

COMPARAÇÃO DO EFEITO DO EXUDATO DA RAIZ DE ALFACE E DA HORTELÃ VERGAMOTA SOBRE O DESENVOLVIMENTO DE TILÁPIA DO NILO E POPULAÇÃO DE PARASITAS EM SISTEMA DE AQUAPONIA

(Comparison of the effect of the exudate from lettuce root and the effect from exudate of bergamot mint on the development of Nile tilapia and parasites population in aquaponics system)

Thiago Andrade da SILVA*¹; Assis Rubens MONTENEGRO²; Marcilene Vitória Maia GUEDES³; Guilherme Melo MADEIRA²; Oriel Herrera BONILLA²; Emanuel Soares dos SANTOS⁴; Carminda Sandra Brito SALMITO-VANDERLEY²

¹Instituto Centro de Ensino Tecnológico. Rua Sinval Leitão, s/n, Guaiúba/CE. CEP 61.890-000; ²Universidade Estadual do Ceará; ³Escola Estadual de Educação Profissional José Ivanilton Nocrato; ⁴Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. *E-mail: thiago.silva@prof.ce.gov.br

RESUMO

Plantas liberam, através das raízes, compostos orgânicos. Sabe-se que a *Mentha piperita* libera terpenos, compostos com efeito antiparasitário em peixes, pelo sistema radicular. Sistemas de produção aquapônicos cultivam, simultaneamente, peixes e vegetais. Desta forma, este trabalho propõe-se a investigar se a hortelã vergamota (*Mentha X piperita* var *citrata*) controla a infestação de monogenóides em tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), através do exsudado de suas raízes, em sistema de aquaponia e os efeitos dessa integração sobre os parâmetros de qualidade da água e desenvolvimento ponderal dos peixes. O experimento utilizou três tratamentos com quatro repetições, durante 45 dias, sendo eles: aquaponia com alface como placebo, (*Lactuca sativa*, CA), aquaponia com hortelã vergamota (*M. X piperita* var *citrata*, CH) e cultivo de peixes sem plantas (SP), mantendo-se a qualidade da água adequada ao conforto para os peixes. Foram utilizados 120 peixes com peso médio inicial de 1,9±0,45g, distribuídos em 12 aquários. Nos tratamentos CA e CH, houve significativo incremento no peso médio dos peixes (3,89±0,18g = CA; 4,15±0,17g = CH; e 3,49±0,18g = SP; p<0,05) e manutenção da qualidade da água para amônia (0,44mg/L = CA; 0,38mg/L = CH e 1,25mg/L = SP; p<0,05) e pH (6,86 = CA; 6,80 = CH e 5,64 = SP; p<0,05). Os índices parasitológicos não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Pôde-se concluir então, que as plantas contribuem para o desempenho dos animais através do controle da qualidade da água. Entretanto, não foi possível concluir que o exsudado das raízes da hortelã pode controlar a população de monogenóides em tilápias.

Palavras-chave: Sistema aquapônico, alelopatia, ectoparasitas, plantas medicinais.

ABSTRACT

Plants release organic compounds through their roots. It is known that *Mentha piperita* releases terpenes by its root system, compounds that show antiparasitic effect in fishes. Aquaponics systems raises simultaneously fishes and vegetables. Thus, the objective of this study is to investigate if the bergamot mint (*Mentha X piperita* var *citrata*) controls a monogeneans infestation in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) through its root exudates in the aquaponics system and the effects of this integration in water quality parameters and weight development. The experiment used three treatments with four repetitions in water with adequate quality for fish culture, each for 45 days: aquaponics with lettuce as placebo (*Lactuca sativa*; CA), aquaponics with bergamot mint (CH) and fish culture without plants (SP). A total of 120 Nile tilapia juveniles with 1.9±0,45g mean weight were used distributed in 12 fish tanks. In the treatments CA and CH, there were a significant increase in the mean weight (3.89±0.18g = CA; 4.15±0.17g = CH; e 3.49±0.18g = SP; p<0.05), as well water quality maintenance for ammonia (0.44mg/L = CA; 0.38mg/L = CH e 1.25mg/L = SP; p<0.05) and pH (6.86 = CA; 6.80 = CH; e 5.64 = SP; p<0.05), regardless of vegetable specie. Parasitological indices did not differ statistically between the treatments. So, it can be concluded that plants contribute in effective way to the animal's performance, especially, for the water quality control. However, it is not possible to conclude that the exudate of bergamot mint roots can control monogeneans population in tilapia.

