

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**ADIÇÃO DE VITAMINA C NA RAÇÃO PARA ALEVINOS DE
TILÁPIA DO NILO**

TIAGO PAEL DO AMARAL

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021**

ADIÇÃO DE VITAMINA C NA RAÇÃO PARA ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO

TIAGO PAEL DO AMARAL

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a Daniele Menezes Albuquerque

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para conclusão do curso de Engenharia de Aquicultura.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A485a Amaral, Tiago Pael Do
Adição de vitamina C na ração para alevinos de Tilápia do Nilo [recurso eletrônico] / Tiago Pael Do Amaral. -- 2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientadora: Daniele Menezes Albuquerque.
TCC (Graduação em Engenharia de Aquicultura)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Oreochromis niloticus. 2. Ácido ascórbico. 3. Piscicultura. I. Albuquerque, Daniele Menezes. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

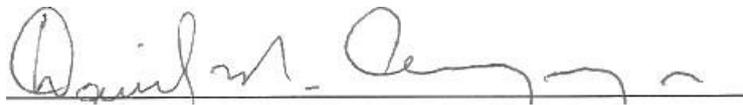
ADIÇÃO DE VITAMINA C NA RAÇÃO PARA ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO

Por

TIAGO PAEL DO AMARAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO DE AQUICULTURA

Aprovado em: 28 de Maio de 2021.



Prof. Dra. Daniele Menezes Albuquerque Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dra. Vanessa Lewandowski Membro da Banca – UFGD/FCA



Prof. Dra. Maria Del Pilar Rodriguez Rodriguez Membro da Banca – UFPR

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus.

Agradeço à minha orientadora Daniele Menezes Albuquerque, por me apoiar sempre que preciso e estar presente em todos os momentos.

A todos os meus professores do curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal da Grande Dourados pela excelência da qualidade técnica de cada um.

A todos os meus amigos da primeira turma e, todos os demais que vivenciaram o processo de minha graduação.

Aos meus pais Kleber Falcão e Jacqueline Pael que sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda minha trajetória. Apoiaram-me quando tomei a iniciativa de ingressar no mundo da Aquicultura e, me deram todo auxílio necessário durante meus estudos.

Agradeço ao meu irmão Frank Pael por me incentivar e querer o meu melhor sempre. Sempre me mostrando vagas de emprego, notícias sobre a aquicultura e inovações do meio.

Agradeço à minha namorada que soube me apoiar nos piores e melhores momentos. Agradeço aos meus amigos que aos finais de semana me ajudaram na sifonagem e alimentação.

Á todos os colaboradores do grupo de pesquisa que me ajudaram no laboratório e ofereceram tudo que tinham de melhor. Realizando várias técnicas de manejo e tiveram a paciência de realizar o trabalho devido.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 11	
2 13	
2.1 13	
2.2 14	
2.3 15	
2.4 16	
2.5 17	
3 19	
3.1 19	
3.2 20	
3.3 21	
3.4 22	
3.5 23	
4 24	
5 28	
6 29	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de recirculação de água para o cultivo de alevinos de tilápia do Nilo.	18
Figura 2 - Filtro mecânico e filtro biológico.	19
Figura 3 - Incisão lateral para retirada das vísceras.	
Figura 4 - Análise dos parâmetros corporais de intestino, fígado e vísceras totais.	
Figura 5 - Sobrevivência com os diferentes níveis de concentração de vitamina C.	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis de garantia da ração extrusada Revolution Alevino de granulometria 3 mm da Douramix®.....	19
Tabela 2 - Parâmetros da água monitorados durante o experimento: temperatura (° C), pH, oxigênio dissolvido (O.D), Oxigênio Saturado (%) e condutividade.....	24
Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros de desempenho produtivo observados no cultivo de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo, alimentados com ácido ascórbico sobre diferentes desafios de quantidades	23
Tabela 4 - índices viscerosomaticos e hepatossomáticos dos alevinos de tilápia alimentados com dietas com adição de vitamina C na ração.....	27

AMARAL, Tiago Pael. Adição de vitamina C na ração para alevinos de tilápia do Nilo. 2020. 34p. Monografia (Graduação em Engenharia de Aquicultura) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

Verificou-se a influência de desempenho produtivo de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, com diferentes níveis de adição de vitamina C na ração durante 56 dias de cultivo. Inicialmente os alevinos masculinizados tinham peso médio de 0,5 g e foram submetidos a dietas contendo: 0 mg , 10 mg e 20 mg de vitamina C por kg de ração. O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado, sendo três tratamentos e quatro repetições. Foram cultivados 360 alevinos de tilápia do Nilo em um sistema de recirculação de água, dividindo-os aleatoriamente 30 alevinos em cada caixa de volume útil de 40 litros. Monitorou-se as variáveis dos parâmetros físicos e químicos da água do sistema de recirculação em cada unidade experimental, mantendo-se dentro dos ideais para a espécie, temperatura 26°C, pH 6,1 e oxigênio dissolvido 3,07 mg/L. Não se observou diferença significativa no peso médio final e ganho de peso com 0, 10 e 20 mg de vitamina C por kg ($P>0,05$). Não houve diferença significativa para os índices de ganho em peso médio diário e biomassa final para o tratamento com 0 mg/kg em relação aos tratamentos com 10 e 20 mg/kg ($P>0,05$). Houve diferença significativa para o índice de crescimento específico em relação aos níveis de adição de vitamina C, 0, 10 e 20 mg/kg ($P<0,05$). Observou-se que os alevinos suplementados com 10 e 20 mg/kg tiveram um consumo de ração e conversão alimentar maior que o tratamento com 0 mg/kg. Não verificou-se diferença significativa na taxa de sobrevivência com suplementação de 10 mg/kg, com 85,83% ($P<0,05$). Conclui-se que os parâmetros de desempenho produtivo observados no cultivo de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo são influenciados pelos níveis de ácido ascórbico nas quantidades de 10 mg/kg e 20mg/kg adicionados à ração comercial, exceto o parâmetro de crescimento específico, que houve diferença significativa ($P>0,05$) para os níveis de adição de 10 mg/kg.

Palavras-chave: *Oreochromis niloticus*; Ácido ascórbico; Piscicultura.

ABSTRACT

The influence of productive performance of male fry Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from the GIFT strain was verified, with different levels of vitamin C added to the diet during 56 days of cultivation. Initially, the masculinized fry had an average weight of 0.5 g and were submitted to diets containing: 0 mg, 10 mg and 20 mg of vitamin C per kg of feed. The experimental design was completely randomized, with three treatments and four replications. 360 Nile tilapia fingerlings were grown in a water recirculation system, randomly dividing them 30 fingerlings in each 40-liter usable box. The variables of the physical and chemical parameters of the water of the recirculation system were monitored in each experimental unit, keeping within the ideal for the species, temperature 26 ° C, pH 6.1 and dissolved oxygen 3.07 mg / L. There was no significant difference in the final average weight and weight gain with 0, 10 and 20 mg of vitamin C per kg ($P > 0.05$). There was no significant difference for the rates of average daily weight gain and final biomass for treatment with 0 mg / kg compared to treatments with 10 and 20 mg / kg ($P > 0.05$). There was a significant difference for the specific growth index in relation to the levels of vitamin C addition, 0, 10 and 20 mg / kg ($P < 0.05$). It was observed that the fry supplemented with 10 and 20 mg / kg had a higher feed intake and feed conversion than the treatment with 0 mg / kg. There not was a significant difference in the survival rate with supplementation of 10 mg / kg, with 85.83% ($P < 0.05$). It is concluded that the parameters of productive performance observed in the cultivation of masculine fingerlings of Nile tilapia are influenced by the levels of ascorbic acid in the amounts of 10 mg / kg and 20 mg / kg added to the commercial diet, except for the specific growth parameter, that there was a significant difference ($P > 0.05$) for the addition levels of 10 mg / kg.

