

FITOMASSA FRESCA DA PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICO AUTOMATIZADO E INTEGRADO A AQUICULTURA SALOBRA

Vitória Jaina Silva Ripardo¹, Francisco Géferson da Silva Lima², Ricardo Rodrigues de Andrade³, Claudivan Feitosa de Lacerda⁴, Rodrigo da Silva Texeira⁵, Gustavo Gomes Freitas De Sousa⁵

RESUMO: A aquaponia é a junção da hidroponia (produção de vegetais sem solo) e da aquicultura (produção de organismos aquáticos, seja peixes ou qualquer organismo produzido em água), com aproveitamento da água e do efluente da piscicultura, utilizados para irrigar as plantas. O trabalho tem como objetivo geral obter indicadores técnicos de tolerância à salinidade e de viabilidade produtiva e econômica de sistemas integrados e automatizados de produção de tilápias e espécies vegetais sob hidroponia com emprego de água salobra, em módulos para agricultores familiares. Os ensaios experimentais foram realizados em sombrite de 50%, no período de abril de 2025 a julho de 2025. O experimento foi disposto no delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator primário dois tipos de manejo e o fator secundário cinco concentrações de fertilizantes na solução nutritiva. Tratamentos primários: A. Sistema Automatizado e B. Sistema Manual. Tratamentos secundários: (C0. 0% Concentração de Solução Nutritiva; A1. 25% Concentração de Solução Nutritiva; A2. 50% Concentração de Solução Nutritiva; A3. 75% Concentração de Solução Nutritiva; A4. 100% Concentração de Solução Nutritiva). Foram analisados a produtividade da matéria fresca da parte aérea (MSPA) e matéria fresca da raiz (MFR).

PALAVRAS-CHAVE: Hidroponia, Aquaponia, Salinidade, *Lactuca sativa* L.

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.

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

⁴ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

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

FRESH PHYTOMASSA FROM AUTOMATED HYDROPONIC LETTUCE PRODUCTION AND INTEGRATED TO BRACKISH AQUACULTURE

ABSTRACT: Aquaponics is the integration of hydroponics (soilless plant cultivation) and aquaculture (the production of aquatic organisms such as fish), where water and effluents from fish farming are reused to irrigate plants. This study aimed to obtain technical indicators of salinity tolerance, as well as the productive and economic viability of integrated and automated systems for tilapia and vegetable production under hydroponics using brackish water, in modules designed for smallholder farmers. Experimental trials were conducted under 50% shading mesh, from April 2025 to July 2025. The experiment followed a randomized block design in a split-plot scheme, with two main factors: (A) type of management system (automated vs. manual) and (B) five concentrations of fertilizer in the nutrient solution (C0: 0%, A1: 25%, A2: 50%, A3: 75%, and A4: 100%). The evaluated variables were shoot fresh mass (SFM) and root fresh mass (RFM). The automation of aquaculture water reuse proved to be a promising strategy to optimize plant production in integrated systems, promoting greater sustainability and productivity.

KEYWORDS: Hydroponics, Aquaponics, Salinity, *Lactuca sativa* L.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções sustentáveis no campo da produção de alimentos tem impulsionado o desenvolvimento de novas tecnologias que integrem diferentes sistemas produtivos (Ribeiro; Jaime; Ventura, 2017). Nesse contexto, a aquicultura e a hidroponia destacam-se como práticas inovadoras que possibilitam uma produção de alimentos de forma eficiente e com baixo impacto ambiental. A aquicultura, especialmente com o uso de águas salobra para cultivo de organismos aquáticos, e a hidroponia, que dispensa o uso de solo para o cultivo de plantas, configuram-se como alternativas promissoras para superar desafios relacionados ao uso de recursos naturais, como à escassez de água doce e a degradação do solo. Contudo, apesar das vantagens desse modelo integrado, a implementação de sistemas de aquicultura e hidroponia enfrenta desafios significativos. Um dos maiores obstáculos é a carência de mão de obra qualificada. A operação desses sistemas exige profissionais especializados que compreendam tanto os aspectos biológicos envolvidos na aquicultura quanto às necessidades tecnológicas da hidroponia (Nichani et al., 2017). Outro fator limitante é o

