











Avaliação da inclusão de guavira (*Campomonesia adamantium*) em dietas para larvas de tilápia do Nilo

Rayane Seibt Moraes¹  Matheus Antonio do Amaral¹  Antonio Cesar Godoy^{2*}  Daniel Ferreira Rodrigues de Oliveira¹  Marcos Paiva Scardua¹  Annye Campos Venâncio Ferreira¹  Claucia A. Honorato¹  & Dacley H. Neu¹ 

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, Brasil.

² Departamento de Pesquisa em Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná, Assis Chateaubriand-PR, Brasil.

Recebido 30 janeiro 2025 / Aceito 10 fevereiro 2025

Resumo

O Manejo alimentar, a substituição de matérias-primas e a inclusão de nutrientes e aditivos são ferramentas que podem ser utilizadas para mitigar o alto custo da nutrição e oferecer rações com características nutricionais melhoradas. A Guavira *Campomonesia adamantium* possui sabor cítrico e compostos bioativos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de alevinos de tilápia do Nilo com inclusão de guavira na dieta. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e quatro repetições, totalizando 12 aquários de 15 litros, alojados com 10 alevinos por unidade experimental. Peixes com peso e comprimento médios iniciais de $0,87 \pm 0,08$ gramas e $1,44 \pm 0,07$ centímetros, respectivamente. Dietas foram preparadas contendo dois níveis de inclusão de extrato hidroalcoólico de guavira (50 e 100 mg/kg) e uma dieta controle. Foram verificados parâmetros zootécnicos: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, bem como análises histológicas do intestino e fígado das tilápias alimentadas com as dietas testadas. Não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) no peso final; comprimento final; ganho de peso; Diferenças ($p < 0,05$) foram observadas no consumo de ração e na largura das vilosidades intestinais. A resposta de consumo de ração obtida pelos animais que receberam a dieta com aditivos é positiva e pode estar relacionada à melhor digestão e absorção dos nutrientes. Com isso, é possível afirmar que para as fases iniciais da tilápia do Nilo é viável fornecer uma ração comercial com inclusão de guavira.

Palavras-chave: produtos bioativos, frutas do Cerrado, índices zootécnicos e micrografia do fígado e do intestino

Abstract - Evaluation of inclusion of guavira (*Campomonesia adamantium*) in Nile tilapia larvae diets

Feeding management, replacement of raw materials and inclusion of nutrients and additives are tools that can be used to mitigate the high cost of nutrition and offer feeds with improved nutritional characteristics. Guavira has a citrus flavor and bioactive compounds. The objective of this study was to evaluate the development of Nile tilapia fingerlings with inclusion of guavira *Campomonesia adamantium* in the diet. The experiment was carried out in a completely randomized experimental design, with three treatments and four replicates, totaling 12 15-liter aquariums, housed with 10 fingerlings per experimental unit. Fish with initial average weight and length of 0.87 ± 0.08 grams and 1.44 ± 0.07 centimeters, respectively. Diets were prepared containing two levels of inclusion of guavira hydroalcoholic extract (50 and 100 mg/kg) and a control diet. Zootechnical parameters were verified: weight gain, feed intake, apparent feed conversion, specific growth rate, as well as histological analyses of the intestine and liver of tilapia fed the tested diets. No differences ($p > 0.05$) were found in final weight; final length; weight gain; Differences ($p < 0.05$) were observed in feed intake and intestinal villi width. The feed intake response obtained by animals that received the diet with additives was positive and may be related to better digestion and absorption of nutrients. Therefore, it is possible to state that for the initial stages of Nile tilapia it is viable to provide a commercial diet with inclusion of guavira.

Keywords: bioactive products. Cerrado fruits. alevins. nutrition.

