

EFEITO TOXICOLÓGICO DE ADUBOS QUÍMICOS NO SISTEMA AQUAPÔNICO COM TILÁPIA NILÓTICA E MORANGO DA VARIEDADE ALBION

**WALTER AUGUSTO FONSECA CARVALHO¹, THIAGO MADURO BORGARO²,
GUILHERME GIOVANNI BORÓ RODRIGUES³, VICTOR HERON GUARNIERI⁴,
IGOR CRISTIAN HUBNER⁵**

¹ Prof. Dr., Coord. Engenharia Agrônômica, UNASP, Engenheiro Coelho/SP, (19) 3858-9427, walter.carvalho@unasp.edu.br

² Graduando em Engenharia Agrônômica, Campo do Conhecimento do Curso de Engenharia Agrônômica UNASP-Eng.Coelho/SP

³ Graduando em Engenharia Agrônômica, Campo do Conhecimento do Curso de Engenharia Agrônômica UNASP-Eng.Coelho/SP

⁴ Graduando em Engenharia Agrônômica, Campo do Conhecimento do Curso de Engenharia Agrônômica UNASP-Eng.Coelho/SP

⁵ Mestrando em Zootecnia (Engenharia Agrícola), Campo do Conhecimento do Curso de Engenharia Agrônômica UNASP-Eng.Coelho/SP

Apresentado no
L Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2021
08 a 10 de novembro de 2021 - Congresso On-line

RESUMO: Para que os sistemas aquapônicos fiquem eficientes na produção de peixes e plantas, se faz necessário o equilíbrio correto da qualidade da água e da alimentação dos peixes. Neste projeto pretendemos testar o efeito de diferentes concentrações de adubos minerais introduzidos na água e avaliar o seu efeito no desenvolvimento dos peixes e das plantas. Considerando a recomendação de nutrição necessária ao desenvolvimento do morango em hidroponia convencional, definimos, como tratamentos os seguintes percentuais de nutrição: Testemunha (0%); 10%; 20%; 30% e 50% da dose recomendada para cultura do morango hidropônico. Neste estudo introduziremos adubos minerais solúveis na água. Visamos avaliar o equilíbrio nutricional das plantas em um sistema aquapônico. Este trabalho pretende responder as perguntas: Só os nutrientes fornecidos pelos resíduos dos peixes são suficientes para o desenvolvimento pleno das plantas? Qual o nível de suplementação necessária para o bom desenvolvimento do morango, variedade Albion? Os nutrientes acrescidos na água levam a intoxicação dos peixes? Em que nível de adubação mineral se verifica a intoxicação dos peixes? Os parâmetros da água, o ganho de peso dos peixes e das plantas e os sintomas visíveis nos peixes e nas plantas serão utilizados para avaliar a resposta do sistema quando submetidos a estes tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: adubos minerais, morango hidropônico, qualidade da água

TOXICOLOGICAL EFFECT OF CHEMICAL FERTILIZERS ON THE AQUAPONIC SYSTEM WITH NILOTIC TILAPIA AND STRAWBERRY OF THE ALBION VARIETY

ABSTRACT: In order for aquaponic systems to be efficient in the production of fish and plants, it is necessary to balance the correct water and feed of good quality. In this project we intend to test the effect of different concentrations of mineral fertilizers introduced into the water and

assess its effect on the development of fish and plants. Considering the nutrition recommendation necessary for the development of strawberries in conventional hydroponics, we defined the following nutrition percentages as treatments: Witness (0%); 10%, 20%, 30% and 50% of the recommended dose for hydroponic strawberry culture. In this study we will introduce water-soluble mineral fertilizers. We aiming to evaluate the nutritional balance of plants in an aquaponic system. This work intends to answer the questions: Are only the nutrients supplied by fish residues sufficient for plants development? What level of supplementation is required for the proper development of the Strawberry Albion variety? Do the nutrients added in the water lead to fish poisoning? At what level of mineral fertilizer is fish poisoning? The parameters of the water, weight gain of the fish and plants and visible symptoms in the fish and plants will be used to assess the system's response when submitted to these treatments.

