

# Pesquisas agrárias e ambientais

Volume XVI



Alan Mario Zuffo  
Jorge González Aguilera  
Organizadores



2023

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume XVI**



Pantanal Editora

2023

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu  
Profa. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña  
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira  
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Profa. Dra. Patrícia Maurer  
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Profa. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Rede Municipal de Niterói (RJ)  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico  
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior  
- Esp. Maurício Amormino Júnior  
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

**Catálogo na publicação**  
**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

P474

Pesquisas agrárias e ambientais - Volume XVI / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2023. 64p ; il.

Livro em PDF

ISBN 978-65-81460-94-5

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460945>

1. Agricultura. 2. Meio ambiente. I. Zuffo, Alan Mario (Organizador). II. Aguilera, Jorge González (Organizador). III. Título.

CDD 630

Índice para catálogo sistemático

I. Agricultura



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **Apresentação**

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XVI” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: Qualidade de vida e segurança do trabalho em serrarias, triagem fitoquímica de *Parkinsonia aculeata* desenvolvida em condições de salinidade, seca e calor em Sonora, México; estande e distribuição longitudinal de plântulas de soja em função dos manejos de palhada e solo; alevinagem de tilápias nilóticas em sistemas de recirculação aquícola e aquaponia com e sem substrato; espaçamento e adubação nitrogenada no rendimento do milho consorciado com feijão-guandu. Assim, essas informações serão extremamente valiosas para aqueles que buscam impulsionar avanços tanto em termos de quantidade quanto de qualidade na produção de alimentos e na preservação do ambiente, bem como para aqueles que desejam aprimorar a qualidade de vida da sociedade como um todo. Essas orientações visam sempre alcançar a sustentabilidade do planeta, buscando um equilíbrio entre as necessidades humanas e a conservação dos recursos naturais.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XVI, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

**Os organizadores**

## Sumário

<b>Apresentação .....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo I.....</b>	<b>6</b>
Qualidade de vida e segurança do trabalho em serrarias .....	6
<b>Capítulo II .....</b>	<b>14</b>
Tamizaje fitoquímico de <i>Parkinsonia aculeata</i> L. Sp. Pl. desarrollada en condiciones de salinidad, sequía y calor en Sonora, México .....	14
<b>Capítulo III.....</b>	<b>28</b>
Estande e distribuição longitudinal de plântulas de soja em função dos manejos de palhada e solo ..	28
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>37</b>
Alevinagem de tilápias nilóticas em sistemas de recirculação aquícola e aquaponia com e sem substrato.....	37
<b>Capítulo V.....</b>	<b>49</b>
Espaçamento e adubação nitrogenada no rendimento do milho consorciado com feijão-guandu.....	49
<b>Índice Remissivo .....</b>	<b>63</b>
<b>Sobre os organizadores.....</b>	<b>64</b>

# Alevinagem de tilápias nilóticas em sistemas de recirculação aquícola e aquaponia com e sem substrato

Recebido em: 05/05/2023

Aceito em: 08/05/2023

 10.46420/9786581460945cap4

Clarice da Silva Santiago 

Cicero da Silva Rodrigues de Assis 

Lucas Cláudio Barros da Silva 

Bruno Araújo dos Santos 

Tárcio Gomes da Silva 

Emanuel Soares dos Santos 

## INTRODUÇÃO

A produção de organismos em cativeiro tem aumentado significativamente em todo mundo e para que haja uma continuidade no crescimento da produção, o desenvolvimento de novas tecnologias que utilizem menos espaço e produzam o mínimo de impactos ambientais é essencial (Jones et al., 2002). A aquicultura é considerada uma das melhores alternativas para atender essas problemáticas (Kubitza, 2000), apesar disso, também pode causar alguns impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos (Zelaya et al., 2001).

Um dos sistemas mais promissores para diminuir ainda mais esses impactos é o sistema recirculação de água (RAS, da sigla em inglês), o qual consiste em um sistema fechado onde a água passa pela unidade de cultivo e posteriormente por um filtro, o qual tem como função purificar a água que circula constantemente removendo os resíduos orgânicos, como restos de ração, fezes e folhas (Eding et al., 2006).

