



IX IFCULTURA

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE HORTALIÇA A PARTIR DOS NUTRIENTES EXCEDENTES DO CULTIVO DE TILÁPIA-DO-NILO EM SISTEMA DE BIOFLOCO.

Amanda Dartora 1 - IFC- (dartoraamandadartora@gmail.com)
Keren Fagundes Morais 2 – IFC – (kerenfagundesmorais@gmail.com)
Leonardo Alexander Krause 3 – IFC - (leonardoalexanderkrause@gmail.com)
Leticia Krause 4- IFC - (leticiaakrauseifc@gmail.com)
Vanessa Bertoldo Martins 5 – IFC – (bertoldomartinsv@gmail.com)
Jaqueline Inês Alves de Andrade 6 – IFC (jaqueline.andrade@ifc.edu.br)
Adolfo Jatobá 7 – IFC – (jatobaadolfo@gmail.com)

RESUMO

O sistema de bioflocos (BFT, do inglês, *biofloc technology*) se destaca por ser uma estratégia de sustentabilidade, que conta com a mínima ou nula necessidade de renovação de água. Além disso, outra estratégia conhecida por Aquicultura Multitrófica Integrada (AMTI) correspondendo a integração de espécies de diferentes níveis tróficos em um mesmo sistema, o qual consiste em reciclar os resíduos do cultivo de uma espécie e reutilizar, convertendo em benefícios para outra. Dessa forma, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes números de alfaces (*Lactuca sativa*) por m² na produção integrada de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) em BFT. As unidades experimentais comportavam duas caixas de 500l e 100l, para o cultivo da tilápia-do-nylo e clarificador de água, respectivamente. Foi utilizado calhas NFT para cultivo da alface em bancada de madeira com inclinação de 7%. Os dispositivos experimentais foram divididos em três tratamentos, 4 plantas/m² (A4); 8 plantas/m² (A8) e 16 plantas/m² (A16), realizado em quadruplicada totalizando 12 unidades. As mudas de alface foram adquiridas em um comércio local (112 mudas) e os 360 peixes oriundos do Laboratório de Aquicultura. Os parâmetros de qualidade de água e a avaliação do desempenho das tilápias não apresentaram diferenças significativas. As alfaces cultivadas no tratamento 8A apresentaram maior retenção de N e P. Concluindo que a utilização de 8 plantas/m² torna o sistema mais sustentável através da retenção de nutrientes, sem comprometer o desenvolvimento do vegetal e animal.

Palavras-chave: Aquaponia; Hortaliça; Multitrófico; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de bioflocos (BFT, sigla em inglês de Biofloc Technology) é aplicada na intensificação da produção aquícola visando reduzir a utilização de água. Esta tecnologia tem sido amplamente utilizada em produções de camarões e peixes, caracterizada pelo uso de altas densidades de estocagens com mínimas ou zero renovação de água. O biofoco é um aglomerado de polímeros, colóides e restos orgânicos, nele estão presentes bactérias heterotróficas e autotróficas que existem a partir da manutenção de uma relação carbono: nitrogênio (FORSTER, 1976). Deste modo, há a formação de proteína microbiana, que será aproveitada pelos organismos do sistema através de filtração, entre as espécies a tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie adaptada a esse sistema.

Nesta circunstância, o uso da aquicultura multitrófica integrada (AMTI) em sistema BFT pode contribuir para o desenvolvimento sustentável da aquicultura através da produção de organismos aquáticos e hortaliças em conjunto. A AMTI é um sistema que consiste em reciclar os resíduos do cultivo de uma espécie para convertê-los em aportes na forma de alimento ou fertilizantes para outra. Os cultivos multitróficos apresentam três abordagens: manejo do sistema, ambiental e econômica. Existindo uma espécie principal e as subespécies, todas em harmonia dentro do sistema de cultivo e valor de mercado. De acordo com (URRESTARAZU et al., 2019) as plantas se desenvolvem a partir dos resíduos metabólicos dos peixes e excedente da alimentação, que são transformados por comunidade bacteriana em nutrientes, além do desenvolvimento vegetal, conseqüentemente a água apresenta menor concentração de nitritos e fosfatos, devido à extração feita pelo sistema radicular das plantas, sendo reciclados e utilizados dentro do próprio sistema. Dessa forma, o objetivo foi avaliar o efeito de diferentes números de alfaces (*Lactuca sativa*) por m² na produção integrada de tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) utilizando o sistema de bioflocos.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.2 Bioflocos e AMTI

Em razão do aumento da produção aquícola são gerados grandes volumes de efluentes, levando ao desenvolvimento de novas técnicas mais sustentáveis para mitigar esses impactos ambientais (Coelho et al., 2014). Neste contexto, a tecnologia de bioflocos visa ampliar a produção aquícola sem aumentar os recursos naturais, promovendo a sustentabilidade e biossegurança devido aos menores volumes de água utilizados, acarretando menos impactos ao meio ambiente. Sendo caracterizada pela mínima ou nula renovação de água tolerando altas densidades de estocagens. O biofoco é uma associação de polímeros, colóides e restos orgânicos, que nele se encontram bactérias heterotróficas e autotróficas originando-se da manutenção de uma relação de C:N. Assim, há a formação de proteína microbiana, que posteriormente será utilizada por organismos aquáticos, aproveitando-a através da filtração desse conteúdo (AVNIMELECH, 1999, 2009).