custo inicial elevado para a instalação e manutenção de sistemas automatizados. 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). O aproveitamento eficiente de recursos, como o uso da água no sistema de recirculação que reduz o consumo hídrico em comparação com métodos convencionais, o aumento da produtividade e qualidade, onde os ciclos produtivos são mais curtos e existe um maior controle fitossanitário, onde o padrão de qualidade é uniforme, fazem desse sistema vantajoso, surgindo como soluções promissoras para enfrentar os desafios atuais na área de alimentação e sustentabilidade. Os sistemas integrados eles fornecem para o produtor uma garantia de produção eficiente, quando automatizados, além da diversidade de renda, que abastece o mercado com variados produtos vindos de um só sistema de produção, como a aquaponia, que fornece nutrientes e água para as plantas proveniente do tanque dos peixes. (Castellani; Camargo; Abimorad, 2009).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação 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. No sistema a estrutura física que foi utilizada constitui-se de uma estufa agrícola montada com estrutura de madeira e telada com sombrite 50%, com dimensão de (6,00 x 10,00m) e 2,50 m de altura, utilizando uma lona plástica para proteção das chuvas. Esquemmatizou-se duas caixas d'água, uma com diâmetro de 1,89 m (2 m³) para a criação dos peixes e outra de 0,88 m (0,5 m³) utilizada como decantador, para filtração dos excretos dos peixes. No sistema aquapônico foi utilizado brita, sombrite e cascalhos para construção do decantador, onde a água do tanque dos peixes passava por uma tubulação ligada ao decantador, com a função de filtrar todos os excretos dos peixes e puxar apenas a água para o sistema hidropônico com o auxílio de uma bomba de ½ cv. Outras quatro caixas d'água com diâmetro de 0,88 m (0,5 m³), foram utilizadas para o armazenamento da solução nutritiva que compõe o sistema hidropônico. Foi elaborado dois sistemas de circulação de líquidos. O primeiro sistema foi responsável por conectar a estrutura de hidroponia ao reservatório de solução nutritiva. As válvulas direcionam a solução nutritiva apenas para a área de cultivo das. O segundo sistema conectava a estrutura de

acondicionamento dos peixes às bancadas hidropônicas. Quando ativado, a água do reservatório dos peixes era bombeada para a área de cultivo das plantas. Foram instaladas 10 bancadas, 5 para o sistema automatizado e 5 para sistema manual, onde ambos recebem água vinda dos peixes e da solução nutritiva, com exceção da bancada zero que somente recebeu irrigação com a água dos peixes. Os perfis hidropônicos utilizados possuem 4 tubulações de PVC, com 6 orifícios cada, os espaçamentos foram de 25 cm x 25 cm, cada bancada tem 1,5 m de largura, com espaçamento de 0,75 cm de uma bancada para outra, e 3% de declividade, facilitando assim o retorno por gravidade da água no sistema, tendo 50 mm de diâmetro a tubulação de PVC do retorno. Com uma condutividade elétrica inicial de 2,5 dS/m foram calculados as gramas necessárias dos fertilizantes Calcinite[®] (Yaratera Calcinit) que fornece nitrogênio (N) e cálcio (Ca) para as plantas, Dripsol[®] que fornece macronutrientes como fósforo (P₂O₅), potasio (K₂O), boro (B) e magnésio (Mg), e o Ferro (F), até obter a condutividade elétrica esperada de 4,0 dS/m. O experimento foi disposto no delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas (2x5), com 4 repetições, formando 40 parcelas. Sendo o fator primário dois tipos de manejo (Manual e Automatizado) e o fator secundário cinco concentrações de fertilizantes na solução nutritiva (C0. 0% da concentração da solução nutritiva; C1. 25% da concentração de solução nutritiva; C2. 50% da concentração de solução nutritiva; C3. 75% da concentração de solução nutritiva; C4. 100% da concentração de solução nutritiva). 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 ocorreu no dia 03/04/2025 As bandejas foram irrigadas com água da solução nutritiva 1,5 dS m⁻¹ três vezes ao dia, 8:00H, 12:00H 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 das mudas da alface-crespa para as bancadas hidropônicas, com o auxílio de um copo plástico de 90ml para maior sustentação das raízes nos orifícios. A retirada dos copos ocorreu no período em que foi observado que as raízes já estavam grandes o suficiente para se sustentarem sem o auxílio do copo. As plantas foram colhidas aos 45 dias após a emergência no sistema hidropônico. Logo depois foram levadas 40 amostras de cada ciclo para serem analisadas no Laboratórios de Bromatologia e Nutrição Animal do Sertão Central, IFCE campus Boa Viagem, Ceará. Foram analisadas duas variáveis, matéria fresca da parte aérea (MSPA) e matéria fresca da raiz (MFR) das 40 parcelas. Após 45 dias do plantio, as plantas foram colhidas das bancadas e separadas em fração da raiz e parte aérea para pesagem da matéria fresca. 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),