KEYWORDS: mineral fertilizers, hydroponic strawberry, water quality

INTRODUÇÃO: O mundo precisa de alimentos saudáveis e de qualidade, tanto na piscicultura quanto na hidroponia. Isso passa, decisivamente, pela “sustentabilidade”, já destaca Francisco Medeiros, presidente executivo da Peixe - BR. A aquapônia é uma técnica que visa a redução do impacto ambiental, pois dribla problemas como, a escassez de água, utilização de terras que não permitem o cultivo convencional e reutilização de nutrientes que seriam eliminados para o ambiente (ZELAYA et al, 2001; CARVALHO, 2005; MATSON, 2008;).

A Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) tem sido o peixe mais utilizado em sistemas aquapônicos no Brasil, pois é um peixe rústico, resistente, com boa conversão alimentar e, ainda, devido ao fato de não haver muitas pesquisas sobre a utilização de espécies nativas nesse tipo de sistema. O morango hidropônico possui necessidades nutricionais elevadas quando comparado às folhosas, logo, apenas a alimentação dos peixes com ração comercial, poderá não ser suficiente para suprir as necessidades da cultura. Assim, neste experimento, utilizaremos adubos minerais para complementar sua demanda nutricional e avaliaremos diferentes níveis de suplementação.

Diante do exposto, esse trabalho tem por objetivos: Avaliar a resistência e a eficiência de conversão das bactérias quando submetidas a adubos químicos exigidos para o cultivo do morangueiro; avaliar a resistência e o ganho de peso dos peixes quando submetidos às mesmas condições; avaliar o desenvolvimento das plantas de morango da variedade Albion na fase inicial de desenvolvimento. Como todo sistema aquapônico, faz-se necessário o monitoramento dos parâmetros que determinam a qualidade da água, como: Amônia tóxica, nitrito, nitrato, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e o pH da água circulante.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no Campo do Conhecimento do Centro Universitário Adventista de São Paulo - Engenheiro Coelho, tendo início em 24 de maio de 2021. Este trabalho inclui os dados e sua análise, na fase inicial do desenvolvimento do morango e dos peixes. O trabalho abrange dados obtidos até o dia 05 julho de 2021, perfazendo 6 semanas de ciclo, entretanto, o monitoramento dos sistemas, com a obtenção de dados seguirá até o final do ano de 2021. A pesquisa apresentada aqui, trata-se de 5 sistemas aquapônicos, cada um contendo um tanque com capacidade para 750 litros de água com 1 aerador artificial com capacidade de 110 litros/min de ar conectado aos 5 sistemas, em conjunto com 2 tambores de 200 L cada, que são usados para a filtração física e biológica da água. No filtro biológico existe uma bomba com vazão de 1000 litros/hora para que haja a recirculação de água, e uma área para cultivo hidropônico de plantas de 3,40 m². Cada tratamento consiste na introdução de doses crescentes de adubo mineral solúvel, havendo a coleta dos dados de estudo. Nos tanques foram colocadas 59 tilápias juvenis com peso médio de 44 g e na área de cultivo de plantas

foram colocados 30 pés de morangos da variedade Albion. Os peixes receberam alimentação iguais constituídas por ração comercial para peixe com teor proteico de 36%. A quantidade de ração era corrigida semanalmente com a biometria dos peixes, sendo oferecida 5% do peso vivo das tilápias por dia, dividida em 3 tratos, 9:00h, 13:00h e 16:00h. A água do sistema foi analisada semanalmente no que diz respeito a sua qualidade. Após cada coleta de dados, os mesmos foram analisados, construídos gráficos e feito análises de regressão linear.