Keywords: *Oreochromis niloticus*; Ascorbic Acid; Pisciculture.

1 INTRODUÇÃO

A tilápia do Nilo é um dos peixes com maior potencial para aquicultura, devido ao seu rápido crescimento, boa adaptação e rusticidade. Sendo cultivada em mais de 100 países e também no Brasil a tilápia é considerado o peixe mais importante da atualidade (VICENTE *et al.*, 2014).

Por possuir hábito alimentar onívoro e facilidade em aceitar rações em todas suas fases, desde pós-larvas até o abate, o interesse pelo cultivo dessa espécie cresceu rapidamente nos últimos 25 anos (BOSCOLO *et al.*, 2001).

Dentro das espécies de peixes mais cultivadas a tilápia é a que melhor possui resistência a oscilações, tanto de temperaturas quanto de amônia e oxigênio dissolvido. (BOSCOLO *et al.*, 2001; NAVARRO *et al.*, 2010). A espécie é fácil de cultivar, resistente a doenças, adaptada para viver em climas tropicais e ter alto valor econômico (AMIN *et al.*, 2019; VAN DOAN *et al.*, 2019). Outro destaque importante para as tilápias é a presença expressiva da espécie nas propriedades em todas as regiões do Brasil sem cunho empresarial (PEIXE BR, 2020). Com isso, levam-se a refletir sobre a importância dessas espécies na agricultura familiar como fator de relevância para a segurança alimentar do país, devido esses peixes representarem importante fonte proteica de excelente qualidade para o consumo (PEIXE BR, 2020).

De acordo com Peixe BR (2020) o estado do Mato Grosso do Sul (MS) apresenta características edafoclimáticas propicia um potencial hídrico excepcional, que ajuda a manter a temperatura da água em condições favoráveis na maior parte do ano para tilápias. Devido ao investimento proporcionado pelo governo do estado, com estímulo às atividades e incentivos fiscais para investimentos, a produção teve um crescimento exponencial de 15,3% do ano de 2019 para o ano anterior, atraindo assim importantes projetos de Piscicultura. Sendo destaque como o maior exportador de peixe cultivado do Brasil, o MS mantém-se em crescimento buscando colocação entre os principais produtores do país (PEIXE BR, 2020).

Atualmente na aquicultura vários fatores prejudicam a criação de peixes como a alta temperatura, aglomeração, deterioração da qualidade da água e invasão de bactérias e vírus. Todos esses fatores ambientais adversos podem desequilibrar o ambiente e ocasionar o estresse como resposta protetora nos peixes (BARTON, 2002). Dependendo da intensidade do estresse, se for elevada ou duradoura, pode ocasionar imunossupressão, o que resulta em maior suscetibilidade a diversos patógenos, além de comprometer o crescimento do animal (NDONG *et al.*, 2007; MING *et al.*, 2012).

As doenças são responsáveis pela maior parte da mortalidade em cultivos de tilápias, sobretudo relacionadas a infecções bacterianas. Os antibióticos adicionados à dieta em peixes podem resultar em resistência a doenças bacterianas e a má administração desses produtos podem ocasionar resíduos ambientais causando problemas ao desenvolvimento sustentável da aquicultura e saúde humana (CYRINO *et al.*, 2010).

O bom desenvolvimento dos animais visando à eficiência e saúde está intimamente ligado ao fornecimento de uma dieta adequada, visando satisfazer as necessidades básicas de crescimento. Alguns parâmetros que interferem na evolução ligados a características da alimentação incluem: estocagem, concentração de vitaminas e minerais, e a biodisponibilidade dos nutrientes fornecidos pela alimentação (NAVARRO *et al.*, 2010).

Entre os micronutrientes de interesse ao desenvolvimento nutricionais dos peixes, a vitamina C é essencial para a maioria das espécies, pois os animais não sintetizam devido à ausência da enzima gulonolactona oxidase (responsável por transformar glucose em ácido ascórbico) (CHAGAS; VAL, 2003). Além dos micronutrientes contribuírem para a formação do tecido ósseo e cartilaginoso, é responsável por beneficiar no crescimento de peixes, e sua deficiência provoca má formação óssea, hemorragias, retardo no processo de cicatrização, baixo ganho em peso e baixa resistência ao estresse (MARTINS *et al.*, 2008; NAVARRO *et al.*, 2010).

Deste modo, nos últimos anos há uma ênfase na melhoria da imunidade e do estresse de peixes através de produtos nutricionais (MING *et al.*, 2012). Mediante ao exposto, observa-se a importância do bom desenvolvimento da tilapicultura e, contudo, necessita-se um avanço das técnicas de manejo alimentar.

Neste âmbito têm como objetivo avaliar o desempenho produtivo de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo, sob diferentes níveis de suplementação de vitamina C na ração comercial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Espécie

A espécie *Oreochromis niloticus*, popularmente conhecida como Tilápia do Nilo, é originária da África e Oriente Médio, pertence ao grupo dos Teleósteos, Ordem Perciforme, Família Cichlidae e Subfamília Pseudocrenilabrinae. É uma espécie adaptada ao clima tropical, na qual a sua temperatura ideal para desenvolvimento varia entre 25 e 30°C, propícia para praticar suas atividades naturalmente e ter altas taxas de crescimento pouco tempo, já em temperaturas inferiores a 15°C o crescimento pode ser afetado (SILVA *et al.*, 2015; EL-SAYED, 2019).

É um animal onívoro, e em ambiente natural os jovens se alimentam principalmente de zooplâncton e fitoplâncton, enquanto os adultos se alimentam de vegetais, larvas e insetos. Quando cultivados em sistemas de produção a tilápia se adapta bem à ingestão de ração, favorecendo sua criação (OLIVEIRA *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2015).

A tilápia do Nilo apresenta dimorfismo no crescimento sexual, os machos crescem mais rapidamente que as fêmeas (HERNÁNDEZ *et al.*, 2014). As fêmeas da espécie desovam várias vezes por ano, ocasionando uma superprodução e desviando parte da sua energia que poderia ser empregada no crescimento para a produção de óvulos. O cuidado parental das fêmeas, que incubam os ovos na boca, faz com que deixem de se alimentar direito, por isso os machos possuem maior crescimento comparados com as fêmeas. Sendo esta a razão para comumente utiliza-se a técnica de masculinização na fase larval dos peixes, com o uso de hormônios masculinizantes usados na alimentação por um curto período de tempo (FERRARI *et al.* 1998).

A tilápia do Nilo é um dos peixes mais produzidos e comercializados internacionalmente em mais de 100 países, incluindo o Brasil (KUBITZA, 2000, FAO, 2019). *Oreochromis niloticus* é considerada a segunda maior espécie aquática cultivada no mundo, depois da carpa (AYYAT *et al.*, 2020).