A integração de espécies de diferentes níveis tróficos em um mesmo sistema de cultivo, nomeada como Aquicultura Multitrófica Integrada (AMTI), vem se destacando como uma boa estratégia para garantir melhorias na produtividade e sustentabilidade dos cultivos. AMTI consiste em reciclar os resíduos do cultivo de uma espécie para converter em alimentos ou fertilizantes para outra. Esses sistemas têm incluído diferentes combinações de peixes, moluscos, crustáceos e macroalgas, essas combinações de organismos são feitas de acordo com a função que esses cumprem no ecossistema natural, seu valor comercial ou seu potencial econômico e a aceitação no mercado (CHOPIN et al., 2006).

2.1.4 Aquaponia e “FLOCponics”

A sustentabilidade pode ser exercida através de práticas apropriadas à aquicultura. Uma das principais práticas seria o aproveitamento de efluentes em outras finalidades como por

exemplo na aquaponia. A aquaponia é uma combinação entre a aquicultura (produção de organismos aquáticos) e hidroponia (produção de plantas sem solo) é um sistema intensivo com recirculação de água; resultando em um baixo consumo de água e um elevado aproveitamento de resíduos orgânicos. Com a intensificação da produção, a exigência de espaço no sistema aquapônico acaba sendo inferior ao tradicional, podendo gerar economia nos custos de produção, além de reduzir o consumo de água e tratar o efluente da aquicultura, reaproveitando os nutrientes na hidroponia (EMBRAPA, 2013). O termo “FLOCponics” é proposto por Pinho et al. (2021). FLOCponics é um tipo de aquaponia integrada a tecnologia de bioflocos (BFT); o sistema de aquicultura de recirculação é substituído pelo sistema BFT que gerencia a qualidade de água sem a necessidade de filtros mecânicos e biológicos.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Instituto Federal Catarinense Campus Araquari; dispôs a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais protocolado com número 372/2021.

O sistema multitrófico foi construído dentro de uma estufa agrícola de 96 m² equipada com *Aluminet*® com a pretensão de diminuir a temperatura, visto que o experimento foi realizado nos meses de março/abril caracterizando temperaturas elevadas na região. A unidade experimental comportava uma caixa circular com volume de 500 litros utilizada para o cultivo da tilápia e outra de 100 litros usada como reservatório de água; sobre a maior caixa havia uma bancada hidropônica adotando quatro calhas NFT (*Nutrient Film Technique*) de 1 metro de comprimento e inclinação de 7% para o cultivo da alface (Figura 1). A aeração para as caixas dava-se por um compressor radial (soprador de ar) onde a dispersão do oxigênio para a caixa dos peixes foi realizada por meio de mangueira microporosa circular de 40cm de diâmetro enquanto para o reservatório uma pedra porosa de barra de 15cm de comprimento acoplada a uma mangueira de silicone; além de aquecedores com termostato para manter a temperatura ideal da água. O funcionamento do sistema se dava por meio de uma bomba submersa que bombeava a água para o reservatório (diariamente era efetuado a movimentação da água manualmente para que não houvesse sedimentação dos bioflocos), o fluxo da água se deu por gravidade retornando a caixa dos peixes gerando um ciclo sem fim.

Para o cultivo do vegetal as mudas foram adquiridas em um comércio da região, com peso médio inicial de 4,40g e altura média inicial de 6,50cm. Este experimento testou três diferentes biomassas de alface: 4 plantas/metro²; 8 plantas/metro² e 16 plantas/metro², gerando três tratamentos (4A, 8A e 16A) o qual foi realizado em quadruplicada, desse modo totalizando 12 unidades experimentais. Os peixes foram povoados com uma população de 30 por caixa e peso médio inicial de 21,00g; foram alimentados com ração comercial (32% de proteína bruta, 4-6 mm, Presence® de em três vezes ao dia (08:00, 11:00 e 16:00). Foi realizado apenas biometria inicial e final.