Key words: aquaponic system, allelopathy, ectoparasites, medicinal plants.

INTRODUÇÃO

A aquaponia consiste na integração da produção de peixes em sistema de recirculação de água e da produção de vegetais em sistema hidropônico. A aquaponia é alternativa para a produção de alimentos próximos aos centros urbanos (LOVE *et al.*, 2015) visto que a produção integrada de peixes e plantas requer menos terra do que os cultivos convencionais isoladamente (RAKOCY, 2006), bem como em regiões áridas ou semiáridas, como o estado do Ceará (OLIVEIRA e ALMEIDA, 2017).

A integração da produção de peixes em recirculação de água e vegetais em hidroponia requer ajustes na biomassa animal e vegetal considerando a quantidade e qualidade dos nutrientes gerados pela piscicultura e a ação decompositora das bactérias presentes no filtro (EMERENCIANO *et al.*, 2015). Um outro fator-chave da aquaponia é o conhecimento das interações que ocorrem entre os diferentes elementos do sistema: peixes, plantas, água e biofiltros (DIVER e RINEHART, 2010; SOMERVILLE *et al.*, 2014).

Há diversos estudos que elucidam os efeitos do cultivo de peixes sobre o desempenho do cultivo vegetal bem como a ocorrência da variação da qualidade da água em sistemas aquapônicos em diferentes combinações de espécies, estruturas e equipamentos (LENNARD e LEONARD, 2004; TYSON, 2008; CASTELLANI *et al.*, 2009; BUZBY, 2016; KNAUS e PALM, 2017a,b). Tais pesquisas buscam soluções para a otimização da produção, como quais são as melhores associações entre diferentes espécies animais e vegetais, por exemplo.

No sentido contrário, as plantas podem ter algum efeito sobre os animais cultivados em um sistema aquapônico, ainda que não seja relatado. Yildiz *et al.* (2017), em uma revisão de literatura comentando acerca do bem-estar de peixes cultivados em sistemas aquapônicos, afirmam que as plantas consorciadas podem induzir alguns efeitos diretos nos peixes, pelo menos na teoria, através do fenômeno conhecido como alelopatia. Ainda segundo os autores, os efeitos alelopáticos podem ser positivos conforme a interação e concentração do elemento químico em questão.

Silva (2012), em uma revisão de literatura, descreve diversas aplicações e as respectivas fundamentações bioecológicas da alelopatia na atividade agrícola. A atividade alelopática de muitas plantas tem sido utilizada na agricultura como alternativa ao uso de herbicidas, inseticidas e nematicidas, conforme Ferreira e Aquila (2000). Os mesmos autores esclarecem que todas as plantas produzem metabólitos secundários, variando em qualidade e quantidade conforme a espécie, influenciadas também pelos elementos do ambiente no qual estão expostas.

Entre os aleloquímicos observados em plantas, há elementos com características semelhantes aos fitoterápicos, conforme observado no trabalho de Maia *et al.* (2011). Fitoterápicos são compostos obtidos de plantas com propriedades medicinais, que estimulam o sistema imune dos animais principalmente pelo incremento da resposta imune inata, ou seja, defesa não específica, fundamental para organismos aquáticos (FIGUEIREDO, 2011). Fica evidente, então, a capacidade que as plantas medicinais, como componentes de um cultivo aquapônico, possuem em influenciar positivamente a sanidade dos animais adicionando constantemente à água compostos antiparasitários através de suas raízes.

Dentre os agentes patogênicos de peixes, observam-se com grande frequência vermes monogenóides, ectoparasitos do grupo dos platelmintos, presentes na maioria dos ambientes

aquáticos e que podem infestar diversas espécies de peixes, sendo um problema comum em cultivos adensados (KUBITZA, 2011b).