Entre as espécies cultivadas em água doce destaca-se devido à sua rusticidade, bom desempenho, e conformidade com os requisitos do mercado (BRUM *et al.*, 2018). A carne da tilápia é considerada de ótima qualidade, tendo alto valor nutricional, com concentração de fósforo, cálcio e vitaminas, adequados à manutenção da saúde do ser humano, em diferentes

faixas etárias. Outra vantagem do pescado é que sua forma de consumo pode ser processada ou *in natura* (REIS, 2013).

2.2 Piscicultura Brasileira

A piscicultura no país tem diversas vantagens em relação a outros países do mundo. Visto que o Brasil possui a maior reserva de água doce do planeta com cerca de oito mil quilômetros cúbicos, e grande vantagem em relação à segunda colocada, a Rússia, com aproximadamente 4,5 mil quilômetros cúbicos. O país ainda possui a maior parte do território em zona de clima tropical, proporcionando condições favoráveis ao cultivo de peixes, especialmente de tilápias (RODRIGUES *et al.*, 2012).

Neste cenário ideal para a piscicultura, o país tem uma média de consumo per capita em torno de 9,6 kg/per capita de pescado (FORNARI *et al.*, 2017). Atualmente, o Brasil é o 12º entre os principais produtores de aquicultura do mundo e o 2º na América do Sul. Na piscicultura, a criação de tilápias (tilapicultura) é considerada relevante ao cenário nacional, pois cerca de 60,6 % do cultivo nacional são de tilápias (KUBITZA, 2015).

Em 2017 Brasil se manteve nos destaques e ocupou o quarto lugar como maior produtor mundial de Tilápia, sendo que a produção dessa espécie é liderada, respectivamente, pelos países da China, Egito e Indonésia (SCHULTER; VIEIRA FILHO, 2017). Recentemente, o Brasil consolidou-se como o 4º maior produtor de tilápia, Com produção de 432.149 t, a Tilápia representou 57% de toda a piscicultura brasileira em 2019. No ano anterior, a espécie participou com 54,1%. O resultado de 2019 foi 7,96% superior ao de 2018, comprovando a preferência nacional pela espécie (PEIXE BR, 2020).

O interesse pelo cultivo dessa espécie, em diferentes regiões brasileiras, cresceu rapidamente, principalmente devido à tecnologia de masculinização e da pesca esportiva representada pelos pesque-pague (KUBITZA, 2000).

Na região Centro - Oeste, a Tilápia tem apresentado grande potencial produtivo e desperta especial interesse dos produtores devido às suas características produtivas e comerciais. Porém, o que desperta grande destaque nos dados apresentados é a expressiva presença das diversas espécies (como Carpas e Tilápia) nas propriedades em todas as regiões do Brasil sem ser atividades empresariais. Isso desperta reflexão muito válida: a importância dessas espécies na agricultura familiar, ou seja, como espécies muito relevantes para a segurança alimentar do país, tendo em vista que esses peixes representam importante fonte de proteína de excelente qualidade para populações, muitas vezes vulneráveis do ponto de vista alimentar. espécie (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA PEIXE BR, 2020, p. 58).

No país, os principais polos estão concentrados na produção em viveiros no Oeste do Paraná e na produção em tanques-rede nos reservatórios do Nordeste e Sudeste. Na região do Nordeste, a produção de tilápia ocorre ao longo do eixo do Rio São Francisco e no curso do Rio Jaguaribe (KUBITZA, 2015).

O cultivo da tilápia tem crescido no Brasil a ponto de sermos atualmente o quarto maior produtor mundial. Devemos considerar que o Nordeste, especialmente o estado do Ceará, tinha participação importante na produção de tilápia, mas sofreu queda considerável nos últimos anos por conta da seca (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA PEIXE BR, 2020, p. 118).

A criação brasileira de tilápia é realizada em diversos sistemas, desde em sistemas semi-intensivos de tanques que recebem dejetos animais, como em cultivos intensivos em raceways e tanques rede (KUBITZA, 2000).

Em sua conclusão, a Dra. Elena Shumilina ressalta que “ficou evidente que a tilápia pode desempenhar papel nutricional de grande importância na alimentação humana, não como competidora do salmão, mas como complemento” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA PEIXE BR, 2020, p. 121).

2.3 Intensificação na piscicultura

A produção de tilápia, assim como outros organismos aquáticos, necessita de otimização contínua dos sistemas de produção através de melhoria genética, controle de qualidade da água, nutrição e alimentação. Todos esses fatores são importantes para obter maior lucratividade para os produtores, reduzir a poluição ambiental e fornecer aos consumidores alimentos saudáveis pelo menor custo possível (RAMÍREZ-PAREDES *et al.*, 2012).

Nos últimos anos os sistemas de cultivo intensivo vêm ganhando destaque global devido as suas vantagens como a reutilização de água utilizada no manejo, pois o maior reuso da água permite uma densidade maior por unidade de área e uma maior produção/produtividade (LOPES, 2016).. No entanto, a alta densidade de estocagem pode resultar em condições estressantes e supressão imunológica nos peixes, ocasionando uma maior sensibilidade a bactérias, vírus e parasitas (WANG *et al.*, 2015). Desse modo, a intensificação deixa os peixes mais vulneráveis a doenças infecciosas, induzindo a grandes perdas econômicas por causa da mortalidade dos peixes e custos com tratamentos (RAHMAN *et al.*, 2018).

Entre as doenças patogênicas destacam-se as bacterianas, como a ocasionada pela espécie *A. hydrophila* que gera grande mortalidade em peixes cultivados em sistemas intensivos (JANDA; ABBOTT, 2010). As estratégias de tratamento atuais usadas para prevenir doenças em peixes, como antibióticos, geralmente são caras e difíceis de aplicar, além de prejudicar o meio ambiente (ZAHKAN *et al.*, 2018). Portanto, aumentar a imunidade de peixes de criação é uma maneira ideal, segura e eficaz de combater muitas das doenças, especialmente as bacterianas (MAGNADOTTIR, 2010). Estratégias nutricionais podem ajudar as tilápias a melhorar os níveis de estresse, e aditivos alimentares funcionais são uma das opções nutricionais interessantes (HASSAAN *et al.*, 2019).

2.4 Nutrição de peixes

Para o desenvolvimento eficiente e saudável dos animais é necessário o fornecimento de uma alimentação que satisfaça as necessidades básicas de crescimento, com as concentrações e seus diversos componentes próximos do ideal, incorporadas à tecnologia de preparação. Entre os parâmetros que interferem no desenvolvimento do animal estão a estocagem, a concentração de vitaminas e minerais, a biodisponibilidade dos nutrientes (NAVARRO *et al.*, 2007).

Na dieta os ingredientes podem influenciar a fisiologia reprodutiva, como o desenvolvimento dos folículos ovarianos, melhorar a qualidade dos ovos e a taxa de eclosão e também a sobrevivência e a normalidade das larvas (FURUYA *et al.*, 2012). Ainda, as vitaminas são vitais para o desenvolvimento animal e participam de numerosos processos metabólicos (HALVER; HARDY, 2002). Portanto, os aditivos alimentares podem influenciar a fisiologia dos peixes, bem como melhorar as respostas imunológicas e a saúde, aprimorar a taxa de crescimento e também proteger contra agentes nocivos (DAWOOD *et al.*, 2018; LEE, 2015; TRICHET *et al.*, 2015).