A aquaponia surge como uma alternativa de cultivo sustentável acessível aos pequenos e grandes produtores, resultando em menor impacto ambiental (Carneiro et al., 2015a). O sistema aquapônico é um sistema fechado onde se produz organismos aquáticos e vegetais terrestres sem utilização de solo e ainda reduz consideravelmente o lançamento de efluentes no meio ambiente, diminuindo a contaminação do solo e da água. Permite ainda o reaproveitamento do efluente gerado pela aquicultura por meio da recirculação e manutenção do sistema hidropônico (Hundley et al., 2013).

Entre as técnicas possíveis de serem utilizadas na aquaponia está a conhecida como Técnica do Filme de Nutriente (NFT, da sigla em inglês), a qual é originalmente um método hidropônico, sem utilização de substrato, formado por bancadas com tubos PVC (Policloreto de Vinila), onde a solução rica em nutrientes circula por fluxo laminar e embebe parcialmente as raízes das plantas levando os nutrientes essenciais para o seu desenvolvimento (Somerville et al., 2014). Nesta técnica o volume de água e a área de cultivo são relativamente menores que em outros modelos, podendo a área ser otimizada

por meio do uso na forma vertical ou em forma de cascata (Rakocy, Masser & Losordo, 2006). Este sistema é o mais indicado para o cultivo de folhosas pela praticidade na colheita e na comercialização (Carneiro et al., 2015b).

Entre os organismos mais cultivados na aquaponia está a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, que faz parte do grupo de peixes que mais cresce no modelo de produção em cativeiro e tolera condições ambientais adversas, sendo resistente a doenças (Zimmermann, 1999); e a alface *Lactuca sativa* que é a folhosa mais importante no mundo e é cultivada em maior escala pelo sistema hidropônico NFT, isso se deve à fácil adaptação ao sistema, alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo em solo (Cermeño, 1990).

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho dos alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem chitralada utilizando sistemas de recirculação aquícola (RAS) e sistema de aquaponia com e sem substrato cultivando alface (*Lactuca sativa*).

## REFERENCIAL TEÓRICO

### *Aquicultura*

A produção de organismos em cativeiro tem aumentado significativamente em todo mundo. Não obstante, para que haja uma continuidade no crescimento da produção, o desenvolvimento de novas tecnologias que utilizem menos espaço e produzam o mínimo de impactos ambientais é essencial (Arana, 2004).

A aquicultura vem sendo considerada como uma das melhores alternativas para diminuir a utilização do espaço sem detrimento da produtividade, pois minimiza o desmatamento, conserva os recursos hídricos e contribui com um aumento localizado na produção pesqueira dos parques aquícolas (Kubitza, 2000). Além disso, é uma saída para a pressão da pesca sobre os estoques pesqueiros naturais (Rotta & Queiroz, 2003). A aquicultura tem um potencial enorme para aumentar o desenvolvimento econômico e social de uma região específica, gerando empregos e renda na qual aproveita ao máximo os recursos hídricos locais e aumenta a disponibilidade de proteína (ANA, 2005).

Existem diferentes técnicas para os cultivos na aquicultura: cultivo estático, sistemas de recirculação de água, cultivos em cercados ou gaiolas, além de derivação de águas lóxicas (Arana, 2004). E, apesar da aquicultura ser uma boa alternativa para a continuidade da produção de alimento e minimizar os impactos causados por outros modelos de produção, ela também pode causar alguns impactos ambientais nos ecossistemas aquáticos (Zelaya et al., 2001).

Entre os sistemas de cultivo possíveis, um dos mais promissores para a redução desses impactos ambientais é o sistema recirculação de água (RAS) que se baseia na alta troca de água, permitindo de uma a vinte trocas totais por hora, sem diminuir a qualidade da água e a produção por área (Kubitza, 2000).

No RAS o fluxo da água inicia-se com o bombeamento do recipiente de retorno (*sump*) para o tanque de cultivo, a partir deste ponto o fluxo ocorre por gravidade para o decantador e em seguida para

o filtro biológico até chegar novamente ao *sump*. Como o metabolismo bacteriano requer oxigênio, é necessário que o ar seja fornecido para o biofilme. Dessa forma, a medida que a água passa pelo filtro, vai sendo continuamente oxigenada, enquanto o dióxido de carbono vai sendo removido (Eding et al., 2006).