Os parâmetros de qualidade de água como a temperatura e oxigênio dissolvido foram mensurados diariamente com o oxímetro (YSP-PRO 20i-4), enquanto a amônia (NH₃), nitrito (N-NO₂), nitrato (N-NO₃), ortofosfato (PO₄) e pH, foram realizados seguindo protocolos da Alfakit. Paralelamente a alcalinidade através de titulação e os sólidos suspensos totais (STT) de acordo com a metodologia descrita em APHA (1995), esses realizado uma vez por semana.

Para a avaliação do desempenho vegetal a produtividade da hortaliça foi avaliada por meio da análise da biomassa úmida e seca; para a avaliação físico-químicas do nitrogênio e fósforo, amostras da ração, peixes (inicial e final) e hortaliças (inicial e final) foram encaminhadas a um laboratório externo para a avaliação dos nutrientes.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 compara-se as médias dos parâmetros fitotécnicos que foram avaliados na alface ao fim do experimento. Nota-se que o único parâmetro que apresentou diferenças significativas entre as relações testadas foi a biomassa, que se justifica já que a relação de alface com maior número de plantas foi a do tratamento A16 o qual remete a 16 plantas/metro².

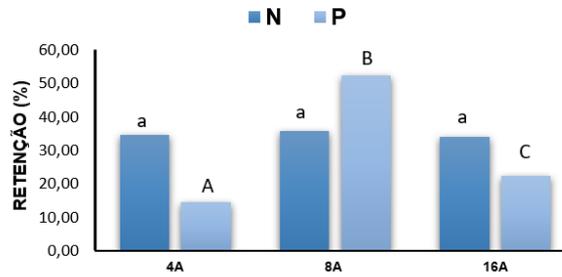
A alface é uma hortaliça folhosa altamente exigente nutricionalmente, principalmente em relação aos macronutrientes primários como o nitrogênio e fósforo. Observa-se no Gráfico 1 que a retenção do nitrogênio foi semelhante entre os tratamentos, não havendo diferenças significativas entre as diferentes biomassas de alfaces testadas. As taxas de absorção são influenciadas por vários fatores como a concentração de nutrientes, intensidade de luz, temperatura e a concentração de carbono no ambiente (TAIZ et al., 2017). O experimento foi realizado em dias quentes os quais apresentaram temperaturas elevadas $27,30 \pm 0,32$ sendo a faixa de temperatura ideal para o cultivo da alface entre 15°C a 22°C, ou seja, isso pode ter influenciado na disponibilidade. Outro fator relevante é o pH, sabe-se que em um sistema de aquicultura multitrófica integrada a água deve atender as exigências dos diferentes níveis tróficos presentes no ambiente, segundo (SOMERVILLE et al., 2014) o pH ideal para os peixes em sistema aquapônico varia de 6,0 a 8,5. Para as plantas o valor recomendado apresenta variações entre 5,5 e 6,5 (CARNEIRO et al., 2015; SOMERVILLE et al., 2014). Em relação a esse critério, no experimento o pH teve uma média de $7,46 \pm 0,03$ visto que, fora da faixa ideal indicada, a qual torna o processo de absorção do nutriente pela planta mais difícil. Ainda no Gráfico 1, nota-se diferenças significativas entre os tratamentos em relação a retenção de fósforo. O tratamento 8A foi o que melhor reteve o nutriente em torno de 52,28% enquanto 4A reteve 14,32% e 16A 22,32%. Em um estudo realizado por Trang e Brix (2014) relataram que a tilápia-do-nilo captura em média de 45% de nitrogênio e 76,0% de fósforo da ração de entrada durante o cultivo por 25 dias, dado que, foi observado neste experimento no tratamento 8A o qual os peixes retiveram maiores concentração de nitrogênio e fósforo em comparação com os demais tratamentos. Segundo Colt; Semmens, (2022) os valores teóricos para retenção do nitrogênio são de 45% e para fósforo 61%, valores próximos ao observado pelo tratamento da biomassa de 8 plantas/metro².

Tabela 1. Fitotecnia da alface (*L. sativa*) produzidas em diferentes biomassas utilizando efluentes da AMTI e tilápia-do-nilo (*O. niloticus*).

	A4	A8	A16
Peso (g)	11,9 ± 4,8	20,8 ± 3,8	17,6 ± 3,7
Altura raiz (cm)	20,8 ± 3,8	10,7 ± 5,6	10,7 ± 5,6
Altura foliar (cm)	17,6 ± 3,7	8,2 ± 4,3	14,6 ± 2,4
Nº de folhas (cm)	6,0 ± 2,1	7,0 ± 2,5	7,0 ± 1,1
Sobrevivência (%)	93,75 ± 12,75	96,88 ± 6,25	95,31 ± 3,13
Biomassa (g)	44,9 ± 20,8 a	165,0 ± 56,1 b	267,7 ± 33,9 c

Fonte: Autora

Figura 2. Retenção de Nitrogênio e Fósforo em diferentes biomassas de alface (*Lactuca sativa*) utilizando efluentes oriundos de tilápias-do-nilo utilizando a tecnologia de bioflocos.