A biometria dos peixes foi realizada semanalmente da seguinte forma: São capturados uma amostra de 20 peixes, com auxílio de um puçá. Os peixes capturados passaram por um banho de imersão numa solução contendo água e óleo de cravo, na dose de 80 mg/L, cuja função é anestésica para as tilápias (DELBON, 2006). A solução calmante é adicionada a um recipiente onde os peixes, que foram retirados do tanque de criação, são imergidos. Após estarem sedados, são pesados e medidos. Para fins de pesquisa a taxa de alimentação consiste em 5% da biomassa do tanque. A alimentação oferecida considerou as necessidades nutricionais completa dos peixes. Para um acompanhamento da qualidade da água, houve em cada sistema dois pontos de coleta: A caixa de criação dos peixes e a saída do filtro biológico para a cama de desenvolvimento das plantas. As amostras de água coletadas a cada 7 dias, passou por análises *in loco*, obtendo dados de: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, amônia tóxica, nitrito, nitrato e condutividade elétrica. Uma vez ao mês foi realizada uma bateria de amostras, sendo uma para cada ponto de coleta, foram catalogadas, etiquetadas e encaminhadas a um laboratório para a obtenção de dados de nitrato, mas através de métodos mais precisos. Após a obtenção dos dados processados pelo laboratório, estes dados foram analisados através de métodos estatísticos, verificando se houve relação da qualidade da água com os diferentes tratamentos planejados no experimento.

No que diz respeito a produção do morango, o sistema possui uma bancada hidropônica de 2m de comprimento x 1,70 m de largura do tipo NFT (Figura 1), feita com cano de PVC de DN 75mm. Cada bancada possui 5 tubos dispostos a 30 cm um do outro e com um furo a cada 30 cm onde colocou-se as mudas de morango. Cada sistema hidropônico tem capacidade para 30 plantas. Sendo medido semanalmente seu crescimento para que haja um acompanhamento do seu desenvolvimento, e no final do seu ciclo é feito a pesagem úmida das plantas.

Figura 1. Aquaponia no modelo NFT- *Nutrient Film Technique*.



Fonte: Autor, 2021.

O modelo NFT ou ambiente de cultivo em canaletas, é o mais usual no Brasil no que diz respeito a produção de vegetais em hidroponia/aquaponia (CARNEIRO et al., 2015a). Nesse sistema a água oriunda do filtro biológico é bombeada para as canaletas de PVC onde estão contidas as plantas, formando uma lâmina fina de água que irrigarão e nutrirão as raízes das plantas. Depois disso, segue, por gravidade, de volta às caixas de criação (QUEIROZ et al., 2017).

Nos cinco sistemas aquapônicos, idênticos, diferentes tratamentos foram desenvolvidos, com o intuito de analisar o desenvolvimento dos morangos adicionando fertilizantes químicos diretamente na água. Os fertilizantes usados foram nitrato de potássio, nitrato de magnésio, MKP (52% de fósforo em P_2O_5 e 34% de potássio em K_2O solúveis em água), Sulfato de potássio - SOP, cálcio e micronutrientes. Seguindo os parâmetros utilizado para produção na cultura hidropônica, a distribuição dos adubos minerais seguiu a tabela:

Tabela 1. Dosagem de nutrientes

Dosagem para 1000 Litros	
Suplementação por Sistema	Quantidades em gramas
Nitrato de Potássio	530
Nitrato de magnésio	240
MKP	120
SOP	150
Micronutrientes	12
Nitrato de Cálcio	420

Tabela 2. Dosagem de adubos minerais por sistema

Solução nutritiva por Sistema	Trat. 1	Trat. 2	Trat. 3	Trat. 4	Trat. 5
	Peso (g)				
Nitrato de Potássio	53	106	159	0	265
Nitrato de magnésio	24	48	72	0	120
MKP	12	24	36	0	60
SOP	15	30	45	0	75
Micronutrientes	1,2	2,4	3,6	0	6
Nitrato de Cálcio	42	84	126	0	210

