

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DA ALFACE EM SISTEMA AUTOMATIZADO E INTEGRADO À PRODUÇÃO DE PEIXES, COM USO DE ÁGUAS SALOBRAS

Vitória Jaina Silva Ripardo¹, Francisco Géferson da Silva Lima², Ricardo Rodrigues de Andrade³, Francisco Ivanilson Lima Paé⁴, Pedro Lucas Galindo Carneiro⁵, Claudivan Feitosa de Lacerda⁶

RESUMO: A aquaponia constitui um sistema de produção sustentável que integra a aquicultura, responsável pela criação de organismos aquáticos, com hidroponia, técnica de cultivo de vegetais sem o uso de solo. Nesse arranjo, a água e os efluentes oriundos da piscicultura são reaproveitados na irrigação das plantas, promovendo o uso eficiente dos recursos hídricos. Esse trabalho tem como objetivo avaliar as trocas gasosas da alface em sistema integrado com o cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*), utilizando-se água salobra. O estudo foi conduzido em ambiente protegido com sombreamento de 50%, no período de abril de 2025 a julho de 2025. A irrigação das plantas foi realizada de forma alternada, com o bombeamento da água do tanque de piscicultura e de uma solução nutritiva armazenada em reservatório separado, impedindo o contato direto entre ambas as fontes. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas. O fator principal foi o tipo de manejo (sistema automatizado e sistema manual) e o fator secundário correspondeu a cinco concentrações de solução nutritiva (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Foram analisadas as respostas foliares em termos de taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E). As trocas gasosas foliares exibiram tendências de decréscimo com o incremento nas concentrações da solução nutritiva, sendo essa resposta mais evidente no sistema manual.

PALAVRAS-CHAVE: Piscicultura, Alface, Hidroponia, Salinidade.

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. Fone: (88) 992778241. E-mail: vitoriajaina@gmail.com.

² Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará. Fone: (85) 991618702. E-mail: gefersonlima@gmail.com.

³ Prof. Doutor, Instituto Federal do Ceará, IFCE, Boa Viagem, CE.

⁴ Acadêmico em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Instituto Federal do Ceará, IFCE, Boa Viagem, CE.

⁵ Acadêmico em Zootecnia, Instituto Federal do Ceará, IFCE, Boa Viagem, CE.

⁶ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF LETTUCE IN AN AUTOMATED SYSTEM INTEGRATED WITH FISH PRODUCTION, USING BRAZILIAN WATER

ABSTRACT: Aquaponics is a sustainable production system that integrates aquaculture, responsible for the creation of aquatic organisms, with hydroponics, a technique for growing vegetables without the use of soil. In this arrangement, water and effluents from fish farming are reused to irrigate plants, promoting the efficient use of water resources. This study aims to evaluate the gas exchange of lettuce in a system integrated with the cultivation of tilapia (*Oreochromis niloticus*), using brackish water. The study was conducted in a protected environment with 50% shade, from April 2025 to July 2025. Irrigation of the plants was carried out alternately, with water pumped from the fish farming tank and a nutrient solution stored in a separate reservoir, preventing direct contact between both sources. The experimental design adopted was randomized blocks, with subdivided plots. The main factor was the type of management (automated system and manual system) and the secondary factor corresponded to five concentrations of nutrient solution (0%, 25%, 50%, 75% and 100%). Leaf responses in terms of net photosynthesis rate (A), stomatal conductance (gs) and transpiration rate (E) were analyzed. Leaf gas exchange showed decreasing trends with increasing nutrient solution concentrations, this response being more evident in the manual system.

KEYWORDS: Keywords: Aquaculture, *Lactuca sativa*, Hydroponics, Salinity

INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro a utilização de água de baixa qualidade é uma realidade frequente, devido aos baixos índices de chuva e uma forte taxa de evaporação e evapotranspiração, e isso faz com que a população busque alternativas para manter suas produções durante todo o ano, mas especialmente nos períodos secos (Souza et al., 2025). Ao utilizar águas salobras, uma fonte frequentemente subutilizada, este sistema busca fornecer uma solução inovadora para a produção de alimentos em regiões semiáridas, por exemplo, oferecendo um modelo de produção de alimentos mais resiliente e adaptável às condições climáticas (Santos; Brito, 2016). No Brasil, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura) a produção de aquicultura deve ter um crescimento de mais de 100% até o presente ano. No entanto, ainda é muito o número de pessoas que utiliza o sistema de aquicultura apenas para o regime familiar, ou seja, sistemas produtivos de pequena escala, muitas vezes desenvolvidos de

