

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CECILIA LARRUSCAIM CAUDURO

**CRESCIMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SISTEMA DE
AQUAPONIA**

**Uruguaiiana - RS
2017**

CECILIA LARRUSCAIM CAUDURO

**CRESCIMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SISTEMA DE
AQUAPONIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Aquicultura da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Tecnólogo em Aquicultura.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Morini Querol

Coorientadores:

Prof. Dr. Paulo Rodinei Soares Lopes

Prof. Dr. Antônio Cleber da Silva Camargo

**Uruguaiiana - RS
2017**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

C371a Cauduro, Cecília Larruscaim
CRESCIMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*)
EM SISTEMA DE AQUAPONIA / Cecília Larruscaim Cauduro
Cauduro.
28 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, AQUICULTURA, 2017.

"Orientação: Marcus Vinicius Morini Querol".

1. Sustentabilidade. 2. Produção intensiva. 3. Aquaponia.
I. Título.


CECILIA LARRUSCAIM CAUDURO

**CRESCIMENTO DA TILÁPIA DO NILO (*Oreochromis niloticus*) EM SISTEMA DE
AQUAPONIA**

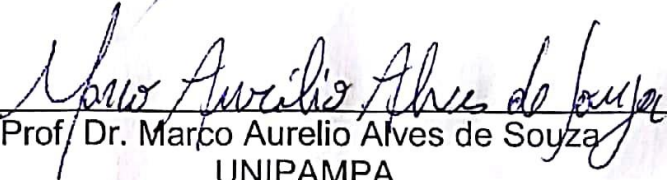
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Tecnologia em
Aqüicultura da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Tecnólogo em
Aqüicultura.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 15 de dezembro de
2017.

Banca examinadora:



Prof. Dr. Marcus Vinicius Morini Querol
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Marco Aurelio Alves de Souza
UNIPAMPA



Prof. Dr. Antônio Cleber da Silva Camargo
UNIPAMPA

Dedico este trabalho á minha família,
amigos, colegas e professores.

AGRADECIMENTO

Á minha família que de alguma forma sempre me apoiou e não me deixaram desistir;

Á Universidade Federal do Pampa, pela oportunidade de ingressar ao curso de Tecnologia em Aquicultura e aos conhecimentos e oportunidades que o curso me trouxe;

Ao Prof. Dr. Marcus Querol que ajudou muito na realização deste projeto, agradeço a paciência, os ensinamentos e o companheirismo;

Ao Prof. Dr. Paulo Lopes que cedeu o espaço para a realização do projeto, auxiliando incansavelmente e trazendo novos conhecimentos e ensinamentos á todos nós;

Ao Cleomar Fogale que fez a doaçãode todas as mudas que foi utilizado no experimento e colaborou com seu conhecimento técnico em todas as etapas do crescimento das plantas;

Aos grupos de pesquisa NUPILABRU e NAQUA, que foram fundamentais para que tudo acontecesse, sem vocês não seria fácil;

Aos professores do curso que de alguma forma me incentivaram e impulsionaram sempre pelo melhor caminho;

Á todos os amigos que me apoiaram em algum momento dessa conquista;

Aos técnicos, aos colegas de curso.

Muito Obrigada.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento dos juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidas em três densidades diferentes e o crescimento da alface lisa (*Lactuca sativa* L.), alface crespa (*Lactuca sativa*), agrião (*Nasturtium officinale*) e almeirão (*Cichorium intybus*) em sistema de aquaponia. Este experimento foi realizado na estufa do Laboratório de Piscicultura e Aquacultura_ LAPA do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Dom Pedrito-RS, com duração de 35 dias. As unidades experimentais foram dispostas em três bancadas de hidroponia, com três unidades experimentais com capacidade de 60L. O delineamento experimental foi composto por três tratamentos e três repetições onde foram usadas três densidades (T1 8, T2 12 e T3 16, com animais por tratamento) e 10 unidades de cada espécie de vegetal por tratamento. O arraçoamento foi feito duas vezes ao dia (9 e 16 horas). O delineamento foi inteiramente casualizado. Os parâmetros analisados nos animais foram peso e comprimento total e padrão, nos vegetais, comprimento da raiz, comprimento foliar e largura foliar. Foram monitorados também parâmetros de qualidade da água como, temperatura, alcalinidade, condutividade, oxigênio dissolvido e amônia total. As médias foram submetidas à análise de variância e teste "F", a um nível de significância de 5%. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. O pacote estatístico utilizado foi o R (2011). Os resultados de crescimento dos animais não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$), e nos vegetais o agrião do T1 apresentou menor comprimento de raiz, a alface lisa do T2 apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) maior comprimento de raiz, o almeirão do T3 apresentou menor altura foliar. A temperatura média foi de $23,77 \pm 4,06$, oxigênio dissolvido de $5,5 \pm 1,32$ e amônia total em $1,75 \pm 0,85$. Conclui-se que o aumento da densidade dos animais não influenciou o crescimento dos juvenis de tilápia, podendo então ser adotada a maior densidade num sistema de produção, e que a maior densidade de animais resultou em nutrientes suficientes para o desenvolvimento das quatro espécies de vegetais. Todos os tratamentos apresentaram uma adequada qualidade de água para os cultivos, tornando então os vegetais eficientes na remoção de amônia da água do sistema. Demonstrando que o sistema aquaponico pode ser utilizados para criação de peixes e plantas conjuntamente.