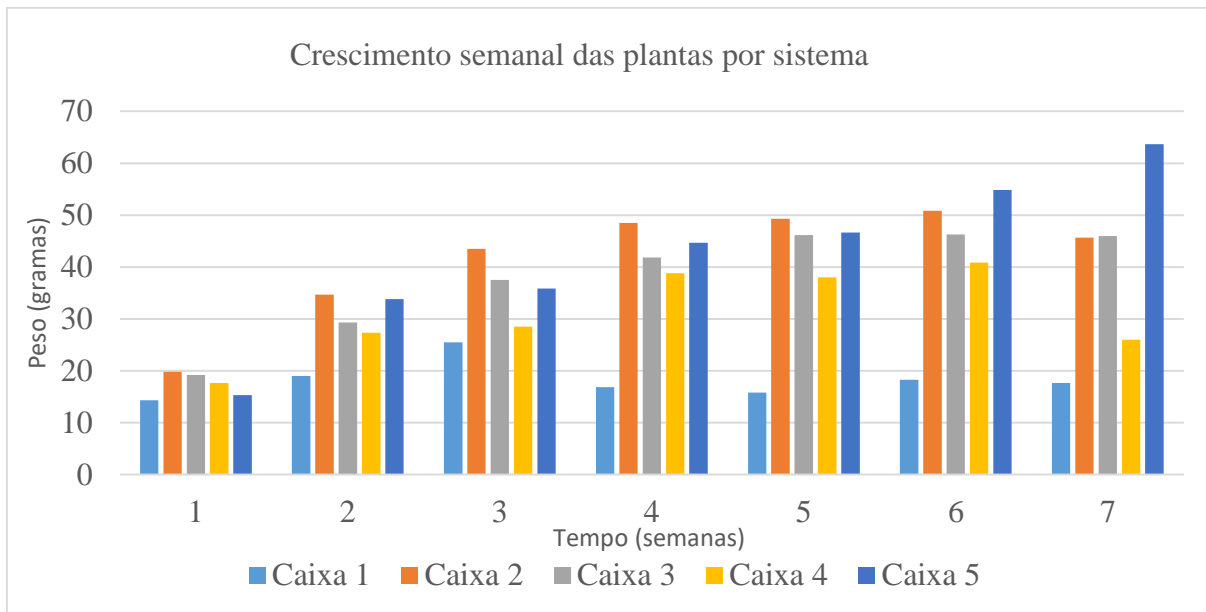
Fonte: autoral

Deste modo, as soluções nutritivas foram preparadas e distribuídas em galões de 20 litros, separados individualmente entre os macronutrientes e micronutrientes de acordo com cada tratamento. As soluções nutritivas foram aplicadas diretamente na água, no filtro físico, e seguindo em um padrão de aplicação fragmentado até atingir 100% da adubação estipulada para cada tratamento. No final da pesquisa, os morangueiros foram mantidos para completar seu ciclo cultural, e continuar sendo avaliados em aspectos econômicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados obtidos foram divididos em duas partes:

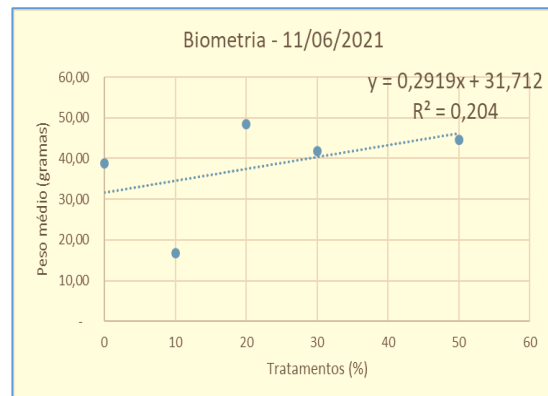
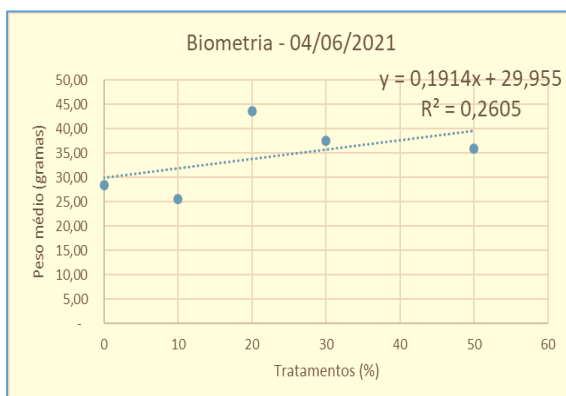
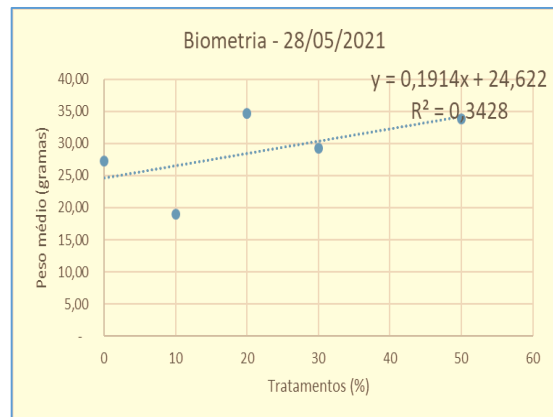
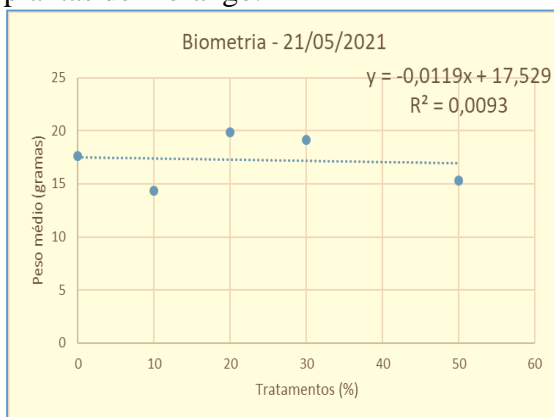
- **Desenvolvimento das plantas:** As plantas apresentaram grande variabilidade entre os diferentes tratamentos, como verificado na figura 2.

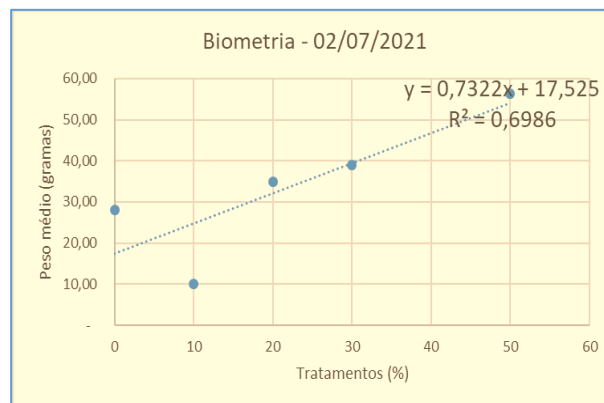
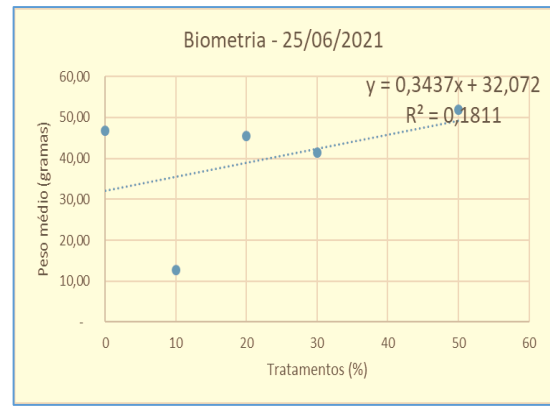
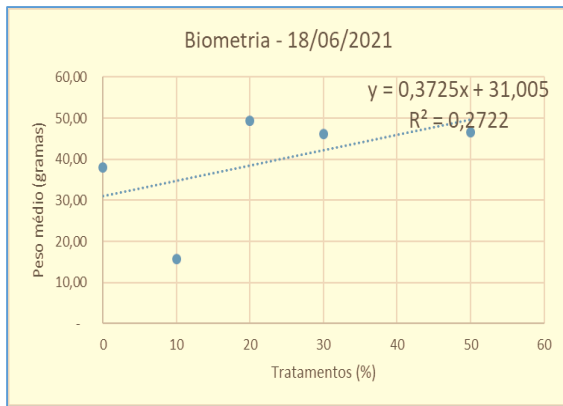
Figura 2. Médias de crescimento dos tratamentos com diferentes concentrações de adubos minerais aplicados em aquaponia.