### ***Sistema de aquaponia***

A aquaponia é uma forma de policultivo que consiste na integração do cultivo de plantas sem uso de solo (hidroponia), com a criação de organismos aquáticos (aquicultura), onde o efluente proveniente da aquicultura é utilizada pelas plantas, após serem transformados em nutrientes melhor assimiláveis, por meio de um processo de simbiose pela ação de bactérias, aumentando a diversidade e estabilidade do sistema (Blidariu & Grozea, 2011; Carneiro et al., 2015a). Esse processo utiliza pouca água, constituindo uma produção sustentável de alimentos com otimização dos espaços e recursos naturais e podendo contribuir de forma significativa para a economia local (Blidariu et al., 2011; Hundley et al., 2013; Carneiro et al., 2015b).

Um sistema de aquaponia é composto por três componentes principais: tanques criatórios de peixes, filtros biológicos e o componente hidropônico; estas partes são ligadas em um sistema de recirculação, onde a água ao sair dos tanques passa pelos filtros biológicos, onde ocorre uma transformação dos resíduos gerados pela ração ofertada para os peixes em nutrientes para o componente hidropônico, finalmente a água retorna para os tanques de peixes em um ciclo fechado (Carneiro et al., 2015a; Canastra, 2017).

A aquaponia surge como uma alternativa acessível aos pequenos e grandes produtores de cultivo sustentável com produção de alimentos orgânicos, resultando em menor impacto ambiental (Carneiro et al., 2015a). Esse sistema de cultivo consegue atender os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) definidos pelas Nações Unidas e compõem uma agenda global, adotada em setembro de 2015, totalizando 17 objetivos e 169 metas a serem atingidas até 2030 (UNESCO, 2015).

Segundo Carneiro et al. (2015b) existem três modelos de produção comumente utilizados nos sistemas de aquaponia, são eles: sistema de produção com técnica de fluxo laminar de nutrientes (*Nutrient Film Technique*, NFT), sistema de produção em placas flutuantes (*Floating Raft System*, SPPF) e sistema de produção com substrato (*Media Filled Growbed*, SPS).

### ***Organismos cultivados na aquaponia***

Considerando o ponto de vista econômico, as tilápias são o grupo de peixes que mais cresce no modelo de produção em cativeiro e os peixes exóticos de maior êxito na piscicultura mundial com produção mundial de 486.155 toneladas (Castillo-Campo, 1995; FAO, 2020). A espécie ocupa a posição de número dois no ranking de espécies mais cultivadas no mundo, sendo a mais produzida no Brasil,

apresentando um crescimento de 223% em 10 anos devido aos incentivos e investimentos em modernização e à intensificação da produção tanto em tanques-rede em reservatórios, como nos viveiros escavados (Oliveira et al., 2007; EMBRAPA, 2017).

A tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* é nativa da África, do Vale Jordan e da costa do Rio Palestina, esta espécie tem rápido crescimento, alta fecundidade e fácil manejo, apresentando o valor de conversão alimentar aparente recomendado, alta produtividade e excelente desempenho reprodutivo (Philippart & Ruwet, 1982; Guerrero, 1982; Kubitza, 2000). Está distribuída em águas cálidas subtropicais e tem faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento entre 27°C e 32°C. Se destaca entre as demais espécies cultivadas por tolerar condições ambientais adversas, como baixo oxigênio dissolvido (OD) (1,0 mg.L<sup>-1</sup>), altos níveis de amônia (2,4 a 3,4 mg.L<sup>-1</sup> de amônia não ionizada) e pH (5,0 a 11,0) (Kubitza, 2000; Espejo & Torres, 2001; Watanabe et al., 2002). Além disso, é resistente a doenças, apresenta excelente desempenho de crescimento, possui amplo espectro alimentar, tem técnica de reprodução dominada, carne de coloração branca e sabor suave (Zimmermann, 1999).

Quanto ao manejo, a fase de alevinagem é uma das mais críticas, pois os peixes estão sujeitos a ataques de predadores. É importante que o manejo proceda de forma correta e adequada, pois contribui para o bom desempenho na fase de engorda (EMBRAPA, 2017). O objetivo desta etapa é garantir a maior sobrevivência dos animais, pois chegarão à fase de engorda maiores e conseqüentemente mais fortes e resistentes (Proença & Bittencourt, 1994).