Dentre os aditivos alimentares na aquicultura os imunostimulantes são empregados para estimular as respostas imunológicas dos peixes e melhorar o combate de infecções pelo sistema imunológico. Nesse sentido, vários dos nutrientes têm sido utilizados na criação de peixes como imunostimulantes, um exemplo é a vitamina C (DEIVASIGAMANI *et al.*, 2016; ELKATATNY *et al.*, 2020).

2.5 Vitamina C

A vitamina C, ácido ascórbico, é um micronutriente solúvel em água, essencial para as funções fisiológicas normais e estimulante da resposta imune dos peixes. Para os peixes teleósteos, os quais não possuem a enzima L-gulonolactona oxidase, que transforma glicose em ácido ascórbico, imprescindível na biossíntese de vitamina C, depende do fornecimento de uma fonte exógena que atenda às necessidades de vitamina C (ROTTA, 2003; DAWOOD; KOSHIO, 2016).

Como no caso das tilápias que por não sintetizarem a vitamina C, são exclusivamente dependentes de fontes exógenas dessa vitamina. Em ambiente natural, a fonte é o consumo de plâncton e outros alimentos naturais, porém geralmente ausente ou com pouca disponibilidade em pisciculturas mais intensivas, por isso necessitando da suplementação de outro meio. Segundo Lim (1996) em dieta deficiente desta vitamina e ao serem mantidas na ausência de alimentos naturais ricos em vitamina C as tilápias mostraram sinais característicos de deficiência em vitamina C.

A insuficiência de vitamina C na dieta de peixes pode causar vários distúrbios, como alta mortalidade, baixo crescimento e reprodução, anorexia, anemia, exoftalmia hemorrágica, deformidade espinhal e imunidade deprimida (LIU *et al.*, 2010; SARMENTO *et al.*, 2018, SHAHKAR *et al.*, 2015; ZHOU *et al.*, 2012). Desse modo, é imprescindível a ingestão alimentar de vitamina C necessária para as funções fisiológicas normais do corpo dos peixes, bem como avaliar qual a dose ideal para atender os benefícios relacionados ao melhor desempenho animal.

A vitamina C é considerada um importante antioxidante não enzimático, conhecido por ações protetoras contra os radicais livres, auxiliando a evitar a desestabilização da membrana lipídica, protegendo assim os tecidos e o citosólico das células do dano oxidativo (LE; DABROWSKI, 2004; FETOUI *et al.*, 2008 ÖZKAN *et al.*, 2012). É também um importante imunoestimulante utilizado na aquicultura (SAKAI, 1999).

Várias pesquisas demonstram os efeitos positivos da utilização do ácido ascórbico para a piscicultura. Peixes mantidos com alta dosagem dessa vitamina podem melhorar a imunidade e resistência a patógenos e aliviar os efeitos negativos do estresse (MING *et al.*, 2012). Em fêmeas de tilápia, a vitamina C atua nos ovários, metabolismo, durante a formação de ovócitos e no crescimento de folículos ovarianos, levando à ovulação pela ação da enzima glutaciona peroxidase (PASA, 2010). De acordo com Sarmento *et al.* (2018) a adição de 599 mg de vitamina C/kg à dieta da tilápia do Nilo melhorou a fecundidade total e relativa, o peso,

tamanho/quantidade de ovos e larvas. Os autores ainda observaram aumento nas taxas de sobrevivência de larvas em diferentes salinidades e após exposição ao ar.

O ácido ascórbico também está envolvido na hidroxilação biológica reações de várias vias metabólicas, como a hidroxilação de prolina e lisina na síntese de colágeno, componente do tecido conjuntivo, tecido cicatricial na reparação de feridas, vasos sanguíneos e matriz óssea (FRACALOSSI *et al.*, 2001).

Dietas suplementadas com vitamina C podem evitar os efeitos negativos do estresse para organismos aquáticos, reduzir os efeitos nocivos da toxicidade de contaminantes da água e aumentar os mecanismos de defesa imunológica (GUHA *et al.*, 1993; KORKMAZ *et al.*, 2009). Em *Oreochromis niloticus* as dietas suplementadas com vitamina C aliviaram todos os sinais toxicológicos induzidos pela água poluída, através do mecanismo de defesa antioxidante e do sistema de imunidade nos tecidos contra toxicidade imidacloprido (MOHAMMED *et al.*, 2020).

Especificamente, a vitamina C atua como cofator e desempenha papéis importantes em muitos processos fisiológicos envolvidos, por exemplo, na biossíntese de carnitina e noradrenalina, necessárias para o crescimento normal dos peixes, ou da reprodução (DARIAS *et al.*, 2011; SARMENTO *et al.*, 2018; SHAHKAR *et al.*, 2015). Portanto, a vitamina C tem sido associada em vários animais aquáticos à promoção do crescimento, reprodução e resposta imune a estressores (MING *et al.*, 2012; WAN *et al.*, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e espécimes

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Faculdade de Ciências Agrárias na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), com duração de 56 dias. Foram distribuídos aleatoriamente 30 peixes por unidade experimental, com peso médio de 0,5 g e estocados em caixas com volume útil de 40 L (Figura 1).



FIGURA 1. Sistema de recirculação de água para o cultivo de alevinos de tilápia do Nilo. Fonte: O autor (2019).

Foram utilizados 360 alevinos masculinizados de tilápia do Nilo da linhagem GIFT, disponibilizados pela piscicultura Aquaforte alevinos®, distribuídos aleatoriamente por três tratamentos (0,10 e 20 mg/kg) e quatro repetições cada. O sistema de recirculação de água (RAS) foi composto por 12 unidades experimentais, cuja água foi conduzida, respectivamente, por gravidade aos filtros mecânico e biológico. O filtro mecânico foi constituído por um material de lã acrílica e o filtro biológico por britas número 2, onde os materiais em suspensão e restos de ração ficaram retidos (Figura 2). Para a recirculação da água foi utilizada uma bomba submersa com vazão de 4 m³/h.



FIGURA 2. Filtro mecânico e filtro biológico.

Fonte: O autor (2019).

3.2 Delineamento Experimental

Os alevinos foram alimentados com ração comercial extrusada de granulometria 3 mm contendo 32% de proteína bruta (Tabela 1). A alimentação consistiu na adição de três concentrações suplementadas com vitamina C (0, 10 e 20 mg/kg de monofosfato de ácido ascórbico L). A incorporação da vitamina C se deu a partir da mistura eutética dos compostos.

Monitorou-se as variáveis dos parâmetros físicos e químicos da água do sistema de recirculação em cada unidade experimental, duas vezes ao dia utilizando uma sonda digital MO 900® para oxigênio dissolvido (mg/L) e temperatura (°C). A condutividade elétrica (uS/cm) foi monitorada também duas vezes ao dia, com o auxílio do aparelho AK38®. Para o monitoramento do potencial Hidrogeniônico utilizou-se o pHmetro digital portátil da marca Ph-009 (i)a®.