A análise do desenvolvimento das plantas foi feita levando em consideração plantas posicionadas identicamente dentro da cama de cultivo. Na figura 3, abaixo, podem ser observadas as análises através da reta de regressão realizadas para os dados de cada data de coleta.

Figura 3. Análise de regressão linear das biometrias realizadas no desenvolvimento inicial das plantas de morango.





Os dados nos mostram que a correlação linear não foi significativa em nenhuma das datas iniciais, somente na última biometria, 02/07/2021, temos um coeficiente de determinação de aproximadamente 0,7, ou seja 70% da variação do peso das plantas é explicada pelo modelo e um coeficiente de correlação linear forte, de 84%. Observou-se, no desenvolvimento do experimento, que houve sintomas de queima das folhas e brotos, devido à alta condutividade elétrica da água (figura 5, 6 e 7). Isto explica porque, somente após a recuperação das plantas destes sintomas de queima, que a diferença na nutrição dos tratamentos se manifestou, indicando que, quanto maior a nutrição das plantas, maior o seu desenvolvimento. O tratamento 1, com 10% de solução nutritiva apresentou maiores sintomas de queimas, devido ao fato de que a sua solução nutritiva foi introduzida no sistema, de uma única vez, elevando, sobremaneira a condutividade elétrica da água.

Figuras 5. Tratamento 4 – 0% de solução nutritiva.



Figuras 6. Tratamento 1 – 10% de solução nutritiva.



Figuras 7. Tratamento 5 – 50% de solução nutritiva.

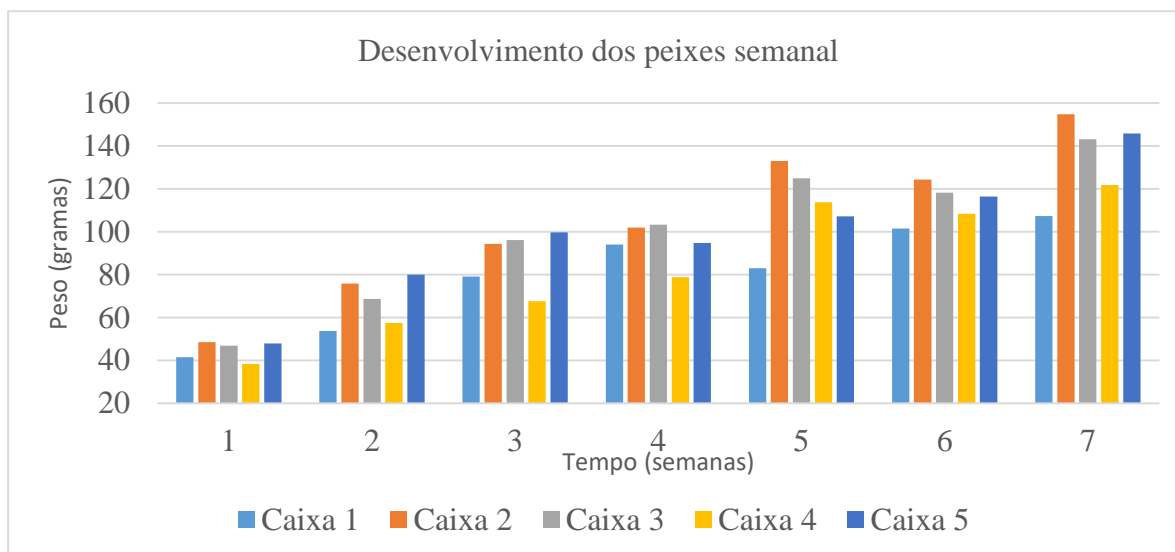


O tratamento que recebeu 10% de adubação teve crescimento aparentemente inferior aos demais. Com isso, por conter apenas uma parcela de solução nutritiva, os brotos jovens acabaram sofrendo com a queima por excesso de adubos nitrogenados.