Palavras-Chave: hidroponia, densidade de estocagem, qualidade da água.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the growth of tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) submitted in three different densities, and the growth of smooth lettuce (*Lactuca sativa* L.), curly lettuce (*Lactuca sativa*), watercress (*Nasturtium officinale*) and chicory (*Cichorium intybus*) in aquaponics system. This experiment was carried out in the greenhouse of the Fish and Aquaculture Laboratory (LAPA) of the Zootechny course of the Federal University of Pampa (UNIPAMPA), campus Dom Pedrito-RS, with a duration of 35 days. The experimental units were arranged in three aquaponics stands experimental units with a capacity of 60L. The experimental design consisted of three treatments and three replications where was used three densities (T1 8, T2 12 and T3 16 animals per treatment), and 10 units of each plant species per treatment. Feeding was done twice a day (9 AM and 4 PM). The design was completely randomized. The parameters analyzed in the animals were weight, and total and pattern lengths, in the vegetables, root length, leaf length and leaf width. Were also monitored water quality parameters such as temperature, alkalinity, conductivity, dissolved oxygen and total ammonia. The averages were submitted to analysis of variance and "F" test, at a significance level of 5%. The averages were compared by the Tukey test. The statistical software used was the R (2011). The growth results of the animals did not present significant differences ($P > 0.05$), and in the vegetables the watercress of the T1 presented a smaller root length, the flat lettuce of the T2 presented significant difference ($P < 0.05$), with a longer root length, and the chicory of the T3 had lower leaf height. The mean temperature was 23.77 ± 4.06 , dissolved oxygen of 5.5 ± 1.32 and total ammonia at 1.75 ± 0.85 . It is concluded that the increase of the density of the animals does not influence the growth of tilapia juveniles, and can be adopted the greater density in a production system, and that the higher density of animals resulted in sufficient nutrients for the development of the four plant species. All the treatments presented a satisfactory water quality for the crops, making the plants efficient in the removal of ammonia from the water system. Demonstrating that the aquaponic system can be used to raise fish and plants together.

Key Words: Hydroponics, Storage Density, Water Quality.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO	6
RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
SUMÁRIO	9
1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS.....	13
3 MATERIAL E METODOS	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

O Brasil abriga mais de 3000 espécies dulcícolas por encontrar a maior parte do território brasileiro na região neotropical. Este fator está ligado à complexa e ampla rede hidrológica do país que apresenta um alto potencial para aquicultura por possuir 12% da água doce superficial do planeta, o que reflete a necessidade de uma produção de alimentos sustentável, porque precisa atender a demanda de alimentos, a necessidade da população e preservar o meio ambiente (FILHO, 2000; HUNDLEY et al., 2013). Outro aspecto importante é a pressão e atenção da sociedade em relação aos recursos naturais faz com que haja constantemente estudos para adotar um novo padrão produtivo com mínima perda de água (EHLERS, 1999; HUNDLEY et al., 2013).

O desenvolvimento da aquicultura preocupa por ser uma atividade com alto consumo de água dependendo do método de produção adotado, competindo com as outras atividades agrícolas, então a tendência é utilizar tecnologias para que haja o reaproveitamento da água (GONÇALVES; FLORES, 2002). Países como México, Israel, Estados Unidos e Austrália estão muito mais avançados que a aquicultura brasileira nesse aspecto, já que todos em comum têm a dificuldade com oferta de água (HUNDLEY, 2013).

A aquaponia é uma das tecnologias onde o sistema é sustentável, realiza a integração da aquicultura com a hidroponia onde os dois cultivos tem benefícios. Este sistema permite que as plantas utilizem os nutrientes dos efluentes de cultivo de organismos aquáticos (originados das fezes e restos de ração) para seu próprio desenvolvimento, melhorando a qualidade da água (RAKCOCY et al., 1993; QUILLERE et al., 1995; DIVER, 2006; HUNDLEY e NAVARRO, 2013). O sistema preza pela reutilização da água diminuindo o desperdício e a liberação do efluente resultante da aquicultura no meio ambiente, adotando um volume de água muito baixo comparado com os cultivos tradicionais de aquicultura e agricultura que dependem de renovação e irrigação constante, a aquaponia pode ficar com a mesma água por muito tempo, necessitando abastecimento pelas perdas por evaporação e evapotranspiração (DIVER, 2006; CARNEIRO et al., 2015).

