



RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DA RÚCULA HIDROPÔNICA SOB REUSO DE ÁGUAS PROVENIENTE DA PISCICULTURA

Willame Candido de Oliveira¹, Antonio Fabio da Silva Lima², Davi Rodrigues Oliveira³, Gabriel Carvalho Greca⁴, Gilbenes Bezerra Rosal¹, Alexsandro Oliveira da Silva⁵

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar como a Rúcula responderia fisiologicamente ao reaproveitamento de águas da piscicultura e sob diferentes manejos do sistema hidropônico. A pesquisa foi realizada em casa de vegetação, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DENA), a cultura utilizada foi a rúcula (*Eruca sativa*) cultivar “folha larga”. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas (2 x 5), com quatro repetições, sendo as parcelas em diferentes tempos de circulação (T1 = 15/15 minutos, e T2 = 15/30 minutos) e as subparcelas com cinco misturas de soluções (S1: 25% da Água de Piscicultura - AP e 75% da solução nutritiva: SN; S2: 50% da AP e 50% da SN; S3: 75% da AP e 25% da SN e S4: 100% da SN). As variáveis foram realizadas por meio da utilização do IRGA, e os dados avaliados pelo ASSISTAT® (versão 7.6beta). A fotossíntese apresentou melhor resposta quando o sistema passou 15 minutos ligado e 15 minutos parado (T1), assim como, a melhor concentração de solução nutritiva foi de 100%. Em relação a concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência do uso da água (EUA) o melhor tempo a ser adotado é de 15 minutos ligado e 15 minutos parado (T1), enquanto a solução ideal é de 68% de solução nutritiva e 32% de água da piscicultura.

PALAVRAS-CHAVE: Água residuária, *Eruca sativa*, Fotossíntese.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF HYDROPONIC ARGULA UNDER WATER REUSE

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: willamecandidoo@gmail.com

² Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: antfabiosl@gmail.com

³ Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: davi.r@alu.ufc.br

⁴ Estudante de Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE

⁵ Prof. Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. E-mail: alexsandro@ufc.br

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate how Arugula would respond physiologically to the reuse of water from fish farming and under different managements of the hydroponic system. The research was carried out in a greenhouse, belonging to the Department of Agricultural Engineering (DENA), the crop used was arugula (*Eruca sativa*) cultivar “broad leaf”. The experimental design was in subdivided plots (2 x 5), with four replications, with the plots at different circulation times (T1 = 15/15 minutes, and T2 = 15/30 minutes) and the subplots with five mixtures of solutions (S1: 25% of Fish Farming Water - AP and 75% of the nutrient solution: NS; S2: 50% of AP and 50% of NS; S3: 75% of AP and 25% of NS and S4: 100% of NS). The variables were performed using the IRGA, and the data evaluated using ASSISTAT® (version 7.6beta). Photosynthesis showed the best response when the system was turned on for 15 minutes and stopped for 15 minutes (T1), as well as the best concentration of nutrient solution was 100%. Regarding the internal concentration of CO₂ (Ci) and water use efficiency (USA), the best time to be adopted is 15 minutes on and 15 minutes off (T1), while the ideal solution is 68% nutrient solution and 32% water from fish farming.

KEYWORDS: Wastewater, *Eruca sativa*, Photosynthesis.

INTRODUÇÃO

O cultivo hidropônico tem sido cada vez mais visado, esse manejo consiste em cultivar as plantas sem a presença do solo, disponibilizando os nutrientes por meio de uma solução nutritiva, essa metodologia além de se mostrar eficiente na produção, tem o objetivo de reduzir o consumo de água, tendo em vista que a perda para o meio é diminuída, tornando-se uma solução para escassez de água, principalmente em regiões áridas e semiáridas (SILVA et al., 2016; ROCHA NETO et al., 2017).

Outra atividade que tem crescido de forma linear é a piscicultura, porém os efluentes gerados nessa atividade pode acarretar problemas ambientais e poluição dos corpos hídricos (CORREA et al., 2020), tornando necessário métodos que reduzam esses impactos, a reutilização dessa água residuária no sistema hidropônico pode ser visto como uma saída para minimizar a problemática, além de fornecer nutrientes que vão minorar o uso de insumos (JOHN et al., 2022).

