

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE TILÁPIA-DO-NILO NA PRODUÇÃO DE ALFACE EM SISTEMA AQUAPÔNICO

Pedro Henrique Fonseca da Silva¹, Janaina Sayuri Imafuku Valandro², Antônio Carlos Silveira Goncalves³

¹Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônoma – IFTO. e-mail: < ph.fonseca2002@gmail.com >

²Doutoranda pelo programa de pós-graduação em Aquicultura - CAUNESP; e-mail:< janaina.valandro@unesp.br >

³Docente do Curso Superior de Engenharia Agrônoma – IFTO. Orientador(a). e-mail: < antonio.goncalves@ifto.edu.br >

1 INTRODUÇÃO

A aquaponia é um sistema integrado de aquicultura e hidroponia em recirculação que permite a produção sustentável de alimentos, economizando água e reaproveitando nutrientes (LOVE et al., 2014; TYSON, 2007). A água proveniente dos tanques de peixes fornece nutrientes para as plantas, que filtram e devolvem a água tratada aos peixes (DIVER, 2006; CARNEIRO et al., 2015).

Em 2018, a aquicultura já representava cerca de 52% do pescado para consumo humano (FAO, 2020), podendo atingir 59% em 2030. A intensificação da produção gera resíduos e demanda mais água (Losekann et al., 2013; SEBRAE, 2015), exigindo filtração e biofiltração. A aquaponia reduz esses impactos ao permitir que plantas absorvam nutrientes e tratem a água para retorno aos peixes (Carneiro et al., 2015).

A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) destaca-se pela rusticidade, fácil manejo e boa aceitação de mercado (RAKOCY et al., 2006). A alface (*Lactuca sativa*), amplamente cultivada em sistemas hidropônicos, apresenta bom desempenho na aquaponia, desde que haja suplementação de cálcio, potássio e ferro (RAKOCY, 2007).

2 OBJETIVO

Avaliar a influência de diferentes densidades de Tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) no teor de nutrientes produzidos e absorvidos pela alface (*L. sativa*), em sistema aquapônico.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre 20 de março e 19 de abril de 2018 (30 dias), na Unidade Agrochá do Campus Experimental da UNESP de Registro–SP. Utilizaram-se 294 tilápias-do-Nilo (*O. niloticus*), com cerca de 42 g e 13,5 cm, provenientes de piscicultura comercial e invertidas sexualmente por temperatura. Os peixes foram distribuídos em doze sistemas de recirculação, conforme delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (25, 50, 100 e 150 peixes.m⁻³), em três repetições. Cada unidade experimental continha 8, 15, 30 ou 45 peixes e 20 mudas de alface crespa (cultivar BS AC0055) com aproximadamente 20 dias.

O sistema era composto por uma caixa d'água de 300 L com os peixes, um filtro biológico de 15 L (com casca de ostra, brita e tijolos quebrados) para colonização de bactérias nitrificantes, e uma mesa de cultivo (em PVC) com quatro linhas de 80 cm e espaçamento de 14 cm, comportando 20 mudas por sistema. A água era bombeada do filtro à mesa de cultivo por sistema Air Lift.

Os peixes foram alimentados com ração extrusada de 2,6 mm e 36% de proteína bruta, na proporção de 4% da biomassa, administrada duas vezes ao dia (8h e 18h), ajustada após biometria no 15º dia de produção.

As alfaces foram analisadas quanto aos teores de macro e micronutrientes por quilograma de planta. A qualidade da água foi monitorada semanalmente em três pontos: (1) caixa de criação de peixes, (2) antes da água retornar para o sistema (após passagem pelas alfaces) e (3) antes da água passar pelas alfaces (água que é mandada do filtro para a mesa de cultivo). Foram utilizados sonda

multiparâmetro YSI 6000 para pH, OD e CE, e kits colorimétricos para amônia, alcalinidade, dureza, nitrato e nitrito.