A alface *Lactuca sativa* é a folhosa mais importante no mundo e é explorada em todo o território nacional, seja em sistemas hidropônicos ou em cultivos no solo, sendo a principal cultura utilizada em hidroponia no Brasil (Soares, 2002). É consumida largamente em todas as regiões do país e principalmente para consumo fresco em saladas, é muito produzida especialmente onde é praticada a agricultura familiar (Carvalho et al., 2015; Soares et al., 2015). Além de serem ricas em fosfato e possuírem uma quantidade útil de betacaroteno, de vitamina C, potássio e compostos orgânicos, como os flavonóides e lactucina, apresentam o menor índice de exigência nutricional em sistemas de aquaponia (Silva et al., 2011).

É cultivada em maior escala pelo sistema hidropônico NFT, isso se deve à fácil adaptação ao sistema, alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo em solo (Ohse et al., 2001). Para o crescimento das plantas, em hidropônia, usa-se uma solução nutritiva fertilizante que fornece nutrientes essenciais (e.g., nitrito, nitrato e amônia). Já na aquaponia os nutrientes necessários estão na água ofertada pela ração para os peixes (Goddek et al., 2015).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O estudo foi realizado no Núcleo de Estudo em Segurança Alimentar e Nutricional (NESAN-Aquaponia) localizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE campus Aracati–CE, Brasil. O NESAN–Aquaponia é composto por uma estufa, que ocupa uma área de 60 m<sup>2</sup>,

sendo revestida por tela sombrite com 50% de retenção de luminosidade e filme plástico agrícola em sua cobertura; em uma área adjacente que ocupa ao todo aproximadamente 120 m<sup>2</sup>. Na Figura 1 apresenta-se o Núcleo de Estudo em Segurança Alimentar e Nutricional (NESAN-Aquaponia).



**Figura 1.** Núcleo de Estudo em Segurança Alimentar e Nutricional (NESAN-Aquaponia). Fonte: Acervo dos autores.

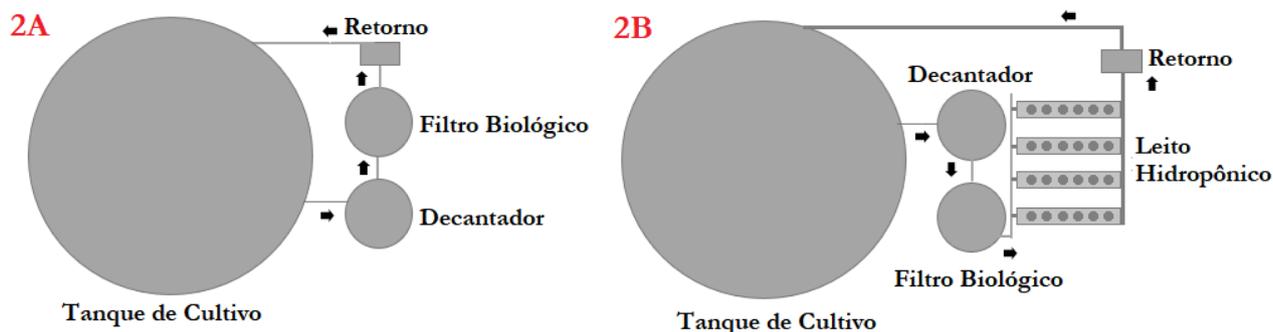
O experimento foi constituído por dois tratamentos: sistemas de recirculação (RAS) e aquaponia; com cinco repetições (2x5), no qual foram estocadas igualmente em cada sistema tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) na densidade de 100 peixes m<sup>-3</sup> e peso médio de 1,34 g ( $\pm 0,71$  g).

Para o RAS foram utilizados tanques de polietileno com volume de 1.000 litros interligado a um decantador de 60 litros, para a sedimentação dos sólidos provenientes de fezes e restos de ração não consumidos, e um biofiltro aerado de 60 litros contendo argila expandida, na proporção de 50% do volume do filtro, como meio de fixação bacteriana. Foi instalada no ponto mais baixo do sistema uma bomba elétrica com potência de 50 Watts e vazão de 2.000 L h<sup>-1</sup> em um recipiente de retorno para recirculação da água.