Diversos cultivos já foram testados e aprovados, como Hundley et al. (2013) que integraram tilápia do Nilo com manjeriço e manjerona, concluíram que a manjerona teve um crescimento melhor que em sistema de hidroponia porém o

manjeriço teve um maior crescimento e as pós-larvas de tilápia foram beneficiadas com a qualidade da água que o sistema resulta. Crivelenti et al. (2009) viabilizaram a integração de tilápia e alface sem a necessidade de adição de fertilizantes.

É relativamente viável, para a redução de custos, de água e mão de obra, e é uma diversificação produtiva da aquicultura. Porém, ainda precisa ser melhor avaliada e estudada para repassar aos pequenos produtores os procedimentos estabelecidos adequados para fortalecimento deste novo cultivo (EHLERS, 1999; MATHEUS, 2009).

Para que haja sustentabilidade em uma produção a mesma necessita ser economicamente viável, e a aquaponia é capaz de produzir produtos de origem animal e vegetal de alta qualidade e totalmente orgânicos, ou seja, sem a adição de agrotóxicos, visando também a grande aceitação por estes produtos no mercado consumidor (ADLER et al., 2000). A escolha dos componentes do sistema também deve ser guiada nos mesmo aspectos, como Crivelenti et al. (2009) em seu estudo validou a viabilidade com a integração de tilápia do Nilo e alface por exemplo.

A tilápia do Nilo é um peixe em potencial na aquicultura brasileira, devido ao seu crescimento rápido, tolerância à baixa qualidade da água, boa conversão alimentar, adaptação ao confinamento, rusticidade e aceitação da ração desde a fase larval, já previsto por Hayashi et al. em 1995 e relatado por Bacconi (2003). Sua popularidade veio após a introdução no país pelo nordeste em 1971, logo depois distribuída em território nacional (LOVSHIN; CIRYNO, 1998). Ultimamente as melhores linhagens de tilápia são a GIFT e Supreme (MASSAGO et al., 2010). Atualmente possui o pacote tecnológico de cultivo, melhoramento genético, reprodução e nutrição avançados, e um bom preço comercial, o que torna o peixe mais utilizado em sistemas de aquaponia (MARENGONI, 2006).

Para a seleção da espécie do vegetal adotado no sistema aquapônico, tem como base o mercado comercial e suas exigências, assim, dimensionar o sistema em conjunto com as limitações da planta, sua nutrição, radiação solar e hidratação. Alguns vegetais como alface, rúcula, morango, pimenta, tomate, pepino, agrião, manjerona, manjeriço são exemplos de sucesso na aquaponia e hidroponia (JONES, 2002; RAKOCY et al., 2007; PANTANELLA et al., 2010).

Para melhor aproveitamento das plantas, o efluente passa por um filtro biológico, que serve de substrato para a proliferação de bactérias nitrificantes, que farão o ciclo do nitrogênio convertendo o nitrogênio amoniacal em nitrito e nitrato

que é a forma de melhor aproveitamento das plantas (FILHO, 2000). As bactérias nitrificantes necessitam de um ambiente completamente aeróbico, pH próximo à neutralidade, temperatura entre 20 a 28°C e área para sua fixação e proliferação (RAKOCY et al., 2006).

Herbert S e Herbert M (2008) listam os métodos mais utilizados para os sistemas aquapônicos: Media based systems, as plantas se desenvolvem no substrato das bactérias; Deep flow system, as plantas ficam flutuando em uma placa dentro do tanque e; Nutrient film technique (NFT).

O Nutrient Film Technique (NFT) é a metodologia mais usada para o sistema de aquaponia, onde as raízes ficam imersas em uma solução nutritiva que flui no recipiente, tradicionalmente este recipiente é uma calha que é alimentada pelo efluente resultante da aquicultura. A vantagem deste método é que não há a presença de solo, assim mantendo a higiene das hortaliças e a redução considerável de pragas.

Filho (2000) e Matheus (2009) apontam tópicos positivos e negativos no sistema de aquaponia, onde as vantagens são:

- Apresentar pouca limitação geográfica para a produção;
- Ter produção aquícola mesmo à propriedade tendo um solo contaminado;
- Maior controle de qualidade do lote e da água;
- Maior controle sobre a temperatura de cultivo;
- Controle de doenças, contaminantes e pragas;
- O rendimento das hortaliças pode ser superior ou igual ao sistema hidropônico;
- Não há necessidade de gastos com fertilizantes para as plantas;
- O volume de peixe produzido supera a aquicultura tradicional e;
- O volume de resíduos gerados é menor em relação à aquicultura tradicional.