Resumen - Evaluación de la inclusión de guavira (*Campomanesia adamantium*) en dietas para larvas de tilapia del Nilo

La gestión de la alimentación, la reposición de materias primas y la inclusión de nutrientes y aditivos son herramientas que se pueden utilizar para mitigar el alto costo de la nutrición y ofrecer alimentos con características nutricionales mejoradas. La guavira *Campomanesia adamantium* tiene un sabor cítrico y compuestos bioactivos. El objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo de alevines de tilapia del Nilo con la inclusión de guavira en la dieta. El experimento se llevó a cabo en un diseño experimental completamente aleatorizado, con tres tratamientos y cuatro réplicas, totalizando 12 acuarios de 15 litros, alojados con 10 alevines por unidad experimental. Peces con un peso y longitud promedio inicial de $0,87 \pm 0,08$ gramos y $1,44 \pm 0,07$ centímetros, respectivamente. Se prepararon dietas conteniendo dos niveles de inclusión de extracto hidroalcohólico de guavira (50 y 100 mg/kg) y una dieta control. Se verificaron parámetros zootécnicos: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia aparente, tasa de crecimiento específico, así como análisis histológicos del intestino y del hígado de tilapias alimentadas con las dietas probadas. No se encontraron diferencias ($p > 0,05$) en el peso final; longitud final; aumento de peso; Se observaron diferencias ($p < 0,05$) en el consumo de alimento y el ancho de las vellosidades intestinales. La respuesta de consumo de alimento obtenida por los animales que recibieron la dieta con aditivos es positiva y puede estar relacionada con una mejor digestión y absorción de nutrientes. Por lo tanto, es posible afirmar que para las fases iniciales de la tilapia del Nilo es viable proporcionar un alimento comercial con la inclusión de guavira.

Palabras clave: Productos bioactivos. Frutos del cerrado. Freír. Nutrición.

Introdução

Com a expansão da aquicultura em todo o mundo, a produção de pescado vem crescendo continuamente, com destaque para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Com sua fácil adaptação a diversos climas, locais e formas de cultivo, vem ganhando destaque na aquicultura mundial. Em 2019, a produção global de tilápia atingiu 4,59 milhões de toneladas, com o Brasil produzindo 323.714 toneladas e ocupando a 4ª posição como maior produtor de tilápia do mundo (FAO, 2022). Na piscicultura, a ração tem alto valor, representando 40 a 70% dos custos totais de produção (Andrade et al., 2015).

Com a intensificação da produção, novas tecnologias e rações alternativas são utilizadas com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir custos de produção. Frequentemente são utilizados produtos que podem oferecer melhorias fisiológicas, sanitárias ou zootécnicas, principalmente incorporados à ração, pois contribuem para o aproveitamento dos compostos desejados (Ribeiro et al., 2012).

Com isso, a inclusão de aditivos busca mitigar esse excedente para o produtor e, para os animais, pretende-se oferecer rações com características melhoradas do produto, que podem ou não modificar o seu valor nutricional (Wallace & Chesson, 1995; Salami et al., 2016). Os aditivos, em geral, podem trazer benefícios aos animais, como aumento da digestibilidade, absorção de nutrientes, ações antioxidantes, estimulação do sistema imunológico e redução da conversão alimentar (Costa et al., 2011).

Existem vários aditivos naturais que podem ser incluídos na ração (Beltrán & Esteban, 2022).

A guavira (*Campomanesia adamantium*) (Figura 1) possui sabor cítrico e adocicado, pertencente à família

Figura 1. Fruto da guavira (*Campomanesia adamantium*)



Myrtaceae (Honorato et al., 2021). Além do efeito cítrico, que pode proporcionar melhor desempenho pela possibilidade de melhorias no conteúdo de bactérias benéficas no intestino, essa fruta possui alto teor de vitamina C, contendo quatorze vezes mais quando comparada à pitanga (2,34 mg/g para guavira, 0,14 mg/g para pitanga (*Eugenia uniflora*) (Vallilo et al., 2006), podendo ser um produto com potencial aplicação na dieta de peixes.

O presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da inclusão do extrato hidroalcoólico de guavira na dieta de larvas de tilápia do Nilo sobre parâmetros zootécnicos e micrografia intestinal e hepática.

Material e Métodos

O experimento experimental foi realizado no Laboratório de Produção Aquícola, do curso de Engenharia de Aquicultura, localizado na Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD).

Foram elaboradas três dietas com inclusão de extrato hidroalcoólico de guavira, uma dieta isenta do aditivo 0,0 mg de extrato de guavira por kg de ração (tratamento controle); e os demais com a inclusão de 50,0 mg/kg (Tratamento 2) e 100 mg/kg (Tratamento 3). Para a incorporação da guavira em rações comerciais, foi elaborado um extrato alcoólico de guavira, com uma amostra de 300 g de farelo seco de guavira (produto comercial adquirido de produtores locais), misturado em 300 mL de etanol 70°. Este extrato foi acondicionado em geladeira até sua utilização. Esses extratos foram então incorporados a uma ração comercial extrusada contendo 32% de proteína (Tabela 1). As dietas foram oferecidas quatro vezes ao dia, *ad libitum*, em horário específico (8h, 11h, 14h, 16h), por um período de 28 dias.