O sistema de aquaponia segue o mesmo modelo do RAS com a adição de um leito de cultivo hidropônico misto que possui dimensão de 1,0 m<sup>2</sup> e é composto por quatro canaletas de cultivo confeccionadas com canos de PVC de 100 mm; duas delas canaletas funcionam como NFT, outras duas continham substrato de argila expandida desta forma havia fluxo subsuperficial da água. Os leitos de cultivo NFT foram chamados de “sem substrato” e os leitos de fluxo subsuperficial de “com substrato”.

Cada canaleta suportava a estocagem de 06 alfaces (*Lactuca sativa*) com um distanciando entre elas de 30 cm, totalizando 24 plantas por leito hidropônico misto. Apesar do fluxo da água ser igual para os sistemas dos dois tratamentos, no sistema de aquaponia a água após sair do filtro biológico é distribuída por tubulações de PVC para as canaletas no leito hidropônico, em seguida desce por gravidade até chegar ao recipiente de retorno da água para o tanque de cultivo. Na Figura 2A é possível observar o esquema

ilustrativo do tratamento RAS e na Figura 2B o do tratamento Aquaponia, conforme utilizado na pesquisa.



**Figura 2.** Esquema ilustrativo do sistema RAS (A) e de aquaponia (B), conforme utilizado na pesquisa. Fonte: Acervo dos autores.

Os sistemas foram abastecidos com água do sistema de abastecimento público após decoloração por um período de 24 horas com aeração vigorosa. A aeração foi realizada 24 h por dia por dois sopradores elétricos onde cada um atendia cinco sistemas e tinha potência de 275 W. O ar era distribuído para os sistemas por meio de cano PVC de 25 mm e a difusão do ar era feita por meio de mangueiras porosas de 25 cm. Foram instaladas duas mangueiras difusoras em cada tanque e em cada filtro biológico.

Foi utilizada ração comercial extrusada com 35% de proteína bruta, 10% de umidade, 3,5% de fibra, 6,0% de extrato etéreo e 500 mg de vitamina C por kg, com grânulos de 3,0 mm (informações do fabricante). Nos primeiros dias esta foi triturada mecanicamente para possibilitar a ingestão adequada dos alevinos e posteriormente na sua forma comercial original, sendo fornecida igualmente nos dois tratamentos experimentais.

Durante os primeiros 07 dias a ração foi ofertada considerando a taxa de arraçoamento de 15% da biomassa estocada; do 15º ao 28º dia a taxa foi 14% da biomassa, do 29º ao 35º dia foi 12% da biomassa estocada, do 36º ao 42º dia foi 10% da biomassa estocada, do 43º ao 52º dia foi 8,5% da biomassa estocada sendo calculadas as quantidades a partir dos dados obtidos nas biometrias.

Durante o experimento foram acompanhados os seguintes indicadores de qualidade de água: diariamente o oxigênio dissolvido (OD), temperatura (°C), pH, condutividade elétrica (CE) e sólidos totais dissolvidos (STD) utilizando sonda multiparâmetro (HANNA HI 9829) para as medições in loco.

O experimento teve duração de 52 dias, período em que foram realizadas quatro biometrias para acompanhar o desempenho zootécnico das tilápias. No primeiro dia, ao realizar a estocagem dos animais nas caixas destinadas ao experimento, foi realizada a primeira biometria medindo e pesando todos os peixes. As demais biometrias foram realizadas através de amostragem, sendo retirados 30 peixes por tanque (30% do estoque). Para garantir o bem-estar dos peixes foi realizada a insensibilização com óleo de cravo (eugenol) na concentração de 150 mg L<sup>-1</sup> por banho de imersão, facilitando a pesagem dos

animais em balança digital (BEL MARK S3201). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA-IFCE) protocolada com o nº 7583141117.

Já o cultivo das alfaces teve duração de 39 dias, onde após 13 dias do início do cultivo dos peixes, foram implantadas nos sistemas aquapônicos as plântulas com altura média 4,5 cm ( $\pm 1,3$  cm) e com 1,7 folhas ( $\pm 0,5$ ); ao final do cultivo foi realizada a biometria para acompanhar o desenvolvimento agrônômico, sendo realizada avaliação estatística para comparar o desempenho das plantas cultivadas nos leitos de aquaponia com e sem substrato. Cada planta foi pesada separadamente com a raiz, sem a raiz e apenas as folhas para a obtenção do peso médio (g), biomassa final (g) e sobrevivência (%). As alfaces oriundas do projeto foram doadas a alunos e servidores do IFCE campus Aracati.

