



Avaliação da farinha de melão na substituição do fubá em tambaqui: desempenho e metabolismo

Rafael Silva MARCHÃO ¹, Rafael Carvalho da SILVA ¹, Aline da Silva ROCHA ^{*2},
David Ramos da ROCHA ³, Fábio Nunes LISTA ⁴, José Fernando Bibiano MELO ^{1,4}

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil.

² Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, BA, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil.

*E-mail: alinederaldo19@gmail.com

Submetido em: 21/04/2026; Aceito em: 06/10/2026; Publicado em: 26/10/2026.

RESUMO: O estudo avaliou os efeitos da substituição do fubá de milho por farinha de melão (*Cucumis melo* L.) como fonte de carboidrato na alimentação de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foram utilizados 120 alevinos, com peso inicial médio de $3,01 \pm 0,13$ g, distribuídos em quatro dietas com 0 (controle), 33, 66 e 100% de substituição, em triplicata (10 peixes por tanque), durante 45 dias. Ao final, foram analisados o desempenho de crescimento, os metabólitos e a atividade de enzimas digestivas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey ($P < 0,05$) e de análise de regressão. Os maiores valores de ganho de peso e de taxa de crescimento específico, e a menor conversão alimentar, foram observados nos tratamentos com 0 e 33% de substituição. Níveis mais elevados de farinha de melão aumentaram o colesterol plasmático e reduziram os níveis de aminoácidos livres e de glicogênio hepático. Além disso, dietas com substituição de 66 a 100% elevaram a atividade da enzima aspartato aminotransferase hepática. Conclui-se que a farinha de melão pode substituir o fubá de milho em até 33% nas dietas de alevinos de tambaqui, sem comprometer o desempenho produtivo e a eficiência alimentar, o que a apresenta como uma fonte alternativa de carboidratos.

Palavras-chave: alimento alternativo; *Colossoma macropomum*; *Cucumis melo* L.

Evaluation of melon flour in replacing cornmeal in tambaqui: Performance and metabolism

ABSTRACT: This study evaluated the effects of replacing cornmeal with melon flour (*Cucumis melo* L.) as a carbohydrate source in the diet of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. One hundred and twenty fingerlings, with an average initial weight of 3.01 ± 0.13 g, were used, distributed into four diets containing 0% (control), 33%, 66%, and 100% substitution, in triplicate (10 fish per tank), for 45 days. At the end, growth performance, metabolites, and digestive enzyme activity were analyzed. Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's test ($P < 0.05$) and regression analysis. The best results for weight gain, daily gain, and feed conversion were observed in the treatments with 0% and 33% substitution. Higher levels of melon flour increased plasma cholesterol and reduced free amino acids and hepatic glycogen. Furthermore, diets with 66 to 100% substitution increased hepatic aspartate aminotransferase enzyme activity. It is concluded that melon flour can replace cornmeal by up to 33% in the diet of tambaqui fingerlings, without compromising growth performance and feed efficiency, representing an alternative source of carbohydrates.

Keywords: alternative food; *Colossoma macropomum*; *Cucumis melo* L.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura moderna requer a adoção de estratégias voltadas à redução dos custos de produção e dos impactos ambientais (KURNIASIH et al., 2024), entre as quais se destaca a substituição de ingredientes tradicionais, geralmente mais onerosos, por alternativas de menor custo na formulação de rações (MARCHÃO et al., 2025). Nesse contexto, ingredientes de origem animal, como a farinha de peixe, têm sido progressivamente substituídos por matérias-primas vegetais, que apresentam menor potencial de geração

de resíduos (LIU et al., 2023). O fubá de milho (FM) é o ingrediente vegetal mais utilizado como fonte de energia e carboidratos em dietas para peixes, apresentando elevada digestibilidade (FÉLIX; SILVA et al., 2020). Essa fonte de carboidratos tem sido considerada uma alternativa eficiente para reduzir os custos de fabricação de rações aquícolas, pois permite reduzir a inclusão de ingredientes proteicos, que são os componentes de maior custo nessas dietas (MARCHÃO et al., 2025). No entanto, o milho é um ingrediente de elevado valor no mercado mundial, pois é amplamente utilizado tanto

no consumo humano quanto na formulação de dietas para alimentação animal, especialmente na produção pecuária (ERENSTEIN et al., 2022).