Tabela 1. Composição centesimal das dietas com a inclusão de extrato hidroalcoólico de guavira (*Campomonesia adamantium*).

Variáveis	Inclusão de Guavira (mg/kg)		
	0,0	50	100
Umidade (%)	7,49 ±0,08	6,89 ±0,07	7,89 ±0,08
Cinzas (%)	6,27 ±0,03	5,99 ±0,03	6,49 ±0,03
Proteína bruta (%)	32,08 ±0,53	31,88 ±0,43	32,18 ±0,53
Extrato etéreo (%)	6,13 ±0,05	6,01 ±0,05	6,26 ±0,05

Média ±DP - (Desvio padrão)

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições. As unidades de estudo foram constituídas por 12 aquários com capacidade de 15 L, com recirculação individual, filtro biológico e mecânico, e densidade de 10 larvas de tilápia por unidade. O peso e o comprimento médios iniciais dos peixes foram de 0,87 ±0,08 g e 1,44 ±0,07 cm, respectivamente. Durante este período experimental, a qualidade da água foi monitorada semanalmente, permanecendo em temperaturas abaixo de 20°C.

Ao final do período experimental, os peixes foram capturados e atordoados em Eugenol (100 mg/L), sendo avaliados: ganho de peso = peso final (g) – peso inicial (g); consumo de ração = peso inicial dos potes de ração (g) - peso final dos potes de ração (g); conversão alimentar aparente = consumo de ração/ganho de peso (g) e taxa de crescimento específico = peso final (g) - em peso inicial (g)/período experimental x 100). Para determinar se houve influência do extrato de guavira na fisiologia dos peixes, foram realizadas análises histológicas do intestino, como tamanho e largura das vilosidades e relação entre altura e largura das vilosidades. A viabilidade foi testada por meio da sobrevivência (número de animais vivos/total de peixes). Para as análises histológicas, dois peixes por unidade experimental foram eutanasiados segundo o método Conceia (sedados com Eugenol na dose de 100 mg/L até a perda das reações), conforme Delbon e Paiva (2012). Desses animais, amostras de fígado e intestino foram coletadas e colocadas em recipientes contendo formalina 10% para fixação, por um período de 24 horas, logo após substituídas por etanol 70%. Posteriormente, os tecidos foram colocados em histocassetes e desidratados em série ascendente de solução de etanol nas concentrações (70, 80, 90 e 100%) para diafanização em Xilol e infiltração de parafina liquefeita. Após a infiltração, os tecidos foram incluídos em parafina e foram feitos cortes histológicos com espessura de 5 µm, utilizando micrótomo rotativo. Os cortes obtidos por microtomia foram colocados em banho-maria e posteriormente coletados em lâminas de vidro. Após completa aderência do tecido à lâmina e quando completamente seco, iniciou-se o processo de coloração.

No processo de coloração, as lâminas histológicas foram submetidas a dois banhos em Xilol e soluções decrescentes de etanol nas concentrações (100, 90, 80 e 70%). Em seguida, foram lavadas em água corrente e coradas pelo método hematoxilina-eosina. Posteriormente, as lâminas foram desidratadas com soluções alcoólicas crescentes (70, 80, 90 e 100%) e clarificadas com Xileno. Todas as lâminas produzidas receberam uma gota de cola para fixação das lâminas.

Os cortes histológicos foram analisados por microscópio óptico com objetiva de 40× para o fígado e 10× para o intestino. As imagens foram capturadas pelo programa Image Pro-Plus (versão 4.5). Após os registros fotográficos, as imagens passaram por histomorfometria, onde foram medidos altura, perímetro, largura e espessura das vilosidades, além da espessura da túnica. Para o fígado, foram avaliados diâmetro, área e perímetro dos hepatócitos. O programa ImageJ foi utilizado para essas medições.