As desvantagens são compostas por:

- A produção das plantas é limitada pelo número de peixes;
- Tem de haver um equilíbrio na produção animal e vegetal para que nenhum dos dois seja afetado;
- Dependência da energia elétrica e;

- O risco dos patógenos de atingir toda a produção considerando que o sistema é fechado.

A maior relevância deste sistema é obtenção de um produto vegetal a partir de um produto animal, onde o cultivo de peixes gera nutrientes para o desenvolvimento dos vegetais sem a adição de fertilizantes. Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento da tilápia (*Oreochromis niloticus*) e dos vegetais alface crespa (*Lactuca sativa*), alface lisa (*Lactuca sativa L.*), agrião (*Nasturtium officinale*) e almeirão (*Cichorium intybus*) em sistema aquapônico com recirculação de água.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento dos alevinos tilápia do Nilo em três densidades diferentes e o desenvolvimento de alface lisa, alface crespa, almeirão e agrião consorciadas em um sistema de aquaponia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o crescimento dos vegetais em sistema aquaponico consorciado com alevinos de tilápias sem acréscimo de nutrientes na água;
- Avaliar o ganho em peso e comprimento e a sobrevivência da tilápia sobre diferentes taxas de estocagem em sistema aquapônico;
- Avaliar a qualidade da água durante a realização do experimento.

3 MATERIAL E METODOS

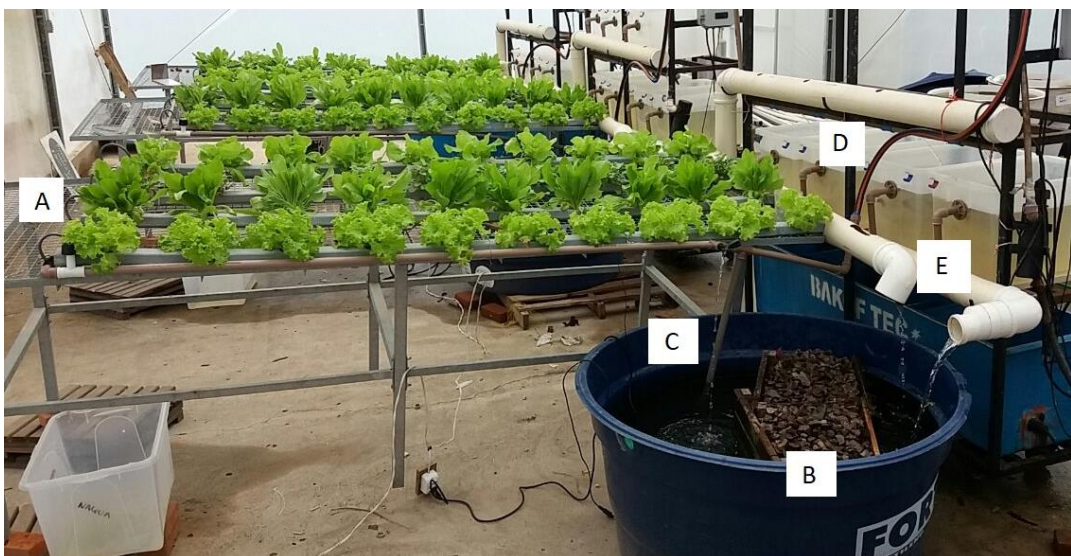
3.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi realizado na estufa do Laboratório de Piscicultura e Aquacultura LAPA do curso de Zootecnia da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), campus Dom Pedrito-RS no período de 02 de outubro de 2017 a 6 de novembro de 2017, com duração de 35 dias.

3.2 INSTALAÇÕES E UNIDADES EXPERIMENTAIS

O modelo de instalação foi baseado no estudo de Geisenhoff et al. (2016) e Crivelenti et al. (2009), contendo três sistemas de aquapônia independentes, compostos por três viveiros de 60 litros (, um biofiltro, reserva de água e quatro calhas com os vegetais cada. A circulação da água foi realizada por uma bomba submersa com capacidade de 2500L/h. O escoamento da água realizado por tubos de PVC entre os viveiros, biofiltro/reservatório e calhas de hidroponia, totalizando 680L (Figura1).

Figura 1 - Sistema de aquapônia utilizado no experimento



A- entrada de água para escoamento nas raízes; B- biofiltro e reservatório da água do sistema; C- direcionamento da água para as plantas e viveiro dos peixes, bombeada por bomba submersa no reservatório; D- entrada de água no viveiro dos peixes; E- retorno da água das plantas e dos viveiros.

Os filtros foram preenchidos com brita, tijolos e madeira para promover o desenvolvimento das bactérias nitrificantes para realizarem o processo de nitrificação, as bactérias dos gêneros *Nitrossomonas* e *Nitrobacters* oxidam a amônia inicialmente para nitrito, que pode ser tóxico, e, posteriormente, para nitrato. Para a maturação do biofiltro a água residuária ficou recirculando com os animais durante uma semana.