A ração foi ofertada manualmente com frequência de cinco vezes ao dia, até a saciedade aparente dos animais, nos horários (8, 10, 12, 14 e 16 h) com duração média de 30 minutos por arraçoamento para os peixes. Diariamente realizou-se o manejo de sifonagem das caixas depois de todas as alimentações para retirada das fezes e dos possíveis resíduos de ração.

TABELA 1. Níveis de garantia da ração extrusada Revolution Alevino de granulometria 3 mm da Douramix®.

Nutriente	Quantidade
-----------	------------

Cálcio (máx.)	35,00 g/kg
Cálcio (mín.)	25,00 g/kg
Extrato Etéreo (mín.)	110,00 g/kg
Fósforo (mín)	20,00 g/kg
Matéria Fibrosa (máx.)	25,00 g/kg
Matéria Mineral (máx.)	140,00 g/kg
Proteína Bruta (mín.)	400,00 g/kg
Umidade (máx.)	120,00 g/kg

3.3 Biometrias

As análises biométricas foram realizadas quinzenalmente, com a utilização de um puçá retiraram-se os peixes das caixas, sequencialmente colocados dentro de um balde com cerca de 4 L de água do cultivo, inserido em torno de 3 gotas de Eugenol® para reduzir o estresse do animal. Em seguida, os peixes foram anestesiados e empregados em um recipiente com água limpa para realização da pesagem. Após a pesagem individual dos cinco peixes, utilizando balança semi-analítica da marca High-precision Electronic Scales®, e destinou-se a realização de eutanásia, mensuração e retirada de vísceras (Figura 3). Seguidamente realizaram-se as pesagens das vísceras totais, fígado e intestino.



FIGURA 3. Incisão lateral para retirada das vísceras. Fonte: O autor (2019).

Ao longo do experimento foram acompanhados os dados de peso final, ganho em biomassa, biomassa final, conversão alimentar (CA) = consumo de alimento / ganho em peso total, ganho de crescimento diário, consumo de ração = consumo de alimento / tempo (dias), ganho em peso médio diário = (peso final - peso inicial) / tempo (dias) e, sobrevivência = $(100 \times (N^\circ \text{ inicial de tilápias} - N^\circ \text{ final de tilápias})) / N^\circ \text{ inicial de tilápias}$ para dados de desempenho produtivo.

3.4 Índices corporais dos peixes

As análises dos parâmetros corporais foram realizadas no Laboratório de Aquicultura da Universidade Federal da Grande Dourados. Para cada unidade experimental, foram coletados de forma aleatória cinco animais de cada tratamento para determinação dos parâmetros corporais de intestino, fígado e vísceras totais (Figura 4). Para análise dos índices corporais das tilápias foi realizada uma incisão na região abdominal, com intuito de retirar as vísceras e separar o fígado. Os pesos das víscerosomáticos e do fígado foram adquiridos após sua retirada e determinação dos índices víscerosomático e hepatossomático, respectivamente, por meio das equações definidas por Vazzoler (1996):

$$1) IVS = \frac{PVS}{PV} \times (100)$$

Na qual:

IVS = índice viscerossomático (%);

PVS = peso da víscera (g);

PV = peso vivo (g);

$$2) IHS = \frac{PF}{PV} \times (100)$$

Na qual:

PF= Peso fígado (g);

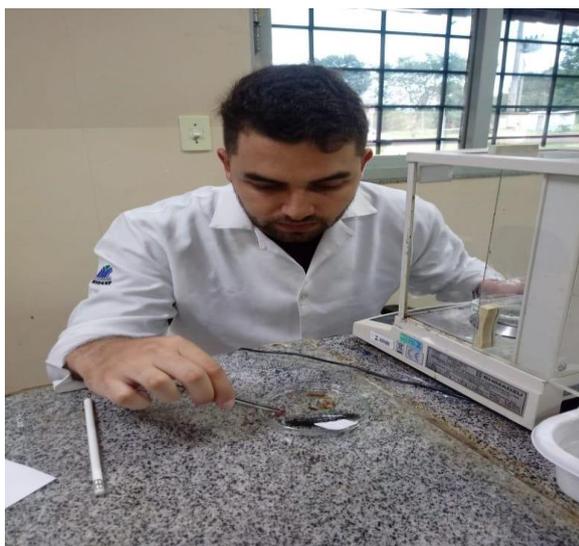


FIGURA 4. Análise dos parâmetros corporais de intestino, fígado e vísceras. Fonte: O autor (2019).

3.5 Análises Estatísticas

De posse dos dados de desempenho produtivo dos experimentos, foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade a 5% dos resíduos, pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene. Os mesmos submetidos à ANOVA, com 5% de significância e, em caso de diferença significativa entre pelo menos um dos tratamentos, as médias serão comparadas por Tukey a 5%, utilizando o software STATISTICA 7.0.

Componente sistemática utilizada será:

$$Y_{ik} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ik}$$

No qual:

Y_{ik} = Efeito da adição da Vitamina C i e repetição k

($i= 1, 2, 3$; $k=1, 2, 3, 4$);

μ : Média populacional;

α_i : Efeito da adição de Vitamina C i ;

ϵ_{ik} : Erro residual. populacional;

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos parâmetros de temperatura da água (° C), pH, oxigênio dissolvido (O.D), oxigênio saturado (%) e condutividade (uS/cm) mensurados durante o período experimental foram, respectivamente (Tabela 2). Estes parâmetros estão dentro da faixa considerada adequada para as principais espécies, de acordo com Kubitzka, 2000.

TABELA 2. Parâmetros da água monitorados durante o experimento: temperatura (° C), pH, oxigênio dissolvido (O.D), Oxigênio Saturado (%) e condutividade.

Período	T (° C)	pH	O.D (mg/L)	O.D (%)	Cond. (uS/cm)
Manhã	26,19±0,92	6,18±0,54	3,23±0,76	8,17±1,95	862±315,12
Tarde	26,13±0,99	6,10±0,51	2,91±0,87	7,02±1,76	871±323,21

O uso de rações contendo a vitamina C, submetidas a adição de ácido ascórbico nas quantidades de 0,10 e 20 mg/kg, em populações masculinizadas de tilápia do Nilo apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), demonstrada na tabela 3. Onde avaliou-se os parâmetros de peso final, ganho em peso final, biomassa final, ganho em peso médio diário, taxa de crescimento específico, consumo de ração, conversão alimentar, ganho em peso médio diário, sobrevivência para dados de desempenho produtivo.

TABELA 3. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros de desempenho produtivo observados no cultivo de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo, alimentados com ração acrescida com ácido ascórbico sobre diferentes desafios de quantidades.