Para realização da estatística dos indicadores de qualidade de água, do desempenho zootécnico e dos resultados agrônômicos foi realizado o teste t de Student utilizando o programa BIOESTAT 5.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Qualidade de água*

Todos os indicadores de qualidade de água ficaram dentro das faixas ótimas sugeridas por Boyd e Queiroz (2004) para o cultivo de peixes, o que também é encontrado para outros estudos realizados com tilápias em cultivos com RAS (Marengoni et al., 2010; Santos et al., 2021). Nenhum dos indicadores monitorados apresentou diferença estatisticamente significativa (teste-t:  $p > 0,05$ ) (Tabela 1). Isso indica que os cultivos não diferem em qualidade, possuindo resultados semelhantes para os dois tratamentos testados em relação aos indicadores de qualidade de água.

**Tabela 1.** Indicadores de qualidade de água. Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Indicadores de Qualidade de Água	RAS	Aquaponia
Temperatura (°C)	27,94 $\pm$ 0,23	27,96 $\pm$ 0,15
Oxigênio Dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	6,80 $\pm$ 0,58	7,23 $\pm$ 0,17
pH	7,9 $\pm$ 0,1	8,0 $\pm$ 0,0
Condutividade Elétrica ( $\mu$ S cm <sup>-1</sup> )	1100,08 $\pm$ 359,55	1074,53 $\pm$ 123,68
Sólidos Totais Dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	584,12 $\pm$ 178,95	537,35 $\pm$ 61,93

Nenhum indicador apresentou diferença estatisticamente significativa nos tratamentos (teste-t:  $p > 0,05$ ). RAS: Sistema de Recirculação Aquícola.

Os valores de temperatura e oxigênio dissolvido obtidos na presente foram semelhantes aos observados por Santos et al. (2020). Apesar da temperatura ser um fator determinante no crescimento dos peixes e plantas (Hundley, 2013) valores mais altos de temperatura, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica nos sistemas de aquaponia parecem ser um padrão quando comparado aos valores

observados em outros tipos de sistemas de cultivo (El-Sayed & Kawanna, 2008; Marengoni et al., 2010; Santos et al., 2020).

Apesar do pH não demonstrar diferença para o cultivo de aquaponia, a condutividade elétrica pode ser diferente dependendo da planta utilizada no sistema (e.g., manjeriço, manjerona) (Hundley, 2013).

### *Desempenho zootécnico*

Segundo Santos et al. (2021) o modelo de cultivo RAS apresenta melhor desempenho zootécnico do que outros sistemas de cultivo (e.g., com e sem renovação de água). Apesar disso, no presente estudo não foi encontrado diferença no desempenho das tilápias entre os tratamentos (teste-t:  $p > 0,05$ ) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Desempenho zootécnico das tilápias cultivadas em RAS e aquaponia. Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Indicadores zootécnicos	RAS	Aquaponia
Peso médio final (g)	19,40 ± 1,92	20,51 ± 1,02
Ganho de Peso (g)	18,06 ± 1,92	19,17 ± 1,02
Ganho de Peso Diário (g dia <sup>-1</sup> )	0,35 ± 0,04	0,37 ± 0,02
Biomassa final (g m <sup>-1</sup> )	1862,05 ± 184,42	1968,82 ± 97,84
Sobrevivência (%)	100	100

Nenhum indicador apresentou diferença estatisticamente significativa nos tratamentos (teste-t:  $p > 0,05$ ).

No entanto, podemos observar valores maiores de desempenho zootécnico para as tilápias cultivadas em aquaponia, o que corrobora com outros estudos que encontraram a aquaponia como alternativa promissora, estável e um meio sustentável para aproveitamento tanto animal como vegetal (Blidariu et al., 2011). Os valores mais altos para alguns indicadores zootécnicos podem ter ocorrido pela adição dos compostos que são convertidos pelas plantas em forma de nutrientes para os peixes (Carneiro et al., 2015a).