3.3 OS ANIMAIS

Os viveiros foram povoados com 108 juvenis de tilápia (*Oreochromis niloticus*), com peso médio de 24,46g, comprimento total 11,31cm e comprimento padrão 9,23cm. A espécie foi escolhida pelo grande apelo comercial e crescimento rápido em sistema intensivo. As mortalidades dos animais foram contabilizadas durante o período experimental.

3.4 TRATAMENTOS

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por três tratamentos T1- 8 animais (7,5 L/px), T2- 12 animais (5 L/px) e T3- 16 animais (3,75 L/px) por unidade experimental, com três repetições e quatro tipos de plantas (Agrião, Alface Lisa, Alface Crespa e Almeirão), com 10 repetições cada. Estes foram alimentados com uma ração comercial com 36% PB (Quadro 1), ofertada 2 vezes por dia (9 e 16 horas) a uma taxa de 3% da biomassa ajustada conforme as biometrias.

Quadro 1 - Composição ração comercial utilizada durante o experimento

Umidade (máx.)	120g/kg	Cálcio (min.)	20g/kg
Proteína bruta (min)	360g/kg	Cálcio (máx.)	29g/kg
Estrato etéreo (min.)	60g/kg	Fósforo (min.)	7000mg/kg
Fibra bruta (máx.)	40g/kg	Ferro (min.)	333mg/kg
Matéria mineral	130g/kg	Cobalto (min.)	0,06mg/kg

(máx.)			
Iodo (min.)	0,66mg/kg	Manganês (min.)	133mg/kg
Zinco (min.)	20mg/kg	Selênio (min.)	0,66mg/kg
Cobre (min.)	20mg/kg	Biotina (min.)	0,32mg/kg
Vitamina A (min.)	8000UI/kg	Ácido fólico (min.)	8mg/kg
Vitamina D3 (min.)	1333UI/kg	Ácido nicotínico (min.)	160mg/kg
Vitamina E (min.)	80UI/kg	Ácido pantotênico (min.)	80mg/kg
Vitamina B1 (min.)	32mg/kg	Vitamina C (min.)	320mg/kg
Vitamina B2 (min.)	32mg/kg	Vitamina B6 (min.)	32mg/kg
Vitamina B12 (min.)	32mcg/kg	Vitamina K3 (min.)	16mg/kg
Energia digestível (min.)	3200kcal/kg		

A água residuária de cada tratamento foi enviada para um reservatório individual de 500 litros sendo utilizada na aquaponia para a produção dos vegetais (Figura 2).

Figura 2 - Reservatório de água com filtro biológico para nitrificação da amônia



A água residuária ficou recirculando entre as bancadas e o reservatório. Cada tratamento abasteceu quatro bancadas de vegetais, posteriormente a água retornou para sua reserva voltando para o cultivo dos peixes (Figura 3).

Figura 3 - Sistema de aquaponia em funcionamento



3.5 PARÂMETROS AVALIADOS

Os parâmetros avaliados durante o período experimental foram: comprimento das raízes, largura foliar e altura foliar com ictiometro, e o crescimento em peso medido com balança de precisão com 3 casas após a virgula e comprimento dos animais com ictiometro nesse período. As biometrias foram realizadas num intervalo de 15 dias.

A taxa de sobrevivência foi calculada durante cada biometria e no final do experimento para cada tratamento, através da contagem direta dos indivíduos no final de cada experimento e expressada em números absolutos e percentuais.

Os parâmetros físico-químicos da água foram analisados no início do experimento e durante o período experimental (toda segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), a biometria dos animais foi realizada quinzenalmente, coletando a água

nos viveiros antes de coletar os peixes. Foram analisados também os dados de temperatura da água (°C) com termômetro, oxigênio dissolvido (ppm) com oxímetro digital, pH com pHmetro digital de bancada, condutividade elétrica com condutivímetro digital de bancada, alcalinidade e amônia com kit colorimétrico. As médias foram submetidas à análise de variância e teste “F”, a um nível de significância de 5%. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey. O pacote estatístico utilizado foi o R (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água esta diretamente ligada ao desenvolvimento no sistema, tanto das plantas e animais quanto para a colônia de bactérias necessárias no sistema. Os parâmetros observados para qualidade da água durante o experimento estão descritos na Tabela 1 e dentro dos parâmetros recomendados pela EMBRAPA (2013). Pode-se afirmar que os resultados dos parâmetros não influenciaram no desempenho dos animais. Ostrenski e Boeger (1998) relatam que as tilápias por serem peixes de clima tropical, quando criadas em temperatura menor que 27° podem reduzir o apetite, entretanto não foi observada a redução de apetite pelos peixes durante a condução deste trabalho.