Os dados foram submetidos aos testes de homogeneidade Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) e de normalidade dos resíduos Bartlett (Bartlett, 1937). Seguindo os pressupostos, realizou-se uma análise ANOVA. Diferenças estatísticas ($p < 0,05$) foram analisadas pelo teste de Tukey (Tukey, 1949). As análises estatísticas foram conduzidas no software R (R Core Team, 2022), utilizando o pacote ExpDes.pt (Ferreira et al., 2021).

A análise multifatorial (análise de componentes principais - PCA) foi utilizada para avaliar a correlação entre as variáveis e as concentrações do extrato hidroalcoólico de guavira. Essa técnica permite reduzir a dimensionalidade dos dados, realizando uma combinação linear para descartar componentes com menor variação. As análises PCA foram realizadas no software R (R Core Team, 2022) com o pacote multcomp (Hothorn et al., 2008).

Resultados

Não houve diferença estatística para as variáveis peso final, comprimento final, ganho de peso, sobrevivência, fator de condição, conversão alimentar e taxa de crescimento específico ($p > 0,05$) (Tabela 2). A dieta foi afetada positivamente pela inclusão de guavira na dieta, diferindo significativamente do tratamento controle ($p < 0,05$).

Tabela 2. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a uma alimentação com guavira (*Campomonesia adamantium*).

Variáveis	Inclusão de Guavira (mg/kg)			Valor p
	0,0	50	100	
Peso final (g)	2,23 ±0,11	2,23 ±0,12	2,29 ±0,49	0,95
Comprimento final (cm)	5,12 ±0,12	5,17 ±0,10	4,95 ±0,27	0,26
Ganho em peso (g)	1,38 ±0,10	1,36 ±0,08	1,41 ±0,45	0,96
Sobrevivência (%)	83 ±0,21	70 ±0,11	75 ±0,19	0,61
Fator de condição	1,66 ±0,04	1,61 ±0,07	1,94 ±0,66	0,51
Consumo ração (g)	13,57 ±0,55 ^a	8,63 ±1,33 ^b	9,08 ±0,88 ^b	0,0004
Conversão Alimentar	0,72 ±0,38	0,77 ±0,22	0,68 ±0,47	0,93
Taxa crescimento específico (% dia ⁻¹)	3,44 ±0,11	3,38 ±0,35	3,38 ±0,60	0,98

Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

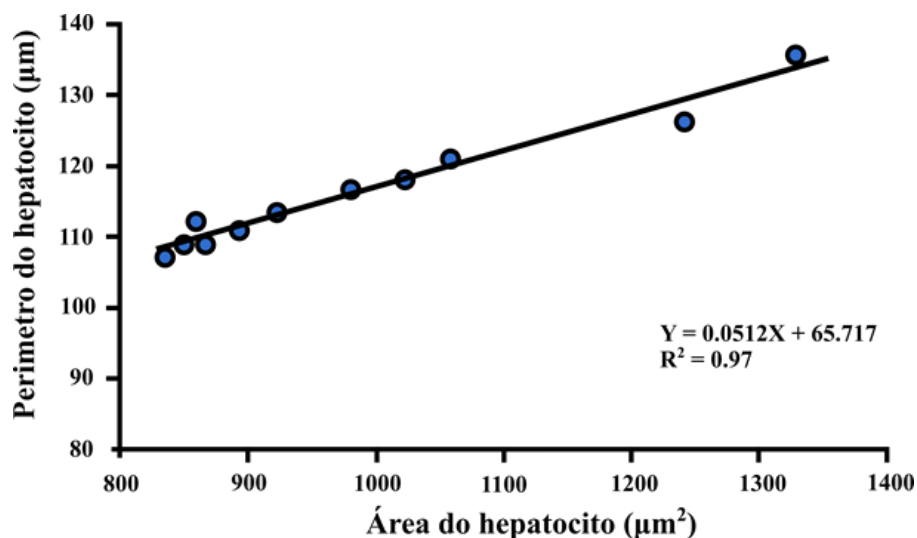
Neste trabalho verificou-se que os hepatócitos apresentam núcleos centrais ou excentricamente localizados e esféricos, e nucléolos evidentes. Para os parâmetros diâmetro, área e perímetro dos hepatócitos, não houve diferença significativa entre os tratamentos com inclusão de extrato de guavira e tratamento controle ($p > 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos parâmetros dos hepatócitos de alevinos de tilápia-do-Nilo submetidas a uma alimentação com guavira (*Campomonesia adamantium*).