Parâmetros	Níveis de vitamina C mg/kg			(F; p)
	0	10	20	
Peso final (g)	6,28 ± 0,21	5,71 ± 0,12	5,88 ± 0,17	2,83; 0,11
Ganho de biom. (g)	103,95 ± 6,57	98,32 ± 3,77	92,10 ± 4,86	1,30; 0,32
Biomassa final (g)	153,55 ± 7,66	146,72 ± 5,12	139,05 ± 5,36	1,39; 0,30
GPMD (g/dia) ⁽¹⁾	2,31 ± 0,15	2,18 ± 0,08	2,05 ± 0,10	1,30; 0,32
Crescimento esp. (cm)	1,86 ± 0,03	1,73 ± 0,02	1,76 ± 0,03	5,54; 0,03
Consumo de ração	200,45 ± 15,10	213,12 ± 7,09	204,22 ± 12,38	0,29; 0,75
Conversão alimentar	1,97 ± 0,25	2,18 ± 0,11	2,23 ± 0,13	0,61; 0,57

⁽¹⁾ GPMD: ganho em peso médio diário; F: Variável do teste; p: valores críticos

Os maiores valores médios do parâmetro biomassa final foram dos alevinos que não receberam vitamina C em suas rações sendo 153,55 g , seguida de 146,725 g para os que receberam cerca de 10 mg/kg, e 139,050 g para os que receberam 20 mg/kg. Tal fato pode ser devido que ao contato com a água a vitamina C rapidamente se dissolve, esse intervalo pode reduzir a quantidade de ácido ascórbico na ração (LIMA; BARBOSA, 2016).

Na sobrevivência foi observada um percentual maior para os que receberam 10 mg/kg de vitamina C, no qual resultou em uma taxa de sobrevivência de 85,83%, comparando para os que não receberam suplementação a taxa foi de 81,67%, enquanto os que receberam 20 mg/kg a taxa de sobrevivência apresentou 79,16%. Segundo Navarro et. al., 2010 a suplementação de vitamina C de 50 mg/kg na dieta proporcionou uma taxa de sobrevivência de 98,33%. Os índices de crescimento específico obtiveram resultados expressivos entre os tratamentos. Conforme Fracalossi (1998) apud Toyama *et al.*, (2000) os níveis de nutrientes promovem um elevado crescimento porém não são necessariamente os que induzem resistência a doenças ou um fortalecimento do sistema imunológico.

No ganho em peso final, os que não receberam a vitamina C, obtiveram um pequeno aumento comparado aos outros, 6,281 g, em seguida os que receberam 20 mg/kg ficou com um ganho de 5,882 g e por último, os que receberam 10 mg/kg com 5,711 g. De acordo com Lim (1997), apud Toyama *et al.* (2000) a suplementação com vitamina C é indispensável em dietas para tilápias revertidas e um percentual aceitável de disponibilidade da vitamina C para existir um significativo aumento de ganho em peso dos alevinos de tilápia do Nilo, a quantidade ideal poderia ser de 50 miligrama por quilograma de dieta.

Os alevinos que consumiram 10 mg/kg e 20 mg/kg de vitamina C obtiveram uma redução de peso de cinco gramas comparado ao que não recebeu suplementação. Diferente do estudo de Navarro, et. al., 2010 que teve efeito significativo ($P < 0,05$) no peso médio final, ganho de peso para tilápia revertida alimentada com 50, 100 e 200 mg de vitamina C por kg de ração. De acordo com os resultados propostos por Lima e Barbosa (2016) a suplementação de vitamina C em baixa quantidade na dieta não pode ser responsável pela diferença de peso, em seu estudo foi suplementada cerca de 850 mg/kg de ácido ascórbico na ração.

Realizou-se três biometrias para se observar a porcentagem de sobrevivência de tilápia do Nilo, todas obedecem o mesmo padrão na qual consta que para os alevinos alimentados

com uma porcentagem de 10 mg/kg de vitamina C na ração, há diferença significativa nos resultados ($P>0,05$), como demonstrado na Figura 5.

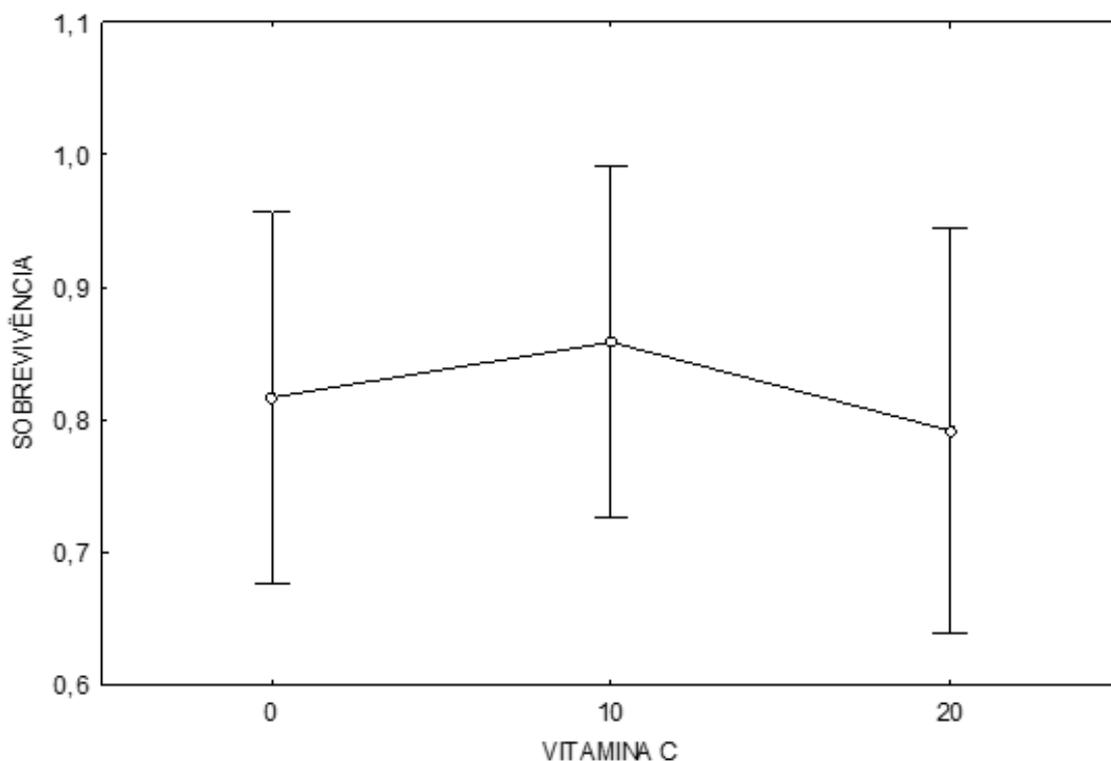


FIGURA 5. Sobrevivência com os diferentes níveis de concentração de vitamina C.

Para o estudo de Lima e Barbosa (2016) realizado com tilápias, diferente desse experimento com a introdução da vitamina C, pode-se perceber que na fase inicial os peixes apresentavam pesos similares e ao final não houve uma diferença que pudesse ser relevante, em seu estudo também se considerou a suplementação de vitamina C na ração para sobrevivência final e peso. Vale relembrar que, as exigências nutricionais dos peixes por vitamina C são influenciadas por vários fatores, dentre outros, idade, tamanho, estado reprodutivo e estresse (TOYAMA *et al.*, 2000).

No estudo de Lima e Barbosa (2016) houve uma quantidade relativamente elevada de vitamina C, cerca de 850 mg/kg, no trato e se comparado ao estudo presente a quantidade de ração foi de somente 10 e 20 mg/kg, ou seja, sem resultados significativos como demonstrados na tabela 2, para o resultado de ganho em peso, 0 mg/kg, 10 mg/kg e 20 mg/kg respectivamente: 103,95 g, 98,325 g e 92,100g.

Os índices víscerosomáticos e hepatossomáticos não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) sendo adicionados níveis de 0,10 e 20 mg/kg de vitamina c na ração comercial (Tabela 4).

