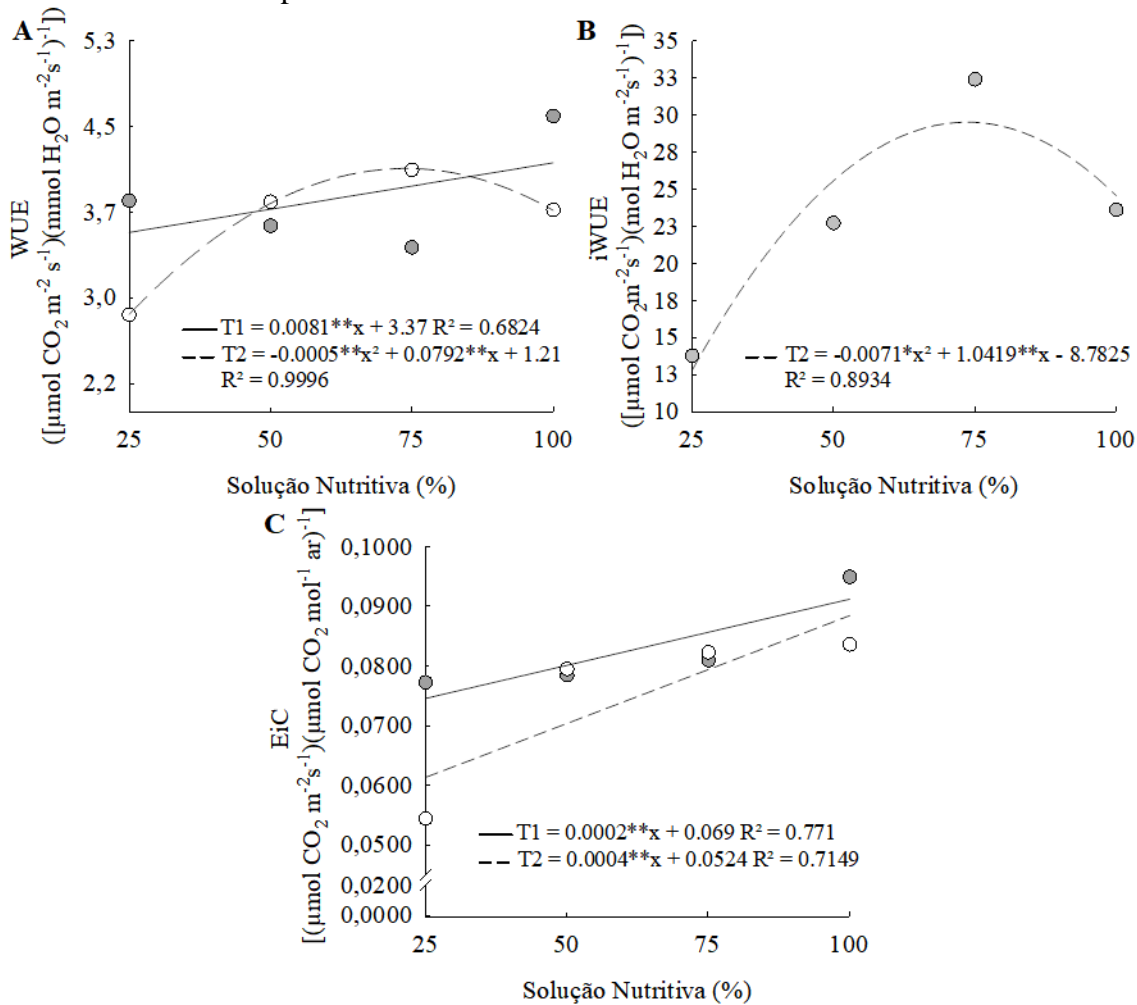


Fonte: Autores (2023)