Variáveis	Inclusão de guavira (mg/kg)			Valor p
	0,0	50	100	
Diâmetro (µm)	35,55 ±5,24	34,74 ±1,92	35,72 ±3,33	0,91
Área (µm ²)	1015,08 ±272,05	959,79 ±99,76	993,37 ±173,71	0,92
Perímetro (µm)	117,87 ±15,46	114,90 ±5,97	116,44 ±6,89	0,91

Foi possível observar na histologia do fígado que quando o diâmetro aumenta, a área e o perímetro também aumentam (Figura 2), portanto possuem uma relação orgânica, dentro da normalidade esperada.

Figura 2. Relação área e perímetro de hepatócitos em nível crescente, dentro dos limites normais experimentais.



Nas análises do intestino, para os parâmetros altura, perímetro, espessura das vilosidades e espessura da túnica, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$). Entretanto, foi observada diminuição na largura das vilosidades, com diferença estatística ($p < 0,05$) nos peixes alimentados com as dietas contendo extrato hidroalcoólico de guavira, quando comparados ao tratamento controle (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação dos parâmetros do intestino de alevinos de tilápia-do-Nilo submetidas a uma alimentação com guavira.

Variáveis	Inclusão de guavira (mg/kg)			Valor p
	0,0	50	100	
Altura (μm)	190,95±15,20	132,46±17,23	185,13±58,03	0,09
Perímetro (μm)	453,36±47,07	305,17±34,01	433,7±128,33	0,08
Largura (μm)	104,51±17,38 ^a	61,36±3,17 ^b	77,00±17,27 ^b	0,01
Espessura Vilosidades (μm)	33,67±8,24	28,69±4,04	34,57±10,02	0,55
Espessura Túnica (μm)	23,02±8,32	17,48±2,98	21,57±2,69	0,33

Diferentes letras sobrescritas na mesma linha indicam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

Para revelar as relações entre os parâmetros medidos no experimento (concentração de guavira × variáveis avaliadas), foi realizada análise de componentes principais (PCA) nos valores. A Figura 3 mostra as posições dos tratamentos e variáveis no gráfico PCA ao longo dos dois primeiros componentes explicaram 58,9% da variabilidade dos grupos (Figura 3A). Apenas os *loadings* ($loadings \geq |0.60|$) gerados a partir de valores selecionados do experimento foram consideradas para a análise PCA. Com a análise de PCA, no presente experimento, observa-se que os resultados obtidos das dietas sem inclusão de guavira e inclusão de 100 mg/kg se sobrepuseram (*overlap* - Figura 3A), indicando que as respostas são similares.

Examinando os vetores principais e/ou variáveis (Figura 3B), podem ser inferidas que área de hepatócito (Area-hepat), biomassa final (F-biomass), sobrevivência (Surv) e ganho de biomassa (B-gain) são altamente correlacionados. Em contra-partida, outro agrupamento, não se correlacionam com o grupo anterior, por estarem em ângulos $\approx 90^\circ$. Mas, pode-se observar que as variáveis fator de condição (C-Factor), taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso (Weight-g) e peso final (F-weight) apresentam alta correlação entre si.