Diante do exposto, observa-se que cabem ainda estudos que esclareçam a efetividade da ação alelopática do cultivo de plantas medicinais em sistema aquapônico sobre parasitas de peixes. Ressalte-se que não foram encontradas referências que tratassem de um benefício diferencial que plantas medicinais podem ter em aquaponia, o que justifica o desenvolvimento de trabalhos para avaliar se o exsudado das raízes de hortelã vergamota (*Mentha X piperita* var *citrata*) é capaz de controlar a população de vermes monogenóides de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), embora o uso de óleos essenciais da hortelã (*M. piperita*) extraídos das folhas, tenham sido testados como fitoterápicos antiparasitários em peixes (HASHIMOTO, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2018).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do exsudado das raízes de hortelã vergamota (*M. X piperita* var. *citrata*) sobre uma infestação parasitária por monogenóides em peixes cultivados em sistema de aquaponia, utilizando a alface (*Lactuca sativa*) como placebo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os tratos aos quais foram submetidos os animais neste experimento, foram aprovados pelo Comitê de Ética para o Uso de Animais da Universidade Estadual do Ceará – CEUA (UECE), sob o registro nº 8776923/2018. O total de 120 animais foram eutanasiados para análise parasitológica. Anteriormente ao início do experimento, os peixes foram expostos a ambiente estressante para proliferação de ectoparasitas.

Animais experimentais e inoculação dos parasitas

Foram utilizados nas análises parasitológicas 120 alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), retirados de um grupo com 360 animais, obtidos junto a um produtor no município de Guaiúba, CE. Os peixes foram transportados para as instalações da EEEP José Ivanilton Nocrato (4°02'41.8"S 38°37'32.3"W), no mesmo município onde foram mantidos por 10 dias em uma caixa d'água de 500 L com água turva provida apenas de aeração. Outros 10 peixes previamente expostos a monogenóides foram colocados no mesmo tanque para servirem como fontes do parasita.

Procedimentos *in vivo*

Após o período de inoculação dos parasitas, os peixes foram distribuídos em 12 aquários com volume de 30 litros recebendo, cada aquário, 22 animais com peso médio de 1,92g ($\pm 0,45$ g), comprimento total de 4,93cm ($\pm 0,37$ cm) e comprimento padrão de 3,87cm ($\pm 0,28$ cm). Todos os aquários receberam 2 g de ração comercial, contendo 32% de proteína bruta, em uma única porção diária, e aeração. Foram três tratamentos, com quatro repetições cada, variando a presença ou não de planta e a espécie de planta usada da seguinte forma: SP: peixes sem plantas; CA: peixes cultivados juntos à alface (*L. sativa*); CH: peixes cultivados juntos à hortelã (*M. X piperita* var *citrata*).

As plantas utilizadas no experimento eram oriundas de uma horta hidropônica comercial localizada no município de Eusébio/CE (3°52'26.3"S 38°28'35.6"W).

Em CA e CH, cada aquário recebeu 2 mudas, de alface e hortelã, respectivamente. O suporte utilizado para a sustentação das plantas consistia em uma garrafa PET de 2 L posicionada horizontalmente, perfurada nas laterais para a circulação de água de modo que os peixes não pudessem danificar as raízes. Foram feitos dois orifícios de 40mm de diâmetro, distanciados em 15cm um do outro para que as plantas fossem fixadas.

A movimentação da água através do suporte foi promovida por uma pedra porosa, posicionada abaixo do suporte, conectada ao aerador. As plantas receberam iluminação artificial com 4 lâmpadas fluorescentes de 90cm de comprimento, 54W de potência cada funcionando por um período de 14h, programadas para acender às 5:30h e apagar às 19:30h. A bancada onde foram posicionados os aquários foi coberta com placas de isopor revestidas com papel alumínio, com o objetivo de aumentar a incidência luminosa sobre as plantas.

Dentre os parâmetros de qualidade da água, foram monitorados oxigênio dissolvido utilizando o aparelho JPB-607A DO analyzer, pH e temperatura com o equipamento pH Meter Model PHS-38 e amônia total (TAN) aferida através do kit Alfacit® – Alfakit, SC, Brasil. Os parâmetros iniciais de qualidade da água foram: OD $3,9 \pm 0,31$ mg/L; temperatura $25,7 \pm 0,33$ °C; pH $7,25 \pm 0,6$ e TAN $0,75 \pm 0,3$ mg/L.