resultando em não normalidade dos dados. Diante disso, as médias foram submetidas à regressão do modelo polinomial, melhor ajuste, no programa Excel 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se incremento significativo na massa fresca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) da alface com o aumento das doses de solução nutritiva (Figura 1 e 2), em ambos os sistemas de reuso de água da piscicultura (automático e manual). Isso indica que a suplementação da solução nutritiva é crucial para otimizar a produção de biomassa da alface em sistemas de aquaponia. Os resultados demonstraram que o sistema de reuso automatizado proporcionou maior acúmulo de biomassa na alface, tanto na parte aérea quanto nas raízes, em comparação ao sistema manual. O ajuste quadrático foi mais expressivo no sistema automático ($R^2 > 0,91$), indicando maior eficiência no fornecimento de água e nutrientes. Esses achados reforçam a importância da automação para o desempenho de culturas irrigadas com água de reuso, conforme destacado por Santos e Brito (2016). A automação do reuso da água da aquicultura demonstrou ser uma estratégia promissora para otimizar a produção vegetal em sistemas integrados, promovendo maior sustentabilidade e produtividade.

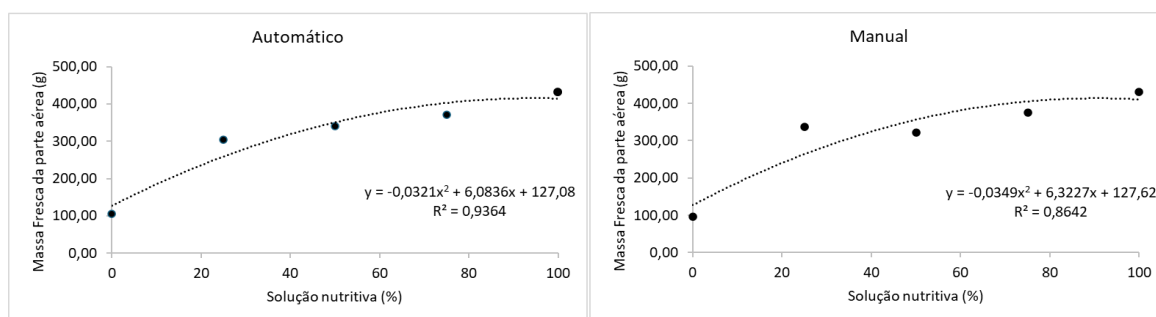


Figura 1. Massa fresca da parte aérea (MSPA) em função de diferentes doses de solução nutritiva de um sistema hidropônico de alface integrado com a reutilização de água dos peixes de forma automática e manual.