Tabela 1 – Parâmetros observados de qualidade da água durante o experimento

Parâmetro	T 1	T 2	T 3
Temperatura (°C)	23,76±4,66	24,12±2,32	23,23±2,99
Condutividade µs/cm	344,68±166,2	370,10±112,25	334,68±186,5
pH	7,24± 0,12	7,68± 0,33	7,89± 0,10
Oxigênio dissolvido mgL-1	5,4±1,02	5,32±1,11	5,91±1,43
Amonia Total (mg/L)	1,70±0,85	1,85±0,43	1,66±0,25
Alcalinidade	64±1,02	65±1,72	63±1,00

4.2 CRESCIMENTO DAS TILÁPIAS

Os resultados observados demonstram que após 35 dias experimentais no sistema aquaponico, não ocorreu diferença significativa ($P>0,05$) para todos os parâmetros avaliados em relação aos tratamentos testados (Tabela 2).

Tabela 2 Resultados observados dos alevinos de tilápia do Nilo após o período de crescimento de 35 dias experimentais

Variáveis	T1	T2	T3	P
Peso inicial (g)	24,19±8,56	23,47±7,42	25,70±8,03	0,4307
Peso final (g)	36,70±12,70	37,41±10,73	37,54±12,31	0,9720
CT final (cm)	13,06±1,53	13,22±1,23	12,96±1,56	0,7969
CP final (cm)	10,68±1,35	10,90±1,17	10,63±1,33	0,7180

Tabela 2 Crescimento em peso e comprimento das tilápias seguindo os tratamentos com desvio padrão. CT- comprimento total; CP- comprimento padrão; P- nível de significância >0,05.

Ao 35° dia os animais apresentavam peso médio de 37,21±11,90g, comprimento padrão 10,73±1,26cm e comprimento total de 13,08±1,44cm, evidenciando um ganho de peso por dia de 0,37g. Inferior ao resultado de Crivelenti et al.(2009) que ao adotar uma densidade de 220 peixes/m³ atingiu um ganho diário de 0,73g em sistema de aquaponia com tilápia e alface. Hundley et al.(2013) registrou em 42 dias o ganho diário de 0,32g em sistema de aquaponia. O desvio padrão apresentou-se alto pelo fato da homogeneização dos animais no início do experimento após pesagem e medição do comprimento individual, para em cada tratamento possuísse um peso que não apresentasse diferença estatística, ou seja, em cada tratamento apresentar o mesmo padrão de biomassa apesar das diferentes densidades, logo o desvio padrão do peso e comprimento final também foi alto.

4.3 CRESCIMENTO DOS VEGETAIS

Os vegetais de forma geral tiveram um bom desenvolvimento em tamanho e tempo de cultivo comparando com os dados de Zen et al. (2017) (Figura 4). Os parâmetros de qualidade da água comprovam pela condutividade elétrica que havia disponibilidade de nutrientes, o pH em média 7,5 não prejudicou as plantas de absorverem os nutrientes como citado por Kämpf, (2000) e Takane et al. (2013), que observaram a deficiência em N, K, Ca, Mg e B com pH abaixo de 5,0 e pH acima de 6,5 deficiência em P, Fe, Mn, Zn e Cu.

Figura 4 - Desenvolvimento dos vegetais no sistema de aquaponia e grupo NAQUA.



O agrião foi o único vegetal que teve problemas em seu desenvolvimento, por consequência do entupimento das raízes pelo limo e por hipótese a falta de ferro o vegetal apresentou escurecimento em algumas folhas. Os parâmetros analisados seguem nas tabelas abaixo (Tabela 3). O agrião foi finalizado com 30 dias de cultivo, Zen et al. (2017) asseguram que o tempo do agrião de 18 a 30 dias, entre os tratamentos não houve diferença significativa, apenas na raiz do T1 que apresentou desempenho inferior aos demais tratamentos.

Tabela 3 Parâmetros analisados do agrião durante o período experimental

Agrião	Raiz (cm)	Altura foliar (cm)	Largura foliar (cm)
T1	11,13 ± 2,17 ^b	12,66 ± 1,17 ^a	23,23 ± 1,87 ^a
T2	15,90 ± 2,64 ^a	13,00 ± 1,33 ^a	21,90 ± 2,84 ^a
T3	15,54 ± 5,46 ^a	12,20 ± 0,67 ^a	22,15 ± 2,39 ^a

Tabela 3 *médias seguidas de letras diferentes diferem 5% de significância pelo teste F comparadas pelo teste de Tukey.