Análise parasitológica

Após 45 dias de experimento, 10 peixes de cada repetição foram eutanasiados por secção cervical e em seguida as brânquias foram removidas e distribuídas em lâminas para observação em microscópio óptico e contagem do número de parasitas encontrados. Com isso, pode-se então determinar a prevalência (PR), intensidade média (IM) e abundância média (AM) de parasitas, conforme Bush *et al.* (1997), em cada repetição.

Análise estatística

As variáveis foram submetidas aos testes de normalidade e heterogeneidade de variância para verificar os pressupostos da análise de variância. Em seguida, foram submetidos à análise de variância no software Statistical Analysis System (SAS). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. A análise de amônia e os índices parasitológicos não atenderam aos pressupostos da análise de variância, assim, foram analisados pelo teste Krukall-Wallis. Os valores foram expressos em média \pm desvio padrão ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento vegetal

As hortelãs utilizadas permaneceram do início ao fim do experimento sem necessidade de troca de mudas, enquanto as alfaces não apresentaram bom desenvolvimento e foram trocadas sempre que foi observada a morte da última folha. As mudas de hortelã apresentaram uma coloração menos intensa do que o normal (clorose), indicando um possível desbalanço dos nutrientes em solução. Ambas as espécies vegetais exibiram estiolamento, possivelmente em resposta à luminosidade (LACERDA *et al.*, 2007).

Parâmetros de qualidade da água e desenvolvimento ponderal

Os tratamentos com plantas associadas (alface ou hortelã) apresentaram melhor

qualidade da água em relação ao pH e amônia ($p < 0,05$), enquanto a temperatura e o oxigênio dissolvido não diferiram estatisticamente na comparação entre os três tratamentos (Tab. 01) e mantiveram-se dentro da faixa ideal para os peixes preconizada por Kubitzka (2011a).

Tabela 01: Variáveis de qualidade da água em cultivo experimental de tilápia do Nilo cultivada em consórcio com alface (CA), com hortelã vergamota (CH) ou sem plantas (SP).

Parâmetros	Tratamentos		
	CA	CH	SP
OD (mg L ⁻¹)	4,40±0,69 ^a	4,53±1,00 ^a	4,50±0,52 ^a
Temperatura (°C)	28,78±0,39 ^a	28,80±0,42 ^a	28,88±0,22 ^a
pH	6,86±0,10 ^a	6,80±0,21 ^a	5,64±0,12 ^b
Amônia (mg L ⁻¹)	0,44±0,13 ^a	0,38 ±0,14 ^a	1,25±0,50 ^b

Letras diferentes = diferença estatística entre as colunas ($p < 0,05$) comparadas pelo Teste de Tukey.

Os valores médios de amônia total em CA e CH foram de 0,44mgL⁻¹ e 0,38mgL⁻¹, respectivamente. Em SP, foi observado 1,25mgL⁻¹ em média. A amônia total corresponde à soma da concentração do íon amônio (NH₄⁺), que é pouco tóxico, com a concentração da amônia não ionizada, também chamada de amônia tóxica (NH₃), que, por sua vez, apresenta toxicidade significativa para peixes, pois pode fluir entre a água e o meio interno (sangue) do animal por difusão simples e comprometer a homeostase orgânica. As formas de amônia podem ser convertidas entre si conforme o pH e a temperatura do meio. A amônia tóxica não atingiu a concentração limite para os cultivos aquícolas, que é de 0,05mgL⁻¹ (SÁ, 2018), conforme os valores médios para pH, que foram 6,86 em CA, 6,80 em CH e 5,64 em SP. Em todos os tratamentos, a temperatura média foi de 28,8 °C. Deve-se ressaltar que, em pH inferior a 7,00 e em temperatura entre 28 e 30 °C, a concentração de amônia tóxica não chega a 1% da amônia total (SÁ, 2018).