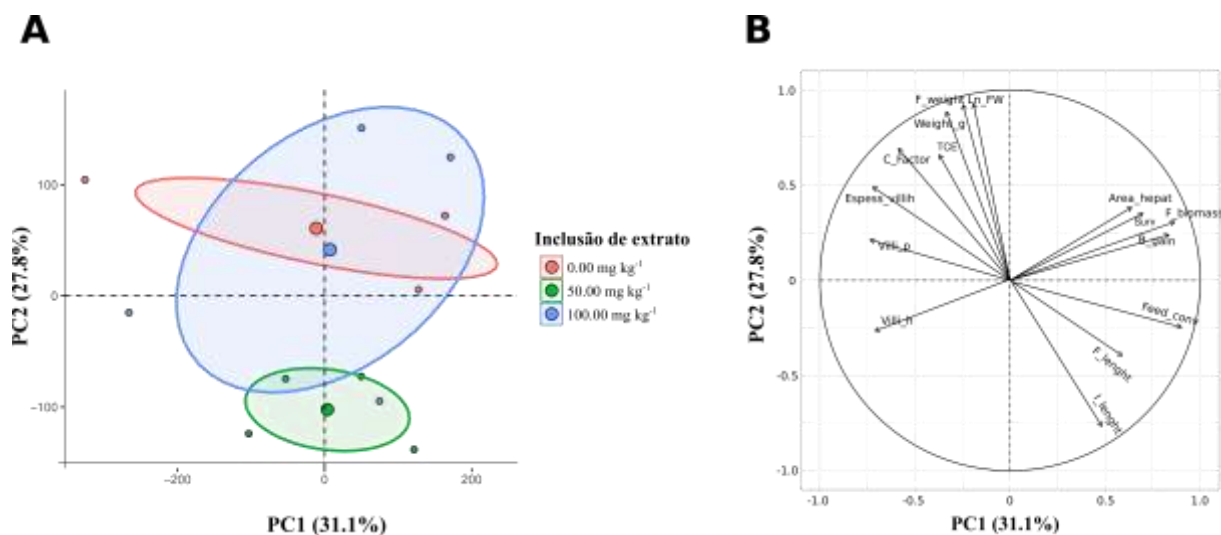


Figura 3. A) Biplots do 1º e 2º PCs. os anéis correspondem às elipses de confiança de 65% estimadas usando a média de todos os dados referentes à inclusão do extrato de guavira. A variância explicada para cada PC é mostrada entre parênteses. B) Gráfico PCA das variáveis.

Discussão

Considerando o consumo de ração, é possível verificar que nas dietas com inclusão de guavira, os peixes tiveram o menor consumo, porém, foi verificado o mesmo ganho de peso quando comparado aos animais que tiveram a dieta sem inclusão de guavira. Do ponto de vista produtivo, este é um fator interessante, pois pode proporcionar benefícios econômicos ao produtor. O fato de obter o menor consumo de ração pode estar relacionado à composição da guavira, que proporcionou melhor digestão e absorção dos nutrientes da dieta, fato que corrobora o estudo de Marcondes (2021), que observou redução no ritmo alimentar sem prejudicar o desenvolvimento dos animais.

Vale ressaltar que a inclusão de bioativos com alta concentração de vitamina C favorece a reserva dessa vitamina em períodos que antecedem as temperaturas amenas (Barros et al., 2014, 2015). Como os animais foram expostos a essa condição, pode-se inferir que a inclusão de guavira é uma estratégia para o frio, pois em dietas não suplementadas houve um maior gasto de energia na manutenção e modificação do sistema fisiológico (Barros et al., 2015), contribuindo com o aumento do consumo de ração.

Os aspectos histológicos normais do fígado são cruciais no entendimento da relação entre a característica morfométrica funcional e os parâmetros zootécnicos e fases de desenvolvimento (Rodrigues, Saturnino, & Fernandes, 2017). A estrutura dos hepatócitos dos peixes possui núcleo localizado no centro (Glesse, 2019). No atual trabalho, foram observadas em todos os tratamentos diversas células hepáticas com núcleo excêntrico, que podem ser provocadas por diversas substâncias químicas, alimentação (Honorato et al., 2014) ou exposição a agentes estressores (Glesse, 2019). Ressalta-se a necessidade de outras análises histológicas do fígado para mais informações sobre as causas das anormalidades fisiológicas.

No intestino ocorre a maior parte da absorção dos nutrientes, sendo uma resposta precisa na nutrição de peixes (Rotta, 2003). Observando que há diferença na largura das vilosidades do intestino dos peixes, pode-se considerar que os animais que não receberam a inclusão de guavira em sua dieta (tratamento 1) possuem maior largura quando comparados aos animais dos tratamentos 2 e 3. Macari (1999) afirma, em um estudo com aves, que as dimensões do vilão estão associadas com a quantidade de nutrientes da dieta, ou seja, o aumento da dimensão dos vilos permite maior absorção de nutrientes. Além disso, compostos bioativos podem estimular a digestibilidade das dietas, bem como a absorção dos nutrientes (Ader, 2000; Peric, Zikic, & Lukic, 2009).