forma irregular em comunidades periféricas (FAO, 2025). A aquisição de equipamentos, o desenvolvimento de infraestrutura adequada e os custos com pesquisa e desenvolvimento podem representar um grande desafio, principalmente para pequenos e médios produtores (Sátiro; Neto; Delprete, 2018). A alface (*Lactuca sativa* L.) hidropônica, cultivada em sistemas sem solo, depende intrinsecamente de uma solução nutritiva balanceada para seu desenvolvimento ideal. A avaliação das necessidades nutricionais e do estado fisiológico da planta é crucial. Para um desenvolvimento saudável e produção otimizada, a alface hidropônica exige um fornecimento equilibrado de macro e micronutrientes essenciais. A formulação da solução nutritiva deve considerar não apenas as concentrações ideais de cada nutriente, mas também o pH e a condutividade elétrica (CE). O pH da solução afeta diretamente a disponibilidade dos nutrientes para a absorção pelas raízes (geralmente entre 5.5 e 6.5 para alface). A CE indica a concentração total de sais na solução, refletindo a quantidade de nutrientes dissolvidos. Manter esses parâmetros dentro de faixas ótimas é fundamental para evitar deficiências, toxicidades e estresse osmótico, garantindo o máximo potencial produtivo e qualidade nutricional da alface hidropônica (Jones JR., 2004). Esse trabalho tem como objetivo avaliar as trocas gasosas da alface em sistema integrado com o cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*), utilizando-se água salobra.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no município de Boa Viagem, Ceará, latitude de 5° 7' 41" S, Longitude de 39° 43' 59" O, localizado na Bacia do Rio Banabuiú, região semiárida do Brasil, caracterizado por clima quente e seco, com precipitação anual média de aproximadamente 703,8 mm e temperatura média de 26°C a 28°C. O experimento foi realizado em uma estrutura experimental montada no Instituto Federal do Ceará, campus Boa Viagem, localizado às margens da BR 020 km 209, especificamente projetada para o cultivo integrado de tilápia e alface em sistema hidropônico do tipo técnica de fluxo laminar de nutrientes (NFT), utilizando água salobra. Boa Viagem conta com um relevo de depressões sertanejas e maciços residuais, contém uma variedade de solos como Litólicos, Latossolo Vermelho Amarelo, Podzólico Vermelho Amarelo e Vertissolo. A temperatura média varia de 26°C a 28°C e sua pluviosidade é de 703,8 mm. (Viana, C. M. P et al., 2017, p. 5). Foi selecionada para o estudo a alface-crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*). A germinação das sementes ocorreu em bandejas semeadoras de 200 células. Foram plantadas 4 sementes por cova e o substrato utilizado foi de

fibra de coco. A semeadura das plantas ocorreu no dia 03/04/2025. As bandejas foram irrigadas com água da solução nutritiva $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ três vezes ao dia, 8:00 h, 12:00 h e 16:00h, durante os 20 dias da germinação, foi utilizado para irrigação um regador de 5 L. Dia 22/04/2025 foi feito o transplântio da alface, para as bancadas hidropônicas, com o auxílio de um copo plástico de 90ml para maior sustentação das raízes nos orifícios. As trocas gasosas foliares (taxa de fotossíntese líquida, taxa de transpiração e condutância estomática) foram avaliadas aos 25 dias após o transplântio, utilizando-se o analisador de gases infravermelho portátil (LCi System, ADC, Hoddesdon, UK), entre 09:00 e 11:00 h, sob radiação artificial ($1.400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), temperatura ambiente e concentração natural de CO_2 . Os dados das variáveis foram submetidos a testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov ($p \leq 0,05$) no programa Assistat 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2016). As médias das variáveis foram submetidas a análises de regressão do modelo polinomial de melhor ajuste, no programa Excel 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fotossíntese (A) e transpiração (E) apresentaram tendências de decréscimo com o aumento da concentração da solução nutritiva. A equação obtida com dados do sistema manual de produção de alfaces, exibiu maior coeficiente de determinação ($R^2 \approx 0,77$) do que o sistema automático de produção ($R^2 \approx 0,53$). A condutância estomática (gs) no sistema manual teve forte redução, indicando estresse, enquanto no automático os valores pouco variaram, sugerindo maior estabilidade fisiológica, em decorrência do melhor aproveitamento das águas e soluções nutritivas. Esses dados indicam que a automação pode mitigar o estresse induzido pela concentração de nutrientes, corroborando achados de Resende et al. (2019) e Santos e Brito (2016) sobre os benefícios do controle preciso em sistemas hidropônicos.

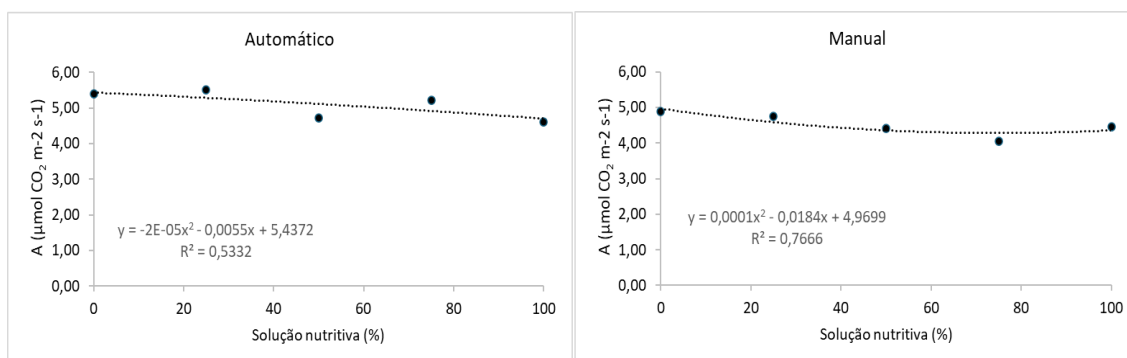


Figura 1. Taxa de Fotossíntese líquida (A) em função de diferentes concentrações de solução nutritiva de um sistema hidropônico de alface integrado com a reutilização de água dos peixes de forma automática e manual.