Cada elemento do sistema aquapônico tem uma faixa de tolerância diferente às variações de pH (SOMERVILLE, 2014). O pH interfere diretamente sobre: a absorção de nutrientes, por parte das plantas (ideal 6,0 a 6,5); a oxidação da amônia a nitrato, por parte das bactérias nitrificantes (ideal 7,0 a 8,3); o bem-estar dos peixes cultivados, sendo que cada espécie tem uma faixa adequada, variando entre 6,0 e 8,5; e o balanço entre NH₃ e NH₄⁺ (SÁ, 2018; SOMERVILLE *et al.*, 2014; YILDIZ *et al.*, 2017). Considerando as particularidades dos componentes de uma unidade de aquaponia, é recomendado manter o pH entre 6,0 e 7,0 (SOMERVILLE *et al.*, 2014), justamente o que foi observado nos tratamentos, nos quais haviam plantas associadas (CA e CH).

No tratamento SP, o pH atingiu um valor no qual, além de ser estressante às tilápias do Nilo, as bactérias nitrificantes apresentam menor atividade, o que contribui para a maior concentração de amônia total. Outro fator que favoreceu o acúmulo de amônia em SP, foi a ausência de plantas que atuam como removedoras de amônia (SOMERVILLE, 2014). De fato, as plantas, em um sistema de aquaponia, podem atuar em substituição aos biofiltros, essenciais em sistemas de cultivo de peixes em recirculação de água, assim como relata Rakocy (2012). O referido autor descreve que em um cultivo experimental aquapônico, no qual as plantas são sustentadas por placas flutuantes (*rafts*), essas substituíram os biofiltros convencionais pois

foram capazes de controlar amônia e matéria orgânica.

O peso médio foi significativamente maior nos tratamentos com plantas associadas, não diferindo estatisticamente entre si. Em CA e CH foi constatado um peso médio de 3,89g e 4,16g, respectivamente (Tab. 02). No tratamento SP o peso médio foi de 3,49, significativamente menor em comparação aos outros tratamentos. As diferenças entre os tratamentos estão diretamente associadas aos benefícios da integração de plantas e peixes, garantindo uma melhor qualidade da água, neste caso, em termos de pH. Para a tilápia do Nilo, o pH deve ser mantido entre 6,0 e 8,5 para manutenção de sua homeostase e, conseqüentemente, o desenvolvimento pleno (KUBITZA, 2011a; SÁ, 2018). O que explica o fato de o pH da água ter sido controlado pelas plantas é o incremento na remoção de matéria orgânica e, conseqüentemente, redução do aporte de CO₂ na água de cultivo, um acidificante da água (RAKOCY, 2012; SÁ, 2018).

Tabela 02: Desenvolvimento ponderal de tilápia do Nilo em cultivo experimental consorciado com alface (CA), com hortelã vergamota (CH) ou sem plantas (SP).

Parâmetros	Tratamentos		
	CA	CH	SP
Peso (g)	3,89±0,18 ^a	4,15±0,17 ^a	3,49±0,18 ^b
Comprimento Total (cm)	5,84±0,22 ^a	5,93±0,29 ^a	5,72±0,17 ^a
Comprimento Padrão (cm)	4,59±0,17 ^a	4,67±0,20 ^a	4,48±0,08 ^a

Letras diferentes indicam diferença estatística entre as colunas ($p < 0,05$) comparadas pelo Teste de Tukey.

Análise parasitológica

Os índices parasitológicos, ao fim da fase de preparação dos animais, previamente ao experimento, foram: prevalência – P = 60%, intensidade média – IM = 3 parasitas/animal e abundância média – AM = 1,8 parasitas/animal. Na Tab. 03 constam os índices parasitológicos médios observados em cada tratamento após 45 dias de experimento. Não foi observada diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 03: Índices parasitológicos observados em tilápias do Nilo em cultivo experimental em consórcio com alface (CA), com hortelã vergamota (CH) ou sem plantas (SP).

Índice Parasitológico	Tratamentos		
	CA	CH	SP
Prevalência	0,33±0,40	0,20±0,08	0,30±0,21
Intensidade média	0,57±0,55	0,35±0,19	0,50±0,53
Abundância média	2,17±0,76	1,75±0,50	1,54±0,63

Observação: não houve diferença estatística entre as colunas ($p < 0,05$) comparadas pelo Teste de Tukey.