O morango da variedade Albion em aquaponia teve seu desenvolvimento afetado pelo excesso de adubação nitrogenada em fase de mudas. São elas: aquela proveniente das bactérias, que transformaram a amônia dos resíduos dos peixes em nitrato e aquela proveniente da suplementação nutricional dos tratamentos. A fase de frutificação não foi avaliada.

- **Desenvolvimento dos peixes:** Diferentemente da cultura avaliada, o morango Albion, os peixes se desenvolveram normalmente em presença de solução nutritiva nas dosagens colocadas, não apresentando nenhum sintoma de intoxicação pela alta condutividade elétrica da água. Os peixes tiveram um bom ganho de peso (Figura 8) e a taxa de mortalidade foi inferior a 2%.

Figura 8. Dados semanais da quantidade de biomassa inicial dos peixes por sistemas, confrontados com a biomassa obtida na finalização do experimento.



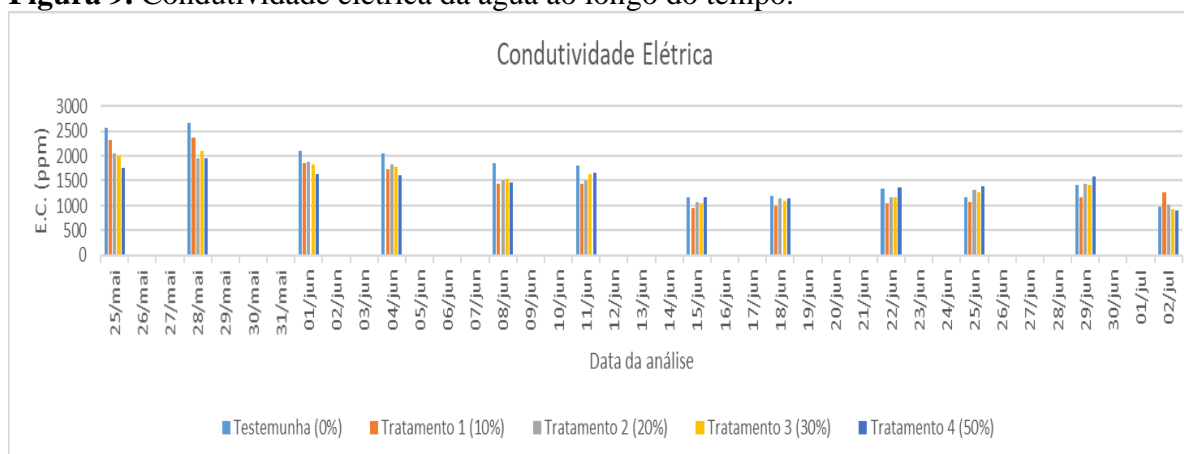
Durante o período experimental, a mortalidade dos peixes foi mínima, mas a biomassa dos tanques aumentou mais de 100% após seis semanas de tratamento, mesmo com a inoculação de adubos minerais solúveis na água de criação.

Os peixes na aquaponia submetidos a adubos minerais solúveis não apresentaram perda de biomassa e desenvolvimento, pois se encontravam em fase juvenil, bem aclimatado no ambiente, e dando suporte ao ciclo da cultura. Segundo Bentsen (1998), a Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tem características rustica e resistente, apresentam boa conversão alimentar, permitem altas densidades populacionais, tem seu pacote tecnológico de cultivo conquistado por todo o mundo e por ter, em geral, bom valor comercial, tem sido o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia. Podemos afirmar que todas essas características provenientes de seu pacote tecnológico, permite que a espécie se, sobressaia nessas condições as quais foi submetida no experimento. Não foi possível identificar redução significativa de desenvolvimento dos animais.