A alface crespa e alface lisa não demonstraram nenhum sinal de deficiência nutricional (Figura 5 e 6) em parte dos nutrientes, por conta do entupimento das calhas, a alface lisa no T1 teve um prejuízo nas folhas externas, mas recuperou-se. A alface lisa foi finalizada com 26 dias e a alface crespa com 35 dias, dentro do

prazo de cultura 25 a 35 dias Zen et al.(2017). A alface crespa não apresentou diferença significativa ($>0,05$) entre os tratamentos, já a alface lisa apresentou o maior comprimento de raiz no T2. Os parâmetros analisados seguem nas tabelas abaixo (Tabela 4 e 5).

Figura 5 – Desenvolvimento da alface crespa no final do periodo experimental



Tabela 4 - Parâmetros analisados alface crespa durante o periodo experimental

Alface crespa	Raiz (cm)	Altura foliar (cm)	Largura foliar (cm)
T1	$22,68 \pm 5,82^a$	$16,30 \pm 1,86^a$	$28,74 \pm 3,41^a$
T2	$19,40 \pm 5,42^a$	$15,40 \pm 1,42^a$	$29,00 \pm 2,35^a$
T3	$20,66 \pm 6,06^a$	$15,20 \pm 1,56^a$	$27,14 \pm 1,91^a$

Tabela 3 *letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa ($P>0,05$)

Figura 6 – Desenvolvimento da alface lisa ao final do período experimental



Tabela 5 - Parâmetros analisados alface lisa durante o período experimental

Alface lisa	Raiz (cm)	Altura foliar (cm)	Largura foliar (cm)
T1	15,94 ± 3,39 ^b	15,92 ± 1,36 ^a	26,51 ± 3,37 ^a
T2	22,10 ± 5,21 ^a	16,70 ± 1,33 ^a	29,50 ± 3,02 ^a
T3	14,56 ± 2,22 ^b	15,65 ± 1,58 ^a	28,82 ± 2,35 ^a

Tabela 5 - *letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa (P>0,05).

O almeirão também teve um bom desempenho (Figura 6), finalizado aos 20 dias de cultivo também dentro do prazo de 18 a 30 dias, segundo pesquisa de Zen et al.(2009), pois já apresentava características fisiológicas que indicavam a maturação do vegetal. Entre os tratamentos não teve diferença significativa, apenas no T3 o almeirão apresentou menor altura foliar. Os parâmetros do almeirão seguem na tabela abaixo (Tabela 6).

Tabela 6 - Parâmetros analisados do almeirão durante o período experimental

Almeirão	Raiz (cm)	Altura foliar (cm)	Largura foliar (cm)
T1	14,25 ± 2,93 ^a	26,35 ± 1,17 ^a	28,05 ± 4,09 ^a
T2	14,20 ± 6,18 ^a	25,03 ± 2,21 ^a	25,43 ± 3,77 ^a
T3	15,20 ± 4,49 ^a	22,10 ± 1,76 ^b	27,30 ± 5,26 ^a

Tabela 6 - *letras iguais na coluna não apresentam diferença significativa (P>0,05)

Figura 7 – Vista do almeirão durante a biometria final



4.4 MORTALIDADES

Sete animais do T1 R3, nove animais do T2 R1 e quatro animais T3 R3, observadas pela baixa qualidade de água inicialmente e encontrados animais mortos perto dos viveiros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se averiguar que o aumento da densidade dos animais não influenciou o crescimento dos juvenis de tilápia, podendo então ser adotada a maior densidade num sistema de produção, e que a maior densidade de animais resultou em nutrientes suficientes para o desenvolvimento das quatro espécies de vegetais.

Para o agrião as densidades de 12 animais (T2) e 16 animais (T3) forneceram nutrientes suficientes para o seu desenvolvimento.

Para a alface crespa como não houve diferença estatística entre os tratamentos, pode-se adotar a densidade de 16 animais (T3) para maior produção animal.

Para a alface lisa a densidade de 12 animais (T2) proporcionou o melhor desenvolvimento do vegetal.

Para o almeirão as densidades de 8 animais (T1) e 12 animais (T2) proporcionaram o melhor desenvolvimento do vegetal.

Todos os tratamentos apresentaram uma satisfatória qualidade de água para os cultivos, tornando então os vegetais eficientes na filtragem de nutrientes da água do sistema. Demonstrando que o sistema aquaponico pode ser utilizado para criação de peixes e plantas conjuntamente.

REFERÊNCIAS

ADLER, P.R.; et al. Economic analysis of an aquaponic system for the integrated production of rainbow trout and plants. **International Journal of Recirculating Aquaculture**, v.1, n.1, p.15-34, 2000.

BACCONI, D.F. **Exigências de vitamina A para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus***; 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia); Universidade de São Paulo – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. São Paulo. 2004.

CRIVELENTI, L. Z.; BORIN, S.; da SILVA, N. R. Piscicultura superintensiva associada á hidroponia em sistema de recirculação de água. **Archives of veterinary Science**. v.14, n.2, p.109-116, 2009.