Hashimoto *et al.* (2016), em um experimento utilizando juvenis de tilápia do Nilo pesando 9,76±0,48g e óleos essenciais de *M. piperita* (40,0mgL⁻¹) e *Lippia sidoides* (20mgL⁻¹) aplicando-os em 3 banhos de imersão de 10min com 24h de intervalo, encontrou valores

semelhantes para prevalência (PR). Os autores, em seu tratamento contendo apenas água encontraram PR de 57,5% e no tratamento contendo água com dimetilsulfóxido (DMSO) 60,0%, assim como o encontrado na fase de preparação dos peixes do presente experimento. O valor médio para PR, considerando todos os tratamentos (CA, CH e SP), foi de 27,2%, enquanto no trabalho de Hashimoto *et al.*, após a aplicação dos banhos de imersão, foi verificada uma PR de 25,0% e 27,5% para *L. sidoides* e *M. piperita*, respectivamente. Ressalte-se que a qualidade da água em que Hashimoto *et al.* (2016) mantiveram seus animais era baixa, com destaque para o pH de $5,86 \pm 0,6$ e amônia $3,00 \pm 1,01 \text{mgL}^{-1}$. Os autores também verificaram que não houve diferença significativa entre o tratamento com *M. piperita* e o tratamento sem adição de nenhum composto para IM e AM.

Comparando ambos os resultados, infere-se que, quando os parâmetros de qualidade da água são trazidos à faixa de conforto da tilápia do Nilo, podem gerar impacto semelhante ao tratamento com óleos essenciais para a prevalência de monogenóides.

Aguirre-Fey *et al.* (2015) avaliaram a dinâmica populacional de 3 espécies de monogenéticos observados em tilápia do Nilo mantidas sob condições de cultivos convencionais (i.e., sem condições experimentais controladas), monitoradas durante um ano e constataram uma correlação negativa na PR e AM com a temperatura da água. Durante os meses de junho, julho e agosto, nos quais a temperatura da água esteve entre 27 e 30 °C, na cidade de Veracruz, no México, os autores registraram AM de $0,8 \pm 0,44$, 0,0 e $2,4 \pm 0,78$, respectivamente, em tilápia do Nilo comuns, valores estes próximos aos encontrados no experimento em discussão.

Por outro lado, Costa *et al.* (2017) constataram 100% de PR em juvenis de pacu ($75,25 \pm 14,47 \text{g}$), imediatamente após o banho com oleorresina de *Copaifera dukei* e 7 dias depois do tratamento a 10mgL^{-1} e 50mgL^{-1} . Segundo os autores, o efeito observado sobre a população de monogenóides se deu, em especial, sobre a IM imediatamente após a aplicação do extrato e, a avaliação após 7 dias, não constatou diferença significativa entre os tratamentos.

Ribeiro *et al.* (2018) também relataram PR de 100% em juvenis de tambaqui ($36,0 \pm 7,7 \text{g}$) mesmo após serem alimentados por 30 dias com uma dieta contendo diferentes níveis de óleo essencial extraído da *M. piperita*. Os resultados relatados pelos autores indicam que quando a dieta continha 1,0% do óleo essencial a AM foi de $80,5 \pm 38,7$ enquanto no tratamento controle (0,0% de óleo essencial) foi observado $967,1 \pm 361,6$ para o mesmo índice.

Onaka *apud* Tavares-Dias (2009) afirma que a abundância populacional de *Gyrodactylus* spp. é geralmente maior nos meses de inverno e outono quando as temperaturas são mais baixas, assim como observado por Aguirre-Fey *et al.* (2015), que relataram prevalência de 100% entre os meses de outubro e abril, nos quais a temperatura variou na faixa de 20 a 25 °C. O relato da equipe é explicado pelo fato de o conforto térmico da tilápia do Nilo, assim como a maioria dos peixes tropicais, se situar na faixa 26 a 30 °C (KUBITZA, 2011b). Em temperaturas inferiores, há uma depressão do sistema imunológico da tilápia do Nilo, o que favorece a infestação por parte dos monogenóides (BOWDEN, 2008, KUBITZA, 2011b).