O período utilizado pelo experimento foi de curta duração e como foi observado maiores valores (apesar de não serem estatisticamente significativas) para o sistema de aquaponia, talvez com maior tempo de cultivo poderia ser visualizado maior diferença e possível significância estatística na comparação com o RAS (Barbosa. Moura & Santos., 2009). Outro fator que pode influenciar no desempenho zootécnico é a densidade de estocagem, na qual é observado que em uma menor densidade de peixes pode haver mais eficiência do cultivo (Hundley, 2013).

**Desempenho agrônômico**

Apesar dos sistemas de aquaponia não serem diferentes dentro deste mesmo tratamento, foi encontrado diferença estatística quando comparado o peso médio final das plantas nos leitos com substrato e sem substrato (teste-t:  $p < 0,05$ ) (Tabela 3). Isso pode ter ocorrido devido à funcionalidade nos tratamentos em questão, onde o NFT pode possibilitar uma menor circulação já que cobre parcialmente as raízes das plantas (Somerville et al., 2014). Além disso, esse sistema utiliza menor volume de água e área do que em outros sistemas por utilizarem apenas nível de fluxo laminar, o que pode ter influenciado no crescimento e peso das plantas (Rakocy, Masser & Losordo, 2006).

**Tabela 3.** Desempenho agrônômico das alfaces cultivadas no sistema de aquaponia. Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Indicadores Agrônômicos	Com substrato	Sem substrato
Peso médio final (g)*	59,8 ± 43,7	23,6 ± 18,6
Biomassa por tipo aquaponia (g)	3528,48	1228,84
Biomassa total (g)	4757,32	
Sobrevivência por tipo de aquaponia (%) <sup>NS</sup>	98,3 ± 3,7	86,7 ± 15,1
Sobrevivência total (%)	92,5 ± 8,6	

Dados expressos em \* apresentaram diferença significativa (teste-t:  $p > 0,05$ ); Dados expressos em NS não apresentaram diferença significativa (teste-t:  $p > 0,05$ ). Sem marcação não foi realizado teste estatístico.

Além disso, a biomassa, que é o somatório dos pesos das plantas, foi maior para as aquelas cultivadas com substrato, o que corrobora com a hipótese de que o sistema com fluxo subsuperficial (com substrato) é mais vantajoso para o crescimento das alfaces.

As plantas obtiveram sobrevivência média de 92,5%, totalizando 111 plantas ao final do cultivo. A mortalidade das plantas pode ser explicada por problemas metodológicos e estruturais, como condições ambientais dentro da estufa e falhas ocasionais no funcionamento dos sistemas, comprometendo a circulação de água nas unidades de cultivo, o que afeta o desenvolvimento dos organismos cultivados.

**CONCLUSÃO**

É possível concluir que tanto o sistema de recirculação (RAS) como a aquaponia promoveram condição ambiental adequada para o bom desenvolvimento dos peixes cultivados, porém ao considerar que ao realizar a aquaponia é aumentada consideravelmente a produção de alimento por meio da biomassa vegetal, este sistema torna-se mais indicado ao se comparar com o RAS, o qual produz apenas a biomassa dos peixes. Complementarmente, ao avaliar o desempenho dos vegetais nos leitos