Fonte: Autora

A tabela 2 exibe os parâmetros de qualidade de água enquanto a tabela 3 apresenta os parâmetros avaliados para o desempenho da tilápia-do-nilo. Nota-se que em nenhuma das tabelas foi observado diferenças significativas ($P>0,05$) para os três tratamentos de diferentes biomassas de alface.

Tabela 2. Parâmetros de qualidade de água avaliados em AMTI integrado com alface (*L. sativa*) e tilápia-do-nilo (*O. niloticus*) utilizando a tecnologia de bioflocos.

	A4	A8	A16
Temperatura (°C)	26,97 ± 0,47	27,29 ± 0,14	26,95 ± 0,25
Oxigênio dissolvido (mg. L ⁻¹)	7,24 ± 0,13	7,05 ± 0,10	7,18 ± 0,09
Volume de floco (mg. L ⁻¹)	35,73 ± 27,15	16,51 ± 1,11	14,44 ± 4,05
Alcalinidade (mg. L ⁻¹)	122,40 ± 11,80	129,50 ± 7,30	141,90 ± 7,25
pH	7,44 ± 0,21	7,46 ± 0,13	7,50 ± 0,09
TAN (mg. L ⁻¹)	0,31 ± 0,16	0,25 ± 0,25	0,32 ± 0,08
Nitrito (mg. L ⁻¹)	3,05 ± 1,83	2,59 ± 2,42	2,17 ± 0,49
Nitrato (mg. L ⁻¹)	1065,74 ± 127,83	934,69 ± 151,05	888,08 ± 188,81
Ortofosfato (mg. L ⁻¹)	3,35 ± 0,39	3,69 ± 0,44	3,44 ± 0,19
Sólidos suspensos totais (mg. L ⁻¹)	248,60 ± 80,10	208,75 ± 5,18	179,60 ± 14,60

Fonte: Autora

Tabela 3. Parâmetros zootécnicos da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) criadas em sistema de bioflocos integrado com a aquicultura multitrófica integrada com diferentes biomassas de alface (*Lactuca sativa*).

	A4	A8	A16
TCE (%. dia ⁻¹)	1,29 ± 0,04	1,28 ± 0,04	1,26 ± 0,08
Sobrevivência (%)	99,17, 1,67	99,17 ± 1,67	100,00 ± 0,00
Conversão alimentar	0,80 ± 0,05	0,83 ± 0,06	0,84 ± 0,09
Produtividade (kg. m ⁻³)	4,40 ± 0,14	4,23 ± 0,14	4,35 ± 0,17
Crescimento semanal (g. semana ⁻¹)	6,96 ± 0,39	6,79 ± 0,35	6,94 ± 0,54

Fonte: Autora

3. CONCLUSÃO

A produção de diferentes biomassas de alfaces proporcionou uma maior retenção de nutriente no tratamento de 8 plantas/m², mesma relação que tornou o sistema mais sustentável através da maior retenção de nutrientes. A biomassa final foi maior no 16A, entretanto as diferentes ofertas de nutrientes não influenciaram no desenvolvimento individual vegetal e animal.

REFERÊNCIAS

- APHA, 1995. **Métodos padrão para o exame de água e águas residuais**. Washington, DC.
- AVNIMELECH, Y. 2009. **Biofloc Technology – A Practical Guide Book**. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA.182.
- CARNEIRO, P. C. F. et al. Aquaponia: Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Em: **Tavares Dias, M.; Mariano, W.S. (Org). Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**. 1. Ed. São Carlos: 2, 2015. P. 683-706.
- PEIXE BR- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **ANUÁRIO Peixe BR da piscicultura 2020**.CHOPIN, Thierry et al. **Integrated multi-trophic aquaculture: Seaweeds and beyond... the need of an interdisciplinary approach to develop sustainable aquaculture**. Journal of Phycology, v. 42, n. 11, 2006.
- SOMERVILLE, C. et al. Small-scale aquaponic food production: integrated and plant farming. **FAO Fisheries and aquaculture technical paper**, p. 1-589, 2014.
- TAIZ, Lincoln et al., **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6° ed. São Paulo: Clic Editoração Eletrônica Ltda, 2017.
- TRANG, N.T.D.; BRIX, H. Use of planted biofilters in integrated recirculating aquaculture-hydroponics systems in the Mekong Delta, Vietnam. **Aquaculture Research**, p.1-10, 2014.
- URRESTARAZU, Luis P et al. **Suitability and optimization of FAO's small-scale aquaponics systems for joint production of lettuce (*Lactuca sativa*) and fish (*Carassius auratus*)**. Aquacultural Engineering, v 85, p. 129 – 137, 2019.