Eiras (1994, *apud* ONAKA, 2009) lembra ainda que além da temperatura, as condições de estresse do hospedeiro podem, também, influenciar positivamente o número de parasitas nos peixes. Tal fato foi observado no presente experimento, pois a prevalência baixou de 60%, logo após a fase de inoculação em água com baixa qualidade, para 27,2% após o experimento em aquários.

Os resultados comentados anteriormente, bem como os resultados obtidos no presente experimento, evidenciam a baixa susceptibilidade da tilápia do Nilo à infestação por monogenóides em temperaturas da água próximas a 30 °C e com parâmetros de qualidade dentro da faixa ideal.

Apesar de não ter sido observado que o cultivo consorciado de hortelã vergamota com peixes exerce algum efeito sobre a população de monogenóides em tilápia do Nilo, está demonstrado que a presença de plantas melhora a taxa de crescimento desse peixe e atua como controlador da qualidade da água, com enfoque na amônia total e no pH.

CONCLUSÕES

A hipótese de que o exsudado das raízes da hortelã vergamota pode controlar a população de parasitas monogenéticos em tilápia do Nilo não foi confirmada. Entretanto, fica evidente a capacidade que a hortelã vergamota e a alface, como elementos de um sistema de aquaponia, possuem de controlar a qualidade da água no sistema, nesse caso refletida sobre o pH e os níveis de amônia, e de incrementar o ganho de peso da tilápia do Nilo.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-FEY, D.; BENÍTEZ-VILLA, G.E.; LEÓN, G.P.P.; RUBIO-GODOY, M. Population dynamics of *Cichlidogyrus* spp. and *Scutogyrus* sp. (Monogenea) infecting farmed tilapia in Veracruz, México. *Aquaculture*, v.443, p.11-15, 2015.
- BOWDEN, T.J. Modulation of the immune system of fish by their environment. 4^a ed., *Fish & Shellfish Immunology*, v.25, p.373-383, 2008.
- BUSH, A.O.; LAFFERTY, K.D.; LOTZ, J.M.; SHOSTAK, A.W. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *Journal of Parasitology*, v.83, n.4, p.575-583, 1997.
- BUZBY, K.M.; WATERLAND, N.L.; SEMMENS, K.J.; LIN, L.S. Evaluating aquaponic crops in a freshwater flow-through fish culture system. *Aquaculture*, v.460, p.15-24, 2016.
- CASTELLANI, D.; CAMARGO, A.F.M.; ABIMORAD, E.G. 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*, v.23, n2, p.67-75, 2009.
- COSTA, J.C; VALLADÃO, G.M.R.; PALA, G.; GALLANI, S.U.; KOTZENT, S.; CROTTI, A.E.M.; FRACAROLLI, L.; SILVA, J.J.M. *Copaifera duckei* oleoresin as a novel alternative for treatment of monogenean infections in pacu *Piaractus mesopotamicus*. *Aquaculture*, v.471, p.72-79, 2017.
- DIVER, S.; RINEHART, L. *Aquaponics—Integration of Hydroponics with Aquaculture*, Published 2006. National Sustainable Agriculture Information Service. 2010. Acesso em 28/jul/2018. Disponível na internet em: www.attra.ncat.org/attra-pub/aquaponic.html.
- EMERENCIANO, M.G.C.; MELLO, G.L.; PINHO, S.M.; MOLINARI, D.; BLUM, M.N. Aquaponia: uma alternativa de diversificação na aquicultura. *Panorama da Aquicultura*, v.25,

n.147, p.24-35, 2015.

FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.12, n.especial, p.175-204, 2000.

FIGUEIREDO, H.C.P. O uso de Fitoterápicos na Aquicultura. Panorama da Aquicultura, v.21, n.124, p.20-25, 2011.

HASHIMOTO, G.S.O.; NETO, F.M.; RUIZ, M.L.; ACCHILE, M.; CHAGAS, E.C.; CHAVES, F.C.M.; MARTINS, M.L. Essential oils of *Lippia sidoides* and *Mentha piperita* against monogenean parasites and their influence on the hematology of Nile tilapia. Aquaculture, v.450, p.182-186, 2016.