Neste estudo, as dosagens contendo guavira apresentaram a diminuição da largura dos vilos, o que permite concluir que não foi necessária uma modificação no trato intestinal para obter boas taxas de absorção, o que corresponde ao menor consumo de ração e ao mesmo ganho em peso dos animais. Estudos recentes identificaram correlações entre substâncias naturais e modulação do desempenho do crescimento, microbiota intestinal e qualidade intestinal (Fascina et al., 2017; Zhu et al., 2019). As propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras destes compostos também devem ser consideradas. Extratos naturais poderiam reduzir a expressão genética de citocinas envolvidas na resposta inflamatória a nível intestinal (Herrero-Encinas et al., 2020), levando a um melhor desempenho animal.

A análise de componentes principais mostrou que os animais que receberam a dieta contendo 50 mg de guavira por kg de ração tiveram uma discriminação dos demais grupos, isentos de guavira e com 100 mg por kg, que se sobrepuseram. As diferenças encontradas para este grupo quando realizada uma análise multivariada ficam evidentes, fato não observado em uma análise de ANOVA. Os peixes que consumiram a dieta com 50 mg de guavira apresentaram os menores valores para as variáveis analisadas histologicamente no intestino e no fígado, e isso responde nas variáveis de desempenho zootécnico. É possível correlacionar que a altura do vilo reduz frente a um maior valor na conversão alimentar. Por outro lado, a largura do vilo aumenta conforme aumenta o consumo de ração, situação evidenciada para os peixes do grupo isento de guavira na dieta.

Conclusão

A guavira (*Campomonesia adamantium*) apresenta efeitos positivos no desempenho de alevinos de tilápia-do-Nilo, fazendo com que os animais reduzam o consumo de ração. Além disso, os animais que não recebem guavira na dieta aumentam a largura das vilosidades intestinais. Com isso, é possível afirmar, que para os estágios iniciais de tilápia do Nilo, há viabilidade em fornecer uma ração comercial com inclusão de extrato de guavira.

Referências

- Ader, P. (2000). Bioavailability and metabolism of the flavonol quercetin in the pig. *Free Radical Biology and Medicine*, 28(7), 1056–1067. [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(00\)00195-7](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(00)00195-7)
- Andrade, C.L., Rodrigues, F.S., Carvalho, D.F., Pires, S.P., Pires, M.F. (2015). Nutrição e alimentação de tilápias do Nilo. *Nutri Time*, 12(6), 4464–4469. <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-350.pdf>
- Barros, M.M., Falcon, D.R., de Oliveira Orsi, R., Pezzato, L.E., Fernandes, A.C., Guimarães, I.G., Fernandes, A., Padovani, C.R. & Sartori, M.M.P. (2014). Non-specific immune parameters and physiological response of Nile tilapia fed β -glucan and vitamin C for different periods and submitted to stress and bacterial challenge. *Fish & Shellfish Immunology*, 39(2), 188–195. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2014.05.004>
- Barros, M.M., Falcon, D.R., Orsi, R.O., Pezzato, L.E., Fernandes Junior, A.C., Fernandes Junior, A., de Carvalho, P.L.P.F., Padovani, C.R., Guimarães, I.G. & Sartori, M.M.P. (2015). Immunomodulatory effects of dietary β -glucan and vitamin C in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.), subjected to cold-induced stress or bacterial challenge. *Journal of the World Aquaculture Society*, 46(4), 363–380. <https://doi.org/10.1111/jwas.12202>
- Bartlett, M. S. (1937). Properties of sufficiency and statistical tests. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A-Mathematical and Physical Sciences*, 160(901), 268–282.
- Beltrán, J.M.G., Esteban, M.Á. (2022). Nature-identical compounds as feed additives in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 123, 409–416. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2022.03.010>
- Costa, L.B., Berencheim, B., Almeida, V.V., Tse, M.L.P., Braz, D.B., Andrade, C., Mourão, G.B., Miyada, V.S. (2011). Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como promotores de crescimento de leitões desmamados. *Archivos de Zootecnia*, 60(231), 687–698. <https://doi.org/10.4321/s0004-05922011000300056>
- Delbon, M.C. & Paiva, M.J.T.R. (2012). Eugenol em juvenis de tilápia do Nilo: Concentrações e administrações sucessivas. *Boletim do Instituto de Pesca*, 38(1), 43–52.
- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022*. FAO. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0461en>
- Fascina, V., Pasquali, G., Carvalho, F., Muro, E., Vercese, F., Aoyagi, M., Pezzato, A., Gonzales, E. & Sartori, J. (2017). Effects of phytogenic additives and organic acids, alone or in combination, on the performance, intestinal quality and immune responses of broiler chickens. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 19(3), 497–508. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0422>
- Ferreira, E.B., Cavalcanti, P.P. & Nogueira, D.A. (2021). ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Português). *R package version 1.2.2*. <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes.pt>
- Glesse, M. (2019). Avaliação dos padrões hepatológicos e histomorfometria intestinal de juvenis de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes taxas de alimentação em sistema de bioflocos (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Paraná, Palotina.