Com isso, o objetivo deste estudo foi avaliar como a Rúcula responderia fisiologicamente ao reaproveitamento de águas da piscicultura e sob diferentes tempos de circulação da solução.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação localizada na Estação Agrometeorológica, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) 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 cultura utilizada foi a rúcula (*Eruca sativa*) cultivar “folha larga”, cultivada entre os meses de fevereiro e março de 2022. A semeadura 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 adotado foi o Nutrient Film Technique – NFT e iniciado a aplicação dos tratamentos, com a duração de 28 dias de ciclo.

O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas (2 x 5), com quatro repetições, sendo as parcelas compostas por diferentes tempos de circulação (T1 = 15/15 minutos, e T2 = 15/30 minutos), em que o primeiro tempo o sistema circulava e o segundo ficava parado e as subparcelas com cinco misturas de soluções (S1: 25% da Água de Piscicultura - AP e 75% da solução nutritiva: SN; S2: 50% da AP e 50% da SN; S3: 75% da AP e 25% da SN e S4: 100% da SN), a SN foi baseada conforme Furlani et al. (1998), totalizando 40 unidades experimentais, sendo compostas por um conjunto hidropônico independente com 10 plantas.

Um timer analógico foi utilizado para controlar a frequência e tempo de recirculação da solução. O efluente da piscicultura foi obtido a partir da produção da espécie tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), o ciclo foi realizado durante a fase de engorda (de 300 a 700g).

Cada parcela era composta de 10 plantas, onde foi escolhida 1 planta (central) ao fim do ciclo para realizar a coleta dos dados de trocas gasosas, realizadas por meio da utilização do 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 (A), concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência do uso da água, feita pela relação entre fotossíntese/transpiração.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, os resultados obtidos para as trocas gasosas se mostraram significativos para a interação entre tempo (T) x soluções (S) para as variáveis de concentração interna de CO₂ (p<0,05) e eficiência do uso da água (p<0,05). Já a fotossíntese apresentou efeito significativo para os dois fatores (Tempo: p<0,05 e Solução: p<0,01) isolados.

A fotossíntese da Rúcula diferiu estatisticamente quando comparado os dois tempos de circulação da solução, onde o tempo 1 com 15 minutos circulando e 15 minutos parado se mostrou mais favorável (Figura 1A). Em relação ao fator solução (Figura 1B), a fotossíntese se apresentou como uma linear crescente com aumento da porcentagem de solução nutritiva.

O T1 representa maior tempo de passagem da solução nutritiva, consequentemente maior contato do íon-raiz, associado a isso, observa-se que o aumento da porcentagem de solução nutritiva melhorou a fotossíntese, pois em ambos os fatores as plantas conseguiram absorver maior quantidade da solução nutritiva, consequentemente o nitrogênio, segundo Có et al. (2023) este elemento é o principal componente do pigmento fotossintetizante, a clorofila, a maior absorção deste macronutriente faz com que o potencial fotossintético da planta aumente.