aquapônicos observou-se que aqueles que usaram substrato mostraram um melhor resultado em detrimento aqueles que não usaram substrato.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agência Nacional de Águas – ANA (2005). Aquicultura e pesca: situação atual. Brasília. Disponível em: [https://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/NovasAquisicoes\\_Jul2005.asp](https://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/NovasAquisicoes_Jul2005.asp) Acesso: 25 de julho de 2022
- Arana, L.V. (2004). Fundamentos de aquicultura. Florianópolis: UFSC, 349p.
- Barbosa, A. C. A., Moura, E. V. D. & Santos, R. V. D. (2009). Cultivo de tilápia em gaiolas. EMPARN. 27 p. 2009.
- Blidariu, F., & Grozea, A. (2011). Aumentando a eficiência econômica e a sustentabilidade da piscicultura interna por meio da revisão da aquaponia. *Ciência animal e biotecnologias*, 44 (2), 1-8.
- Boyd, C. E., & Queiroz, J. D. (2004). Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. *Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva*. Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 25-43.
- Canastra, I. I. (2017). Aquaponia: Construção de um sistema de aquaponia a uma escala modelo e elaboração de um manual didático.
- Carneiro, P. C. F., Maria, A. N., Nunes, M. U. C., & Fujimoto, R. Y. (2015b). Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Capítulo em livro técnico-científico (ALICE).
- Carneiro, P. C. F., Morais, C. A. R. S., Nunes, M. U. C., Maria, A. N., & Fujimoto, R. Y. (2015a). Produção integrada de peixes e vegetais em aquaponia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 27p.
- Carvalho, RO, Machado, MB, Scherer, VS, Fuentes, GC, da Luz, CAS, & da Luz, MLGS (2015). Produção de alface hidropônica e alface minimamente processada. *Engenharia Agrícola Internacional: CIGR Journal*.
- Castillo-Campo, L. F. (1995). História genética e hibridação da tilápia roja. San Tander: Ideal, 1995. 236p.
- Cermeño, Z.S. (1990). Estufas – instalações e manejo. Lisboa. Litexa Editora, Ltda. 355 p.
- Eding, EH, Kamstra, A., Verreth, JAJ, Huisman, EA e Klapwijk, A. (2006). Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: A review. *Aquacultural Engineering*, Wageningen, 34 (3), 234-260,. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.09.007>
- El-Sayed, A.F.M. & Kawanna, M. (2008). Optimum water temperature boosts the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry reared in a recycling system. *Aquac. Res.*, 39: 670-672. [10.1111/j.1365-2109.2008.01915.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01915.x)
- EMBRAPA. Produção de tilápia no Brasil cresce 223% em dez anos. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/21621836/producao-de-tilapia-no-brasil-cresce-223-em-dez->



- Rotta, M.A. & Queiroz, J.F. (2003). Boas Práticas de Manejo (BPM's) na produção de peixes em tanques-redes. Corumbá: EMBRAPA Pantanal.
- Santos, H. K., da Silva Dias, P., Balen, R. E., Zadinelo, I. V., Bombardelli, R. A., & Meurer, F. (2021). Crescimento e biologia de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*) em um sistema de criação em recirculação de água. *Brazilian Journal of Development*, 7(3), 32827-32848. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-821>
- Silva, E. M. N., Ferreira, R. L. F., Araújo Neto, S. E. D., Tavella, L. B., & Solino, A. J. (2011). Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. *Horticultura brasileira*, 29, 242-245. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362011000200019>
- Soares, H. R., Silva, Ê. F. D. F., Silva, G. F. D., Pedrosa, E. M., Rolim, M. M., & Santos, A. N. (2015). Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 19, 636-642. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p636-642>
- Soares, I. (2002). Alface: cultivo hidropônico. Fortaleza: Editora UFC.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and aquaculture technical paper*, (589), I.
- UNESCO. Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Porto: Edições Asa. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf> Acesso em: 15 de julho de 2022.
- Watanabe, W. O., Losordo, T. M., Fitzsimmons, K., & Hanley, F. (2002). Tilapia production systems in the Americas: technological advances, trends, and challenges. *Reviews in fisheries science*, 10(3-4), 465-498. <https://doi.org/10.1080/20026491051758>
- Zelaya, O., Boyd, C. E., Teichert-Coddington, D. R., & Green, B. W. (2001). Effects Of Water Recirculation On Water Quality and Bottom Soil In Aquaculture Ponds. *Ninth Work Plan, Effluents and Pollution Research*, 4, 97-99.
- Zimmermann, S. (1999). Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. *Panorama da Aquicultura*, 9(54), 15-21.

## Índice Remissivo

### A

Aquicultura, 38

### C

*Cajanus cajan* (L.) Millsp, 49, 51

### D

Desempenho zootécnico, 44

Distribuição longitudinal, 33

### E

Espaçamento, 49

### H

hojas, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24

### M

metabolismo, 14, 18, 20, 24

metabolitos primarios, 17, 18, 24

### S

salinidad, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24

Segurança do trabalho, 7

Sistema de Recirculação Aquícola, 43

### T

tallos, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24

### Z

*Zea mays* L., 49, 51

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-

books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: [alan\\_zuffo@hotmail.com](mailto:alan_zuffo@hotmail.com).



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante (2018-2022) na Universidade Federal de Mato

Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Professor substituto (2023-Atual) na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Cassilândia, MS, Brasil. Atualmente, possui 97 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 56 organizações de e-books, 40 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: [j51173@yahoo.com](mailto:j51173@yahoo.com), [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br).



**Pantanal Editora**  
Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)