Os dados foram analisados por ANOVA one-way (5% de significância) e, quando houve diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey. A normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias foram previamente verificadas. As análises foram realizadas no software Statistic.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos dos parâmetros de qualidade de água monitorados ficaram dentro do recomendado para a criação de peixes (Marques, 2024), sendo, oxigênio dissolvido próximo de 5 mg/L, pH entre 5,5 e 8,5 e temperatura entre 20 e 30°C

A análise nutricional das alfaces cultivadas em diferentes densidades de estocagem de tilápia-do-Nilo mostrou que a maioria dos macronutrientes apresentou estabilidade entre os tratamentos, exceto o cálcio (Ca) e magnésio (Mg), que reduziram significativamente em densidades mais altas (100 e 150 juvenis·m⁻³) em comparação com densidades menores (25 e 50 juvenis·m⁻³) (Tabela 1). O Ca é fundamental para a integridade da parede celular e estabilidade das membranas, prevenindo distúrbios fisiológicos como o tip-burn em alface, que ocorre mesmo em soluções nutritivas adequadas quando o transporte do elemento não acompanha o rápido crescimento foliar (Collier & Tibbitts, 1991). O Mg, por sua vez, é elemento central da molécula de clorofila e cofator de inúmeras enzimas, participando da fotossíntese, estabilização de membranas e transporte de fotoassimilados (Tang et al., 2023; Cakmak & Yazici, 2010). A deficiência de Mg em alface manifesta-se por clorose internerval nas folhas mais velhas, podendo evoluir para necrose, sendo comum em ambientes com excesso de potássio ou sistemas com baixa disponibilidade do nutriente (Yara, 2024).

Tabela 1 – Teores médios de macronutrientes na massa seca de alface cultivada em sistema aquapônico com diferentes densidades de estocagem de tilápia-do-Nilo

Nutriente	Densidade (juvenis·m ⁻³)			
	25	50	100	150
N (g/kg)	39,50 ± 3,69	41,44 ± 4,76	44,82 ± 2,38	43,51 ± 5,68
P (g/kg)	4,33 ± 0,16	4,20 ± 0,90	3,80 ± 0,40	4,10 ± 0,79
K (g/kg)	21,33 ± 2,80	24,33 ± 3,72	24,33 ± 2,07	22,50 ± 3,94
S (g/kg)	0,72 ± 0,14	0,74 ± 0,20	0,78 ± 0,14	0,68 ± 0,22
Ca (g/kg)	9,63 ± 2,81 a	8,12 ± 1,83 ab	6,25 ± 1,79 b	8,55 ± 2,27 ab
Mg (g/kg)	3,50 ± 0,49 a	3,07 ± 0,86 a	1,42 ± 0,60 b	1,50 ± 0,35 b
B (g/kg)	31,75 ± 0,08	28,99 ± 0,49	28,96 ± 5,85	36,22 ± 10,41
Cu (g/kg)	2,05 ± 0,90	2,47 ± 1,23	1,37 ± 0,96	2,43 ± 0,54

*Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nos micronutrientes (Tabela 2), o ferro (Fe) apresentou aumento gradativo com a densidade, atingindo o maior valor em 150 juvenis·m⁻³, enquanto o manganês (Mn) teve pico em 100 juvenis·m⁻³ e o zinco (Zn) foi mais elevado em 25 e 50 juvenis·m⁻³, reduzindo nas densidades maiores. As densidades de 50 e 100 juvenis·m⁻³ apresentaram melhores níveis de micronutrientes em geral, alternando a disponibilidade de Mn e Zn. Fe e Mn participam de processos vitais, como o transporte de elétrons na fotossíntese e a ativação de enzimas antioxidantes, enquanto o Zn está ligado à síntese de proteínas e crescimento radicular.

Tabela 2 – Teores médios de micronutrientes na massa seca de alface cultivada em sistema aquapônico com diferentes densidades de estocagem de tilápia-do-Nilo

Nutriente	Densidade (juvenis.m ⁻³)			
	25	50	100	150
Fe (mg/kg)	44,33 ± 4,55 b	49,17 ± 7,06 ab	51,67 ± 4,83 ab	59,50 ± 8,69 a
Mn (mg/kg)	22,67 ± 4,55 b	33,17 ± 7,10 b	63,50 ± 19,33 a	39,50 ± 7,82 b
Zn (mg/kg)	104,50 ± 16,96 a	104,17 ± 8,82 a	68,83 ± 15,64 b	64,17 ± 20,73 b

*Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As variações observadas nos teores de macro e micronutrientes podem ser explicadas por diferentes mecanismos já descritos na literatura. Em densidades mais elevadas, pode ocorrer saturação do biofiltro, reduzindo a eficiência de conversão de amônia e nitrito e, conseqüentemente, alterando o equilíbrio iônico e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Rakocy et al., 2006; Endut et al., 2010). Além disso, o aumento da condutividade elétrica (CE) e as variações no pH em densidades mais altas favorecem a precipitação de Ca e Mg e podem reduzir a sua absorção devido à competição entre cátions na solução nutritiva (Huett, 1994; Resh, 2013). Em densidades mais elevadas, pode ocorrer saturação do biofiltro, reduzindo a eficiência de conversão de amônia e nitrito e alterando o equilíbrio iônico da solução. Esse desequilíbrio favorece a competição entre cátions de Fe e Mn com Ca e Mg pelos sítios de absorção radicular, diminuindo a assimilação destes macronutrientes essenciais (Bang et al., 2021;).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou que a densidade de 50 juvenis·m⁻³ de tilápia-do-Nilo proporcionou melhor equilíbrio nutricional nas folhas de alface, com melhores níveis de macronutrientes (como Ca e Mg) e de micronutrientes (como Fe e Zn), fornecidos às plantas. Essa densidade evita problemas fisiológicos como o *tip-burn* e mantém a qualidade das plantas, sem reduzir o desempenho geral do sistema aquapônico.

6 AGRADECIMENTOS

Agradeço à Dra. Janaina Valandro e ao professor Antônio Carlos S. Gonçalves, pelo apoio e contribuição fundamentais para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BANG, J. et al. Crosstalk between nutrient signals underlies plasticity of plant nutrient acquisition. *New Phytologist*, v. 229, p. 3103-3117, 2021.

CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnesium: a forgotten element in crop production. *Plant and Soil*, v. 368, p. 3-23, 2010.

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; NUNES, M. U. C.; MARIA, A. N.; FUJIMOTO, R. Y. *Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia*. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961, 189). 2015.

CARNEIRO, P.; MARIA, A.; FUJIMOTO, R.; NUNES, M. *Sistema familiar de aquaponia em canaletas*. Embrapa Tabuleiros Costeiros - Circular Técnica (Infoteca-e), 2016.

COLLIER, G. F.; Tibbitts, T. W. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: comparison of controlled-environment and field-grown plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 116, n. 1, p. 60-64, 1991.

CONAMA – Conselho nacional do meio ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 25 jul. 2025.

COSTA, D. C.; MARTINS, M. L.; MOURIÑO, J. L. P. Efeitos de diferentes densidades de estocagem sobre a saúde de tilápias do Nilo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 63, n. 4, p. 896–902, 2011.

DIVER, S. *Aquaponics – Integration of hydroponics with aquaculture*. ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service, 2006. 28p. Disponível em: <www.attra.ncat.org/attra-pub/pdf/aquaponic.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in action. Rome: Disponível em:< <https://openknowledge.fao.org/items/b752285b-b2ac-4983-92a9-fdb24e92312b>. Acesso em: 08 ago. 2025.

HUETT, D. O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hydroponic lettuce in relation to solution calcium concentration. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 45, p. 251-267, 1994.

LOVE, D. C.; FRY, J. P.; GENELLO, L.; HILL, E. S.; FREDERICK, J. A.; LI, X.; SEMMENS, K. An international survey of aquaponics practitioners. *PLOS ONE*, v. 9, 2014.

MARQUES, V. S. Eficiência de biofiltros na qualidade da água em aquicultura. 2024. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2024.

RAKOCY, J. Ten guidelines for aquaponic systems. 2007. Disponível em: <http://santarosa.ifas.ufl.edu/wp-content/uploads/2013/06/aquaponics-journal-10-guidelines.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2025.

RAKOCY, J. E.; Losordo, T. M.; Masser, M. P. *Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics: integrating fish and plant culture*. Aquaculture Center Publications, n. 454, 2006.

SEBRAE – Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. *Aquicultura no Brasil – Série Estudos Mercadológicos*, 2015.

SILVA, P. C.; Kronka, S. N.; Sipaúba T. L. H.; Silva J. R. P.; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 9–13, 2003.

TANG, N. ET AL. Magnesium in plants: uptake, transport, distribution, and roles in crop production. *Frontiers in Plant Science*, v. 14, 2023.

TYSON, V. RICHARD. Reconciling pH for ammonia biofiltration in a cucumber/tilápia aquaponics system using a perlite medium, 2007.

YARA INTERNATIONAL. Magnesium deficiency – lettuce. Disponível em: <https://www.yara.ie/crop-nutrition/lettuce/nutrient-deficiencies-lettuce/magnesium-deficiency---lettuce/>. Acesso em: 12 ago. 2025.