Na Figura 3, tem-se a análise de regressão para as variáveis respostas eficiência do uso da água (*WUE*), eficiência intrínseca da água (*iWUE*) e eficiência instantânea de carboxilação (*EiC*). Para *WUE* (Figura 3A) os dois tempos de recirculação enquadram-se em um ajuste polinomial quadrático. T1 apresentou aumento linear com valor estimado em 4,18 ($[\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}] (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$) com SN de 100%, enquanto para T2 o ajuste foi quadrático e com máxima estimada em 4,35 ($[\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}] (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$) para 79,2% da SN. A *WUE* foi crescente até certo ponto em T2, decaindo posteriormente, isso possivelmente devido ao aumento da concentração de sais na SN, com elevação da condutividade elétrica, no qual a energia livre reduz, e conseqüentemente, eleva o gradiente de potencial da água, fazendo com que a *WUE* seja decrescente (Taiz *et al.*, 2017). O T1 também apresentou pequena queda na *WUE*, podendo ser explicado pelo fato dessa variável está diretamente ligada a concentração interna de CO₂, havendo assim interdependência,

sendo desejado maior assimilação de CO₂ e menor perda de água durante o processo (Guimarães *et al.*, 2019), o que possivelmente pode ter influenciado na redução da *WUE* e aumento da *Ci* em T1. Para a variável *iWUE* (Figura 3B), observou-se ajuste quadrático com maior valor estimado (29,44 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$) para 73,37% da SN, demonstrando portanto, que o uso de aproximadamente 26,63% de EP não afetaria, possivelmente, o desenvolvimento das plantas, reduzindo inclusive os custos com fertilizantes. Para a variável *EiC* (Figura 3C), observou-se um ajuste linear com aumento de 0,0002 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\mu\text{mol H}_2\text{O mol}^{-1} \text{ ar}]^{-1}$ (T1) e 0,0004 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\mu\text{mol H}_2\text{O mol}^{-1} \text{ ar}]^{-1}$ (T2) para cada incremento unitário da SN. Valores semelhantes aos observados no presente estudo para *iWUE* foram obtidos por Guimarães *et al.* (2022) em estudos com a cultura da rúcula em consórcio com nirá, no qual os mesmos observaram valores entre 28,63 e 34,80 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} [\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}]^{-1}$ para *EiC*.

Figura 3. Análise de regressão para variável resposta eficiência do uso da água (A) e eficiência intrínseca do uso da água (B) e eficiência instantânea de carboxilação (C) para a cultura da rúcula em função de tempos de recirculação de solução nutritiva e águas advinda da piscicultura.



Fonte: Autores (2023)

5 CONCLUSÕES

O uso de águas advindas da piscicultura apresentam potencial de uso para produção de rúcula, sem grandes interferências nas trocas gasosas desta cultura.

A fotossíntese apresentou melhor resposta com o intervalos de 15 minutos para recirculação da solução nutritiva.

A redução em 30% da solução nutritiva com complementação de águas advindas da piscicultura pode ser uma opção de utilização para produção de rúcula hidropônica, principalmente em situações de escassez hídrica.

6 AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado pelo Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com bolsa de produtividade em pesquisa (n° 305167/2020-0). A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001. Ao Programa Cientista Chefe Agricultura do Governo do Estado do Ceará (convênio 14/2022 SDE/ADECE/FUNCAP e processo FUNCAP 08126425/2020) pelo apoio financeiro concedido para esta pesquisa e pela concessão de bolsas de estudo.