KNAUS, U.; PALM, H.W. Effects of the fish species choice on vegetables in aquaponics under spring-summer conditions in northern Germany (Mecklenburg Western Pomerania). Aquaculture, v.473, p.62-73, 2017a.

KNAUS, U.; PALM, H.W. Effects of fish biology on ebb and flow aquaponical cultured herbs in northern Germany (Mecklenburg Western Pomerania). Aquaculture, v.446, p.51-63, 2017b.

KUBITZA, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial, 2ª ed., Jundiaí, 2011a. 316p.

KUBITZA, L.M.M. Principais enfermidades na criação de tilápias in F. KUBITZA. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. 2ª ed. Jundiaí, p.199-259, 2011b.

LACERDA, C.F.; ENÉAS FILHO, J.; PINHEIRO, C.V. Apostila de Fisiologia Vegetal. Fortaleza, Ceará. 2007. Acesso em 20/dez/2019. Disponível em <http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/apostila.htm>.

LENNARD, W.A.; LEONARD, B.V. A comparison of reciprocating flow versus constant flow in an integrated, gravel bed, aquaponic test system. Aquaculture International, Cork, Ireland, v.12, p.539-553, 2005.

LOVE, D.C.; FRY, J.P.; LI, X.; HILL, E.S.; GENELLO, L.; SEMMENS, K.; THOMPSON, R.E. Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. Aquaculture, v.435, p.67-74, 2015.

MAIA, J.T.L.S.; BONFIM, F.P.G.; BARBOSA, C.K.R.; GUILHERME, D.O.; HONÓRIO, I.C.G.; MARTINS, E.R. Influência alelopática de hortelã (*Mentha x villosa* Huds.) sobre emergência de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.13, n.3, p.253-257, 2011.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, S.A.A. O açúcar Castanhão e a cadeia produtiva da tilápia. Aquaculture Brasil, v.2006, n.9, p.46-51, 2017.

ONAKA, E.M. Principais parasitoses de água doce no Brasil em peixes de água doce no Brasil in TAVARES-DIAS, M. Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo. 1ª ed., Macapá: Embrapa Amapá, p.536-601, 2009.

RAKOCY, E.J.; MASSER, M.P.; LOSORDO, T.M. Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: Aquaponics—Integrating Fish and Plant Culture. Stoneville, MS, Estados

Unidos da América: Southern Regional Aquaculture Centre. (nº.454), 2006. 16p.

RAKOCY, E.J. Aquaponics - Integrating Fish and Plant Culture in Aquaculture production systems. TIDWELL, J.H. 1ª ed., Editora Willey-Blackwell, p.343-386, 2012.

RIBEIRO, S.C.; MALHEIROS, D.F.; GUILOZKI, I.C.; MAJOLO, C.; CHAVES, F.C.M.; CHAGAS, E.C.; ASSIS, H.C.S.; TAVARES-DIAS, M.; YOSHIOKA, E.T.O. Antioxidants effects and resistance against pathogens of *Colossoma macropomum* (Serassalmidae) fed *Mentha piperita* essential oil. Aquaculture, v.490, p.29-34, 2018.

SÁ, M.V.C. Limnocultura: limnologia para aquicultura. Fortaleza: Edições UFC, 2012. 218p.

SILVA, P.S.S. Atuação dos aleloquímicos no organismo vegetal e formas de utilização da alelopatia na agronomia. Biotemas, v.25, n.3, p.65-74, 2012.

SOMERVILLE, C.; COHEN, M.; PANTANELLA, E.; STANKUS, A.; LOVATELLI, A. Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming. Roma, Itália: FAO. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper nº. 589), 2014. 262p.

TYSON, R.V.; SIMONNE, E.H.; TREADWELL, D.D.; WHITE, J.M.; SIMONNE, A. Reconciling pH for ammonia biofiltration and cucumber yield in a recirculating aquaponic system with perlite biofilters. HortScience, v.4, n.3, p.719-724, 2008.

YILDIZ, H.Y.; ROBAINA, L.; PIRHONEN, J.; MENTE, E.; DOMÍNGUEZ, D.; PARISI G. Fish Welfare in Aquaponic Systems: Its Relation to Water Quality with an Emphasis on Feed and Faeces - A Review. Water, v.9, n.13, p.17-23, 2017.