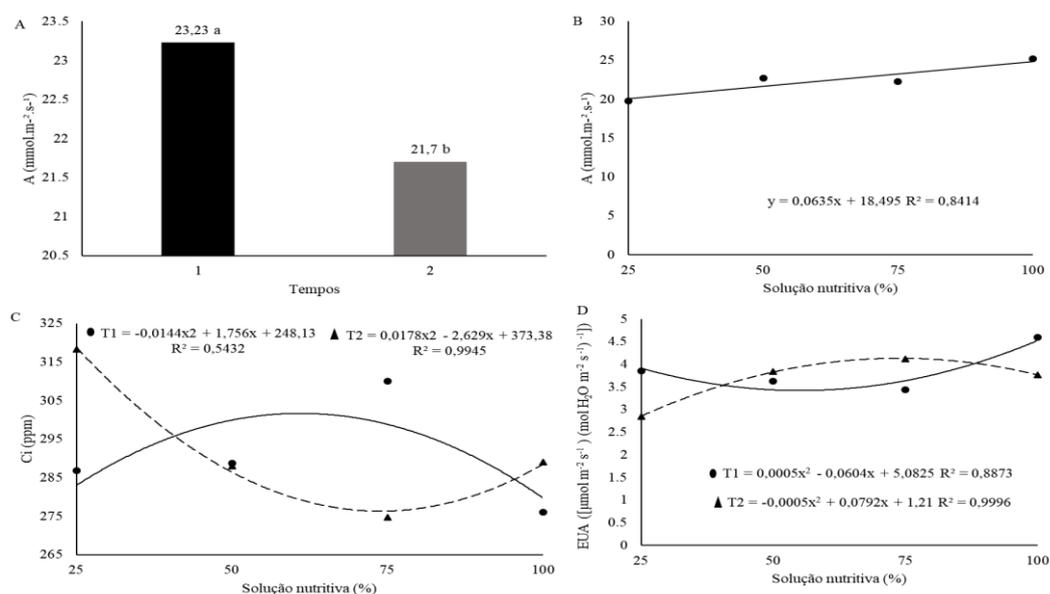


Figura 1. Teste de tukey (A) e análise de regressão (B, C e D) para variáveis fisiológicas da cultura da Rúcula em função da solução nutritiva e água advinda da piscicultura.

A concentração interna de CO₂ (Ci) apresentou ajuste polinomial quadrático para ambos os tempos de estudo (Figura 1C). O tempo 1 teve seu ponto máximo em 301,7 ppm na solução de 60,97%. Já o tempo 2, teve seu ponto de mínima em 276,31 ppm na solução de 73,85%. Com aumento da solução nutritiva e do tempo que o sistema ficou ligado (T1) houve um incremento na Ci, esse contato ion-raiz favoreceu a absorção de nutrientes como K e N, e

consequentemente 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).

Em relação a eficiência do uso da água (EUA) os dois tempos de estudo enquadram-se em uma polinomial quadrática (Figura 1D). O tempo 1 teve seu ponto de mínima de 3,26 ($[\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}]$ ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$) na solução de 60,4%, enquanto que o tempo 2 a máxima foi de 4,35 ($[\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}]$ ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$) em 79,2% da solução nutritiva. A eficiência cresceu até certo ponto no tempo 2 e depois caiu, isso porque com aumento da solução nutritiva, tem um aumento nos sais presentes no sistema, com essa elevação da condutividade elétrica da solução nutritiva (CESn) a energia livre também reduz, e consequentemente, o gradiente de potencial da água, fazendo com que a EUA descrença (TAIZ et al., 2017).

O T1 também apresenta uma pequena queda na EUA, podendo ser explicado pelo fato dessa variável está diretamente ligada a concentração interna de CO_2 , havendo assim uma interdependência, sendo desejado uma maior assimilação de CO_2 e uma menor perda de água durante o processo (GUIMARÃES et al., 2019), explicando assim, o porquê se teve uma queda na linha de tendência da EUA e um aumento na de C_i no tempo 1 (Figura 1C e 01D).

CONCLUSÕES

A fotossíntese apresentou melhor resposta quando o sistema passou 15 minutos ligado e 15 minutos parado (T1), assim como, a melhor solução foi de 100% de SN, ou seja, sem água proveniente da piscicultura.

Em relação a concentração interna de CO_2 (C_i) e eficiência do uso da água (EUA) o melhor tempo a ser adotado é de 15 minutos ligado e 15 minutos parado (T1), enquanto a solução ideal é de 68% de solução nutritiva e 32% de água da piscicultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÓ, E. G., DE SOUSA, G. G., GOMES, S. P., DA COSTA FREIRE, M. H., DA SILVA, F. D. B. Estratégias de irrigação com água salina e adubação nitrogenada na cultura do milho. *Revista Caatinga*, 36(2), 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**, v. 11, n.1, p.260-273, 2020.

FURLANI, P. R. **Instruções para o cultivo de hortaliças de folha pela técnica de hidropônica – NFT**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1998, 30p. (Documentos IAC, 168).

GUIMARÃES, R. F. B., JÚNIOR, S. D. O. M., DO NASCIMENTO, R., DE MELO, D. F., RAMOS, J. G., DE ANDRADE, J. R. Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 13, n. 4, p. 3599, 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**, v.261, p. 107339, 2022.

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**, v. 16, 2021.

ROCHA NETO, O. C., TEIXEIRA, A. S., LEÃO, R. A. O., MOREIRA, L. C. J., GALVÃO, L. S. Hyperspectral remote sensing for detecting soil salinization using ProSpecTIR-VS aerial imagery and sensor simulation. **Remote Sensing**, Basel, v. 9, n. 1, p. 1-16, 2017.

SILVA, M. G., SOARES, T., 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**, v.21, p.312-326, 2016.

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