TABELA 4. Índices víscerosomáticos e hepatossomáticos dos alevinos de tilápia alimentados com dietas com adição de vitamina C na ração.

Índices víscerosomáticos e hepatossomáticos	Vitamina C (mg/kg)		
	0	10	20
Fígado	0,179±0,07	0,171±0,07	0,162±0,07
Intestino	0,596±0,84	0,508±0,44	0,479±0,24
Vísceras	1,173±0,41	1,007±0,34	0,930±0,38

Quando comparados os pesos finais do fígado, intestino e vísceras dos peixes, o tratamento que contém 20 mg/kg teve um menor valor (%) de peso final. Neste sentido, o presente estudo, com a suplementação de complexo vitamínico influenciou de forma negativa, acarretando provavelmente em um acúmulo de minerais no fígado dos alevinos de tilápia do nilo. Diferente dos estudos propostos por Sanchez, et. al., 2017, onde as dietas ofertadas aos peixes não causaram efeitos de alteração no fígado.

Ao se observar os dados elaborados pode-se acrescentar que os alevinos comiam a ração de maneira imediata, após o seu fornecimento (os animais não esperavam que o colaborador se afastasse para iniciar a captura dos grânulos) e durante esse experimento era observado o processo de alimentação até a saciedade, o alimento era fornecido cinco vezes ao dia.

É importante compreender que os níveis dessa vitamina disponíveis na ração poderiam ser inferiores às necessidades dos peixes. Menor taxa de crescimento nos animais que receberam dieta não suplementada pode estar relacionado à inadequada quantidade de vitamina C nesta dieta, fato que não foi observado na fase inicial de vida das larvas, o que pode ocorrer em função da utilização de reservas endógenas, que pode ter sido insuficiente para suprir as necessidades dos animais até o final do experimento (LIMA e BARBOSA, 2016).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os parâmetros de desempenho produtivo observados no cultivo de alevinos masculinizados de tilápia do Nilo não são influenciados pelos níveis de ácido ascórbico nas quantidades de 10 mg/kg e 20mg/kg adicionados à ração comercial. Exceto o parâmetro de crescimento específico, que houve diferença significativa ($P>0,05$) para os níveis de adição de 10 mg/kg e, a taxa de sobrevivência que foi maior para os alevinos suplementados com 10 mg/kg de vitamina C adicionados a ração comercial.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA PEIXE BR. Anuário Peixe BR da piscicultura 2018. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2018. Disponível em: < <https://www.peixebr.com.br/Anuario2018/AnuarioPeixeBR2018.pdf?> >. Acesso em: 08 maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA PISCICULTURA PEIXE BR. Anuário Peixe BR da piscicultura 2019. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 2019. Disponível em: < <https://www.peixebr.com.br/Anuario2019/AnuarioPeixeBR2019.pdf?> >. Acesso em: 12 agosto 2019.

BANERJEE, G.; RAY, A. K. The advancement of probiotics research and its application in fish farming industries. **Research in Veterinary Science**, v. 115, p. 66-77, 2017.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M.; MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.

BRITO, J. M.; FERREIRA, A. H. C.; JUNIOR, H. A. S.; OLIVEIRA, A. P. A.; SANTOS, C. H. L.; OLIVEIRA, L. T. S. Desempenho zootécnico de juvenis de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com cepas probióticas e submetidos a desafio sanitário. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2019.

CHAGAS, E. C.; VAL, A. L. Efeito da vitamina C no ganho de peso e em parâmetros hematológicos de tambaqui. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 38, n. 3, p. 397-402, 2003.

CHEN, J. H. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *In*: INTERNATIONAL WORKSHOP, 16-20., oct., 2016, Taiwan. **On Sustained M., anagement of the soil-rhizosphere system for efficient crop production and fertilizer use**. Thailand: Land Development Department, 2006. p. 1-11.

CYRINO, J. E. P.; BICUDO, A. J. A.; SADO, R. Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J. K. A piscicultura e o meio ambiente- o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 68-87, 2010.

DE SCHRYVER, P.; CRAB, R.; DEFROIDT, T.; BOON, N. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture**, v. 277, p. 125-137, 2008.

EKASARIA, J.; RIVANDIA, D. R.; FIRDAUSIA, A. P.; SURAWIDJAJA, E. H. Biofloc technology positively affects Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. **Aquaculture**, v. 441, p. 72-7720, 2015.

FERREIRA, A. H. C.; BRITO J. M.; LOPES, J. B.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; BATISTA, J. M. M.; SILVA, B. R.; SOUZA, E. M.; AMORIM, I. L. S. Probiótico na alimentação de pós-larvas de tilápias-do-nilo submetidas a desafio sanitário. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 2, p.430-439, 2015.

FERREIRA, A. H. C.; LOPES, J. B.; ARARIPE, M. N. B. A.; MONTEIRO, C. A. B.; ANDRADE, F. T. Avaliação do efeito da adição de probiótico na dieta de alevinos e juvenis de tilápias-do-nylo (*Oreochromis niloticus*) criados em esgoto doméstico tratado. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 23, n. 4, p. 665-674, 2018.

FURNALETO, F. P. B.; AYROZA, D. A. M. R.; AYROZA, L. M. S. Custo e rentabilidade da produção de tilápia (*Oreochromis spp.*) em tanque-rede no médio Paranapanema, estado de São Paulo, safra 2004/2005. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 3, n. 1, 2006.

FURUYA, W. M.; GRACIANO, T. S.; VIDAL, L. V. O.; XAVIER, T. O.; GONGORA, L. D.; RIGHETTI, J. S.; FURUYA, V. R. B. Digestible lysine requirement of Nile tilapia fingerlings fed arginine-tolysine-balanced diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 485-490, 2012.

GRAM, L.; MELCHIORSEN, J.; SPANGGAARD, B.; HUBER, I.; NIELSEN, T. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by Pseudomonas fluorescence strain AH2a possible probiotic treatment of fish. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 65, p. 969-973, 1999.

HAN, B.; LONG, W. Q.; HE, J. Y.; LIU, Y. J.; SI, Y. Q.; TIAN, L. X. Effects of dietary *Bacillus licheniformis* on growth performance, immunological parameters, intestinal morphology and resistance of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to challenge infections. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 46, n. 2, p. 225-231, 2015.

HOSEINIFAR, S. H.; SUN, Y. H.; WANG, A.; ZHOU, Z. Probiotics as means of diseases control in aquaculture, a review of current knowledge and future perspectives. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE. Produção Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, v. 44, 2016.

KESARCODI WATSON, A.; KASPAR, H.; LATEGAN, M. J.; GIBSON, L. Probiotics in aquaculture: the need, principles and mechanisms of action and screening processes. **Aquaculture**, v. 274, p. 1-14, 2008.

KHAW, H. L.; PONZONI, R.W.; YEE, H. Y.; AZIZ, M. A. B.; H.Y.; BIJMA, P. Genetic and non-genetic indirect effects for harvest weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, n. 450, p. 154-161, 2016.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2. ed. Jundiaí: Acqua Sure, 2000. p. 285.

LIMA, A.F.; BARBOSA, J.M. Crescimento, sobrevivência e resistência de larvas de tilápia em função da densidade e da suplementação com vitamina C. **Arch. Zootec**, v.65, n.250, p.117-121, 2016. Disponível: <https://www.redalyc.org/pdf/495/49545852002.pdf> Acesso: 11/11/2020.