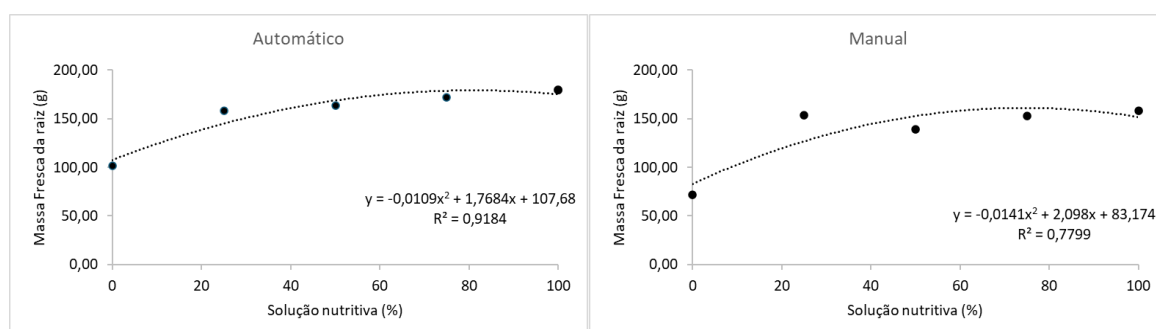


Figura 2. Massa fresca da raiz (MSR) em função de diferentes doses de solução nutritiva de um sistema hidropônico de alface integrado com a reutilização de água dos peixes de forma automática e manual.

Resende et al. (2019) também obteve resultados semelhantes, nos quais foram observadas maiores taxas de fotossíntese e produtividade em alfaces cultivadas em sistema hidropônico automatizado com controle de fertirrigação, quando comparado ao manejo manual. Essa constatação condiz com as observações de Santos e Brito (2016), que destacaram que a automação no fornecimento de solução nutritiva promove um melhor aproveitamento da água e dos nutrientes, reduzindo o estresse osmótico nas plantas e, conseqüentemente, resultando em um melhor desempenho e maior estabilidade das culturas em ambientes controlados. Dermartelaere et al. (2020) também reforçam a viabilidade do cultivo de alface com água de reuso e destacam a importância de sistemas otimizados para maximizar a produtividade. Isso confirma os resultados de que o manejo adequado e a automação são ferramentas eficazes para impulsionar o crescimento vegetal, garantindo maior eficiência e estabilidade na produção.

CONCLUSÕES

A suplementação da solução nutritiva impacta significativamente a massa fresca da parte aérea e da raiz da alface em sistemas integrados de hidroponia e piscicultura. O sistema automático demonstrou maior eficiência e consistência na otimização da produtividade em comparação ao sistema manual, ressaltando o benefício da automação no manejo de nutrientes. A água proveniente da criação de peixes contribuiu substancialmente para o crescimento da alface mesmo sem suplementação, validando o potencial da integração aquapônica. Podendo assim auxiliar a evitar desperdício de água usada na produção dos peixes.

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

CASTELLANI, Daniela; CAMARGO, Antonio Fernando Monteiro; ABIMORAD, Eduardo Gianini. **Aquaponia: aproveitamento do efluente do berçário secundário do Camarão-da-Amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) para produção de alface (*Lactuca sativa*) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) hidropônicos**. Bioikos, Campinas, v. 23, n. 2, 2009. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/bioikos/article/view/660>. Acesso em: 25 abr. 2025.

NICHANI, Akhil et al. **Environmental parameter monitoring and data acquisition for aquaponics**. Chennai: IJETCSE, 2017. Disponível em: <http://www.ijetcse.com/wp-content/plugins/ijetcse/file/upload/docx/694Environmental-parameter-monitoring-and-Data-acquisition-for-Aquaponics-pdf.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2025.

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. DOI: 10.18817/repesca.v11i1.1513. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/1513>. Acesso em: 19 abr. 2025.

SILVA, F. de A. S. e; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat software version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3733–3740, 2016. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/ajar/article-full-text-pdf/5e8596460818>. Acesso em: 26 abr. 2025.

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. DOI: <https://doi.org/10.12971/5175>. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/5175>. Acesso em: 25 abr. 2025.

DEMARTELAERE, A. C. F.; SILVA, T. B. M.; PRESTON, H. A. F.; FERREIRA, A. dos S.; RODRIGUES, A. L. dos S.; FEITOSA, S. dos S.; PRESTON, W.; MEDEIROS, D. C. de; ROSADO, A. K. H. B.; SILVA, R. M. da; BENJAMIM, R. F. O cultivo hidropônico de alface com água de reuso/Hydroponic lettuce cultivation with reused water. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 90206–90224, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-435.

Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/20199>.

Acesso em: 13 aug. 2025.