7 REFERÊNCIAS

- CÓ, E. G.; SOUSA, G. G. de; GOMES, S. P.; FREIRE, M. H. C.; SILVA, F. D. B. Estratégias de irrigação com água salina e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 36, n. 2, p. 424-431, 2023.
- CORREA, E. S.; MONTE, C. N.; NASCIMENTO, T. S. R. Avaliação de impacto ambiental causado por efluentes da estação de piscicultura Santa Rosa, Santarém/Pará. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquiaba, v. 11, n. 1, p. 260-273, 2020.
- DANTAS, R. M. L.; SILVA, Ê. F. F.; SILVA, A. O.; MEDEIROS, P. R. F.; SILVA, G. F.; SOARES, H. R. Watercress and chinese cabbage in a hydroponic system using groundwater. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 4, p. 1038-1047, 2019.
- FAO. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil**: Identificação de áreas prioritárias. Brasília, DF: FAO, 2017. 243 p.
- FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folha pela técnica de hidropônica – NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998. 30 p. (Documentos IAC, 168).
- GUIMARÃES, M. A.; LEMOS NETO, H. S.; LIMA NETO, B. P.; HENDGES, A. R. A. A.; VIANA, C. S.; RABELO, J. S.; OLIVEIRA, F. R. A. Physiological responses of arugula/nirá intercropping under different arrangements and growing seasons. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, p. 255-260, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20220302>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/S4LKQssZM NxxxzPWGLy57b/?lang=pt>. Acesso em: 22 dez. 2023.
- GUIMARÃES, R. F. B.; MAIA JÚNIOR, S. D. O.; NASCIMENTO, R. do; MELO, D. F. de; RAMOS, J. G.; ANDRADE, J. R. de. Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 13, n. 4, p. 3599-3609, 2019.
- JOHN, V. C.; VERMA, A. K.; KRISHNANI, K. K.; CHANDRAKANT, M. H.; BHARTI, V. S.; VARGHESE, T. Optimization of potassium (K⁺) supplementation for growth enhancement of *Spinacia oleracea* L. and *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) in an aquaponic system. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 261, p. 107339, 2022.
- LESSA, C. I. N.; LACERDA, C. F.; CAJAZEIRAS, C. C. A.; NEVES, A. L. R.; LOPES, F. B.; SILVA, A. O.; SOUSA, H. C.; GHEYI, H. R.; NOGUEIRA, R. S.; LIMA, S. C. R. V.; COSTA, R. N. T.; SOUSA, G. G. Potential of brackish groundwater for different biosaline agriculture systems in the brazilian semi-arid region. **Agriculture**, Bassel, v. 13 n. 3, p. 1-22, 2023.
- LIMA, A. F. D. S.; SANTOS, M. F. D.; OLIVEIRA, M. L.; SOUSA, G. G. D.; MENDES FILHO, P. F.; LUZ, L. N. D. Physiological responses of inoculated and uninoculated peanuts under saline stress. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2021.
- OLIVEIRA, D. R.; OLIVEIRA, W. C.; SILVA, A. O.; BEZERRA, B. G. M. C.; SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F. Hydroponic watercress production through fish farming water reuse and varied nutrient solution recirculation times. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 27, n. 12, p. 919-926, 2023.

SANTOS, J. S. G.; SILVA, A. O.; LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; SILVA, G. F.; PUTTI, F. F. Frequencies of application and dilution of nutrient solution in hydroponic cultivation of arugula. **Irriga**, Botucatu, v. 27, n. 3, p. 639-652, 2022.

SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, Ê. F. F.; TANAKA, A. A.; SILVA JUNIOR, J. F. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 10, p. 1143-1151, 2013.

SILVA, A. O.; SOARES, T. M.; SILVA, Ê. F. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 114-125, 2012.

SILVA, M. G.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, I. S.; SILVA FILHO, J. A. Crescimento e produção de coentro hidropônico sob

diferentes densidades de semeadura e diâmetros dos canais de cultivo. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 312-326, 2016.

SOUZA, C. A.; SILVA, A. O.; LACERDA, C. F.; SILVA, Ê. F. F.; BEZERRA, M. A. Physiological responses of watercress with brackish water and different circulation times of the nutrient solution. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 41, n. 6, p. 2555-2569, 2020.

SOUZA, C. D. S.; SILVA, G. F.; MENEZES, S. M.; SANTOS JUNIOR, J. A.; MORAIS, J. E. F.; SILVA, A. O. Nutrient and inorganic solute ($\text{Na}^+ \text{Cl}^-$) content in green onion plants under hydroponic cultivation using brackish waters. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 44, n. e013320, p. 1-12, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.