LOH, J. Y. The Role of probiotics and their mechanisms of action: an aquaculture perspective. **World Aquaculture**, v. 48, n. 1, p. 19-23, 2017.

MAHMOUD, M. M.; EL-LAMIE, M. M. M.; KILANY, O. E.; DESSOUKI, A. A. Spirulina (*Arthrospira platensis*) supplementation improves growth performance, feed utilization, immune response, and relieves oxidative stress in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) challenged with *Pseudomonas fluorescens*. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 72, p. 291-300, 2018.

MARDINI, C.V.; FERREIRA, L.B.L. **Cultivo de peixes e seus segredos**. Canoas: Ed. Ulbra. 2000. 204p. Disponível: <https://www.estantevirtual.com.br/livros/carlos-viruez-mardini/cultivo-de-peixes-e-seus-segredos/3502987320> Acesso: 11/11/2020

MASSAGO, H.; CASTAGNOLLI, N.; MALHEIROS, B.; KOBERSTEIN, T. C. R. D.; SANTOS, M. A.; RIBEIRO, R. P. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 8, n. 4, p. 397-403, 2010.

MCANDREW, B. J.; PENMAN, D. J.; BEKAERT, M.; WEHNER, S. Tilapia genomic studies. **Genomics in Aquaculture**, p. 105–129, 2016.

MERRIFIELD, D. L.; DIMITROGLOU, A.; FOEY, A.; DAVIES, S. J.; BAKEQR, R. T.; BOGWALD, J.; CASTEX, M.; RINGO, E. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. **Aquaculture**, v. 302, p. 1–18, 2010.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M.; MAUERWERK, V. L.; FRECCIA, A. Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para tilápias do Nilo durante o período de reversão sexual submetido a um desafio sanitário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.1881-1886, 2006.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M.; FRECCIA, A.; MAUERWERK, M.T. *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-Nilo submetido a desafio sanitário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1219-1224, 2007.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M.; MASCIOLI, A. S.; COLPINI, L. M. S.; FRECCIA, A. Levedura como probiótico na reversão sexual da tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 804-812, 2008.

MEURER, F.; SILVA, M. S. COSTA, M. M.; COLPINI, L. M. S.; MASCIOLI, A. S. Probiótico com levedura na alimentação da tilápia do Nilo, durante o período de reversão sexual, cultivada em água de tanque de cultivo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 10, n. 2, p. 406-416, 2009.

MOHAMED, A. S. M.; JOHN, G. M. F. Effects of probiotics on the survival, growth and challenge infection in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), **Aquaculture Research**, v. 39, p. 647-656, 2008.

NAVARRO, R.D. *et al.* Desempenho de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) suplementada com vitamina C. **Arch. zootec.** vol.59 no.228 Córdoba dic. 2010. Disponível: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-05922010000400012 Acesso: 11/11/2020.

RODRIGUES, R. B.; MEURER, F.; SILVA, D. M.; UCZAY, M.; BOSCOLO, W. R. Tecnologia de bioflocos no cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Acta Tecnológica**, v.10, n. 2, p. 15, 2015.

SANCHEZ, M. S. S. *et al.* Complexo mineral e vitamínico em dietas para alevinos de tilápias-do-nilo. **Bol. Ind. Anim.** Nova Odessa-SP, v.74, n.3, p.148-155, 2017.

SCHULTER, E. P.; FILHO, J. E. R. V. Desenvolvimento e potencial da tilapicultura no Brasil. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 16, n. 2, 2018.

SHULTER, E. P.; VIEIRA FILHO, J. E. R. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA, IPEA. Evolução da piscicultura no Brasil: diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de Tilápia. Rio de Janeiro: IPEA, 2017.

SILVA, P. C.; KRONKA, C. S. N.; TAVARES, L. H. S.; SILVA JÚNIOR, R. P.; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema raceway. **Animal Sciences**, v. 12, p. 123-134, 2003.

SOUZA, J.; CARDOZO, A.; WASIELESKY, J. R. A.; CESAR, W. P. Does the biofloc size matter to the nitrification process in Biofloc Technology (BFT) systems. **Aquaculture**, v. 500, p. 443-450, 2019.

TACHIBANA, L.; DIAS, D. C.; ISHIKAWA, C. M.; CORRÊA, C. F.; LEONARDO, A. F. G.; RANZANI-PAIVA, M. J. T. Probiótico na alimentação da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758), durante a inversão sexual: desempenho zootécnico e recuperação da bactéria probiótica intestinal. **Bioikos**, v. 25, n. 1, p. 25-31, 2011.

TAN, H. Y.; CHEN, E.; SAI-WEI, H. U.; SHAO-YANG, A. Improvements in the growth performance, immunity, disease resistance, and gut microbiota by the probiotic *Rummeliibacillus stabekisii* in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Fish & Shellfish Immunology**, v. 92, p. 265-275, 2019.

TOYAMA, G. N.; CORRENTE, J. E.; CYRINO, J. E. P.; Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Sci. agric.** Piracicaba, SP, vol.57 n.2 Apr./Jun. 2000.

Disponível:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000200005&lng=en&nrm=isoAcesso: 10/11/2020.

VAZOLLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática.** Maringá: EDUEM, p.169, 1996.

VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGELOOS, P.; VERSTRAETE, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 448, n. 64, p. 655-671, 2000.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, F. C. Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 392-398, 2014.

VIEIRA, B. B.; PEREIRA, E. L. Potencial dos probióticos para o uso na aquicultura. **Revista da Universidade do Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 2, 2016.

WANG, A.; RAN, C.; WANG, Y.; ZHANG, Z.; DING, Q.; YANG, Y.; OLSEN, R. E. RINGO, E.; BINDELLE, J.; ZHOU, Z. Use of probiotics in aquaculture of China-a review of the past decade. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 86, p. 734-755, 2019.

WOLFF, F. M.; SANTOS, M. R.; RODRIGUES, S. A.; DOMENIS, M. E.; MAKIMOTO, S. S.; CAPIBARIBE, B. R. G.; BRASILEIRO, A. G. Mortalidade em pacus (*Piractus Mesopotamicus*) ocasionada por *Pantoea agglomerans* e *Pseudomonas aeruginosa* em tanque escavado. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 47, p. 1-5, 2019.

XIA, Y.; WANG, M.; GAO, F.; LU, M.; CHEN, G. Effects of dietary probiotic supplementation on the growth, gut health and disease resistance of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Animal Nutrition**, p. 1-40, 2019.

YEP, B.; ZHENG, Y. Aquaponic trends and challenges – A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 228, p. 1586-1599, 2019.

ZHOU, X.; TIAN, Z.; WANG, Y.; LI, W. Effect of treatment with probiotics as water additives on tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and immune response. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 36, p. 501-509, 2010.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 15-21, 1999.

ZORRIEHZAHRA, M. J.; DELSHAD, S. T. M. A.; TIWARI, R.; KARTHIK, K.; DHAMA, K.; LAZADO, C. C. Probiotics as beneficial microbes in aquaculture: an update on their multiple modes of action: a review. **Veterinary Quarterly**, v. 36, n. 4, p. 228-24, 2016.