A análise da água revelou que a condutividade elétrica foi decrescente ao longo do experimento (veja figura 9). As tilápias não apresentaram sintomas de intoxicação, mesmo no início do experimento onde a C.E. estava mais elevada, diferentemente das plantas.

Os demais parâmetros da água se mantiveram sob controle durante todo o experimento. pH entre 6,6 e 7,5. Temperatura entre 22,2^o C e 27,9^o C. Oxigênio dissolvido entre 4,0 e 8,0 ppm. Nitrito e Amônia tóxicos abaixo do teor que causasse intoxicação.

Figura 9. Condutividade elétrica da água ao longo do tempo.



CONCLUSÕES: Nos primeiros 15 dias de ciclo, a adubação mineral no morangueiro elevou significativamente a condutividade elétrica da água, fazendo com houvesse sintoma de queima nas folhas e brotos, principalmente naqueles tratamentos em que este parâmetro estava mais elevado. Este fato nos leva a recomendar que, em cultivos como este, deve-se aguardar o equilíbrio deste parâmetro para depois introduzir as plantas no sistema aquapônico ou escalonar mais a nutrição para evitar este inconveniente. Após a recuperação das plantas dos sintomas de queima, as diferenças de resposta à nutrição dos tratamentos se manifestou, indicando que quanto maior a nutrição das plantas, maior o seu desenvolvimento. O morangueiro, por ser exigente em nutrição mineral, respondeu bem a 50% da adubação mineral recomendada para a cultura em hidroponia, os demais nutrientes foram fornecidos pelos resíduos dos peixes, não manifestando sintomas de deficiência nutricional. A tilápia nilótica se mostrou resistente à concentração de sais na água, mesmo quando o parâmetro, condutividade elétrica se mostrou elevada, não apresentando redução na alimentação, perda de peso ou qualquer outro tipo de sintoma de intoxicação. Portanto, a tilápia se desenvolve bem em água de hidroponia, podendo a concentração de sais chegar a 2.500 ppm de E.C. Vale ressaltar que esse sistema exige muita atenção com a qualidade da água. Os três organismos vivos (peixe, plantas e bactérias) presentes no sistema é dependente de um equilíbrio nos parâmetros e, portanto, é necessário haver um monitoramento frequente do nível de amônia, nitrito, nitrato, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Centro Universitário Adventista de São Paulo em Engenheiro Coelho (UNASP-EC) pela concessão de toda estrutura do Campo do Conhecimento para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

REFERÊNCIAS:

BENTSEN, H. B. ET AL; **Melhoramento genético de tilápias cultivadas:** desempenho de crescimento em um experimento cruzado dialético completo com oito linhagens de *Oreochromis niloticus*, v.160, n.1/2, p.145-173, 1998.

CARNEIRO, P. C. F. et al. Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p. 29, 2015.

CARVALHO, M.B. Larvicultura de beijupirá. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 92, 45-53p, 2005.

DELBON, M.C. **Ação da benzocaína e do óleo de cravo sobre parâmetros fisiológicos de tilápia, *Oreochromis niloticus*.** 2006. iii., 83 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, 2006.

MATSON, J. Fisgando peixes e plantas. **Scientific American Brasil**, [S.l.], n. 89, primavera 2008.

PEIXE BR. **Anuário Peixe-BR da Piscicultura** 2019. p. 147, 2019.

QUEIROZ, J. F. DE et al. **Boas práticas de manejo para sistemas de aquaponia.** Documentos 113-EMBRAPA, p. 30, 2017.

ZELAYA, O.; BOYD et al. Effects of Water Recirculation on Water Quality and Bottom Soil

in Aquaculture Ponds. In: **Eighteenth annual technical report, pond dynamics/aquaculture crsp**. Oregon, v. 1, p. 711, 2001.