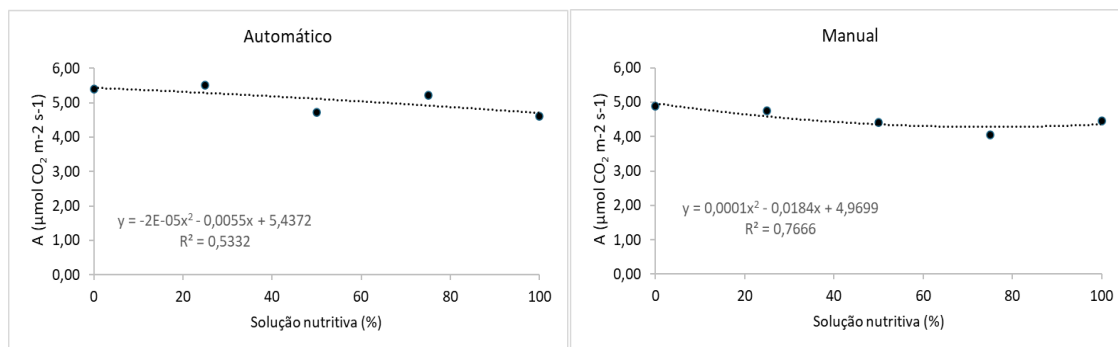


Figura 2. Taxa de transpiração (E) em função de diferentes concentrações de solução nutritiva de um sistema hidropônico de alface integrado com a reutilização de água dos peixes de forma automática e manual.

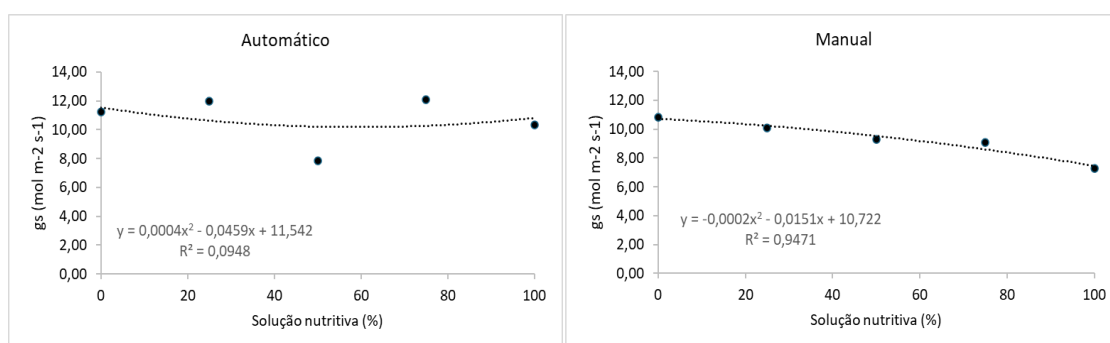


Figura 3. Condutância estomática (gs) em função de diferentes concentrações de solução nutritiva de um sistema hidropônico de alface integrado com a reutilização de água dos peixes de forma automática e manual.

CONCLUSÕES

As taxas de fotossíntese e transpiração exibiram tendências de decréscimo com doses elevadas de nutrientes, sendo essa relação mais evidente e explicável no sistema manual. As plantas no sistema manual também apresentaram fechamento estomático significativo sob concentrações crescentes da solução nutritiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pelo apoio financeiro ao projeto. Agradece ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical - INCTAgriS. Agradece também o Programa Cientista-Chefe da Agricultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO. Novo relatório da FAO aponta que produção da pesca e aquicultura no Brasil deve crescer mais de 100% até 2025. Brasília, 2025.

JONES JR., J. B. **Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2004.

SANTOS, M. R.; BRITO, C. F. B. Irrigação com água salina, opção agrícola consciente. **Revista Agrotecnologia – Agrotec**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 33–41, 30 jun. 2016.

SÁTIRO, Thaise Mota; RAMOS NETO, Kélvia Xavier Costa; DELPRETE, Sâmila Esteves. Aquaponia: sistema que integra produção de peixes com produção de vegetais de forma sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 38-54, out. 2018.

SOUZA, Bárbara Silva; MACEDO, Maria José Herculano; SOUSA, Francisco de Assis Salviando de. Análise de secas de regiões pluviométricas homogêneas localizadas no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 18, n. 4, p. 2404-2420, 2025. DOI: 10.26848/rbgf.v18.4.p2404-2420.