DIVER, S. Aquaponics - Integration of hydroponics with aquaculture. **National Sustainable Agriculture Information Service**, 28p. 2006.

EHLERS, E.M. **O que se entende por Agricultura Sustentável?**, 1998. 165f. Dissertação (mestrado). FAPESP - Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo, 1999.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CARNEIRO, P. C. F.; et al. **Aquaponia: produção sustentável de peixes e vegetais. Aquicultura no Brasil: novas perspectivas**.v.3, cap.32. 2015.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. LIMA, A. F. **Qualidade da água Piscicultura Familiar**. Junho/2013. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura/busca-de-publicacoes/-/publicacao/972064/qualidade-da-agua-piscicultura-familiar>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

FILHO, M. S. P. B. **Qualidade na Produção de Peixes em Sistema de Recirculação de Água**. 2000. 41f. Monografia. Graduação em Qualidade em Empresas. Centro Univ. Nove de Julho, São Paulo. 2000.

GEISENHOFF, L. O.; et al. Caracterização da água residuária em um sistema de criação intensiva de tilápia e avaliação do efeito de diferentes substratos nas características produtivas da alface aquapônica. **Engenharia agrícola**. v.36, n.2. 2016.

GONÇALVES, T. G.; FLORES, G. S. M. Recursos Hídricos para a Aquicultura: Reflexões temáticas. **Anais do I Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade-ANPPAS. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade-ANPPAS, Inadaiatuba, São Paulo. 2002.**

HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P.; FURUYA, W.M. Breves considerações sobre as tilápias. Curso de piscicultura-Criação racional de tilápias. FADEC. p.4. 1995.

HERBERT, S.; HERBERT, M. **Aquaponics in Australia - The integrations of Aquaculture and Hydroponics.** Mudge, Australia. 140p. 2008.

HUNDLEY, G. C.; NAVARRO, R. D. Aquaponia: a integração entre piscicultura e a hidroponia. **Revista brasileira de agropecuária sustentável.**v.3,n.2,p.52-61.2013.

HUNDLEY, G. M. C.; NAVARRO, R. D.; FIGUEIREDO, C. M. G.; NAVARRO, F. K. S. P.; PEREIRA, M. M.; FILHO, O. P. R.; FILHO, J. T. S. Aproveitamento do efluente da produção de tilápia do Nilo para o crescimento de manjerição (*Origanum basilicum*) e manjerona (*Origanum majorana*) em sistema de aquaponia. **Revista brasileira de agropecuária sustentável.**v.3,n.1,p.51-55. 2013.

International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People , XXVIII., 2010, **Aquaponics vs. Hydroponics: Production and Quality of Lettuce Crop.**PANTANELLA, E.; et al. (IHC2010): International Symposium, p.887-893, 2010.

JONES, S. Evolution of aquaponics. **Aquaponics Journal**, v.6, p.14-17, 2002.

KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Seleção de materiais para uso como substrato.** Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese. 139-146. 2000.

LOVSHIN, L.L., CYRINO, J.E.P. Status of commercial fresh water fish culture in Brazil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES. p.1-20. 1998.

MARENGONI, N.G. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem chitralada), cultivada em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.210, p.127-138, 2006.

MASSAGO, H.; et al. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. **Rev. Acad, Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v.8, n.4, p.397-403, 2010.

MATHEUS, J. Acuaponía: hidroponia y acuacultura , sistema integrado de produccion de alimentos. RED hidroponia Boletin (Centro de Investigacion Tibaitata).n.44.2009.

OSTRENSKI, A.; BOERGER, W. **Piscicultura: Fundamentos e Técnicas de Manejo**. Guaíba, RS Edit. Agropecuária Ltda., 211p.1998.

QUILLERÉ, I.; ROUX, L.; MARIE, D. et al. An artificial productive ecosystem based on a fish/ bacteria/plant association. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.53, n.1, p.19-30, 1995.

RAKOCY, J.; MASSER, M.; LOSORDO, T. Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. **SRAC Publication**, v.454, p.1-16, 2006.

RAKOCY, J.; MASSER, M.; LOSORDO, T. Tem Guidelines for Aquaponic Systems. **Aquaponics Journal**, v.46, p.14-17, 2007.

RAKOCY, J.E.; HARGREAVES, J.A.; BAILEY, D.S. Nutrient accumulation in a recirculating aquaculture system intregated with hydroponic vegetable production. **Proceedings of the Techniques for Modern Aquacultural**, USA, Vol. 3495. 1993.

TAKANE, R. J.; YANAGISAWA, S. S.; GÓIS, E. de **A. Técnicas em substratos para a floricultura**.1. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 148 p. 2013.

ZEN, H. D.; BRANDÃO, J. B.; ARBAGE, A. P. **Analise da produção e comercialização de hortaliças hidropônicas na região central do Rio Grande do Sul**. Santa Maria – RS. 2017.