- Herrero-Encinas, J., Blanch, M., Pastor, J.J., Mereu, A., Ipharraguerre, I.R. & Menoyo, D. (2020). Effects of a bioactive olive pomace extract from *Olea europaea* on growth performance, gut function, and intestinal microbiota in broiler chickens. *Poultry Science*, 99(1), 2–10. <https://doi.org/10.3382/ps/pez467>
- Honorato, C.A., Cruz, C., Carneiro, D.J., Machado, M.R.F., Nascimento, C.A., Saturnino, K.C. (2014). Histologia do fígado de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo silagem biológica de pescado. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34, 64–68. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001300012>
- Honorato, C.A., Dorce, L.S., Ziemniczak, H.M., Vasconcelos, F.A.B. & Santos, S.P. (2021). Bioativos das plantas do cerrado na alimentação de peixes ornamentais. In F. M. D. Nora (Ed.), *Compostos bioativos e suas aplicações* (pp. 226–236). Mérida Publishers.
- Hothorn, T., Bretz, F. & Westfall, P. (2008). Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal*, 50(3), 346–363. <https://doi.org/10.1002/bimj.200810425>
- Macari, M. (1999). A fisiologia do sistema digestivo das aves (I). *Aves e Ovos*, 8(09), 2–20.
- Marcondes, S. A. (2021). Inclusão de alho como aditivo alimentar em dietas de patingas (Dissertação de mestrado). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.
- Peric, L., Zikic, & Lukic, D.M. (2009). Application of alternative growth promoters in broiler production. *Biotehnologija u Stocarstvu*, 25(5–6–1), 387–397. <https://doi.org/10.2298/bah0906387p>
- R Core Team. (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Ribeiro, P.A.P., Melo, D.C., Costa, L.S. & Teixeira, E.A. (2012). *Manejo nutricional e alimentar de peixes de água doce*. FEPMVZ.
- Rodrigues, R.A., Saturnino, K.C. & Fernandes, C.E. (2017). Liver histology and histomorphometry in hybrid sorubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* × *Pseudoplatystoma corruscans*) reared on intensive fish farming. *Aquaculture Research*, 48(9), 5083–5093. <https://doi.org/10.1111/are.13332>
- Rotta, M. A. (2003). *Aspectos gerais da fisiologia do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura*. Embrapa Pantanal.
- Salami, S.A., Guinguina, A., Agboola, J.O., Omede, A.A., Agbonlahor, E.M. & Tayyab, U. (2016). In vivo and postmortem effects of feed antioxidants in livestock: A review of the implications on authorization of antioxidant feed additives. *Animal*, 10(8), 1375–1390. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002967>
- Shapiro, S.S. & Wilk, M.B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Tukey, J. W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 5(2), 99–114. <https://doi.org/10.2307/3001913>
- Vallilo, M.I., Lamardo, L.C.A., Gaberlotti, M.L., Oliveira, E. & Moreno, P.R.H. (2006). Composição química dos frutos de *Campomanesia adamantium* (Cambessédes) O. Berg. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(4), 805–810. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400015>
- Wallace, R.J., Chesson, A. (1995). *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. Wiley-VCH Verlag GmbH.
- Zhu, N., Wang, J., Yu, L., Zhang, Q., Chen, K. & Liu, B. (2019). Modulation of growth performance and intestinal microbiota in chickens fed plant extracts or virginiamycin. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1333. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01333>

Como citar o artigo:

Moraes, R.S., Amaral, M. A., Godoy, A.C., Oliveira, D.F.R., Scardua, M.P., Campos, A., Ferreira, V., Honorato, C.A., & Neu, D.H. (2025). Avaliação da inclusão de guavira (*Campomanesia adamantium*) em dietas para larvas de tilápia do Nilo. *Actapesca*, 22, 122-129. <https://doi.org/10.46732/Actafish.22.122-129>