De acordo com a FAO, o consumo humano de cereais deverá aumentar em função do crescimento populacional e de mudanças graduais nos hábitos alimentares, além da expansão do uso de cereais, especialmente do milho, na alimentação animal. Estima-se que a utilização de cereais na ração animal aumente em cerca de 2,1%, o que levaria a um aumento da demanda (FAO, 2025). Nesse cenário de crescente competição pelo milho e de aumento da demanda global, torna-se necessária a busca por fontes energéticas alternativas que reduzam a dependência desse ingrediente na formulação de rações para a aquicultura. Assim, as farinhas de frutas constituem uma fonte alternativa de carboidratos potencialmente utilizável em substituição ao FM em dietas para peixes (MARCHÃO et al., 2024; 2025). Estudos anteriores têm demonstrado resultados promissores quanto à inclusão de farinhas de frutas na dieta de diferentes espécies de peixes, especialmente as de hábito alimentar herbívoro ou onívoro. Nesse sentido, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) apresentou bom aproveitamento nutricional de farinhas de manga (*Mangifera indica*) e de banana (*Musa* sp.) (FÉLIX; SILVA et al., 2020; 2022; MARCHÃO et al., 2024). De forma semelhante, a tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) apresentou desempenho de crescimento satisfatório quando alimentada com níveis moderados de goiaba (*Psidium guajava*) (DE SOUZA et al., 2025), assim como a carpa comum (*Cyprinus carpio*), que respondeu positivamente à inclusão de uva em sua dieta (MEHRINAKHI et al., 2021). Apesar do potencial das farinhas de frutas como fontes de carboidratos, sua inclusão em dietas para peixes requer cuidados, uma vez que frutas e seus subprodutos podem conter teores elevados de taninos e outras substâncias antinutricionais, capazes de interferir na digestibilidade e no aproveitamento dos nutrientes (QUAGLIARDI et al., 2024). Dessa forma, a maioria dos estudos recomenda a substituição parcial da fonte convencional de carboidratos por farinhas de frutas nas dietas de peixes. Félix; Silva et al. (2022) relataram que a inclusão de níveis superiores a 36% de farinha de manga na dieta do tambaqui compromete o desempenho zootécnico, promove alterações hematológicas, como a redução da hemoglobina e do número de eritrócitos, eleva as concentrações de triglicerídeos, reduz os níveis de albumina plasmática e intensifica a desaminação proteica, evidenciada pelo aumento da atividade da glutamato desidrogenase hepática.

O melão (*Cucumis melo* L.) é uma planta originária da África, atualmente cultivada em mais de 100 países, devido aos seus frutos de elevado valor sensorial e ampla aceitação comercial. Trata-se da terceira cucurbitácea mais produzida em escala global, com produção estimada em 28,4 milhões de toneladas em 2020, cultivadas em aproximadamente 1,07 milhão de hectares (FERNANDES et al., 2023). O Brasil ocupa posição de destaque na produção e na comercialização dessa fruta, sendo o segundo maior exportador mundial de melão. Na safra 2023/2024, as exportações brasileiras alcançaram 138 mil toneladas, gerando cerca de US\$ 118 milhões em receita (ALMEIDA et al., 2026). A região Nordeste destaca-se como a principal responsável pela produção nacional, com o Vale do São Francisco, que abrange áreas dos estados de Pernambuco e Bahia, constituindo uma importante região produtora. Historicamente, a região apresentava aproximadamente 2,8

mil hectares cultivados com melão (Araújo et al., 2008), enquanto dados mais recentes indicam elevada produtividade, com 2.456 caixas por hectare no primeiro semestre de 2025 (CEPEA/HORTIFRUTI BRASIL, 2025). Apesar de sua relevância econômica, estima-se que cerca de 37% da produção nacional de melão seja perdida ao longo da cadeia produtiva, o que equivale a 195 mil toneladas anuais. Essas perdas estão associadas principalmente às rigorosas exigências de qualidade do mercado, que levam ao descarte de frutos com pequenas deformações ou fora dos padrões comerciais (BRASIL, 2017). Além da ampla disponibilidade, o melão apresenta composição nutricional que favorece seu uso como ingrediente alternativo na alimentação animal, especialmente por conter carboidratos, proteínas, fibras, minerais e compostos bioativos. Nesse sentido, o aproveitamento de frutos que não atendem aos padrões de comercialização pode contribuir para a agregação de valor e para o melhor aproveitamento dos recursos agroalimentares (MALLEK-AYADI et al., 2017; GÓMEZ-GARCÍA et al., 2021).

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é uma espécie amazônica de hábito alimentar onívoro, cujo trato digestório apresenta adaptações à alimentação diversificada, evidenciadas pela elevada atividade de enzimas digestivas, o que favorece o aproveitamento de carboidratos provenientes de farinhas de frutas (FÉLIX; SILVA et al., 2020; 2022; CARLI et al., 2025). Além disso, a espécie apresenta bom desempenho zootécnico em sistemas de cultivo intensivo e é amplamente produzida em diversos países, com destaque para o Brasil (MORANTE et al., 2021; MARCHÃO et al., 2024). Entretanto, as evidências científicas sobre o aproveitamento do melão como ingrediente na alimentação dessa espécie ainda são limitadas. Considerando o hábito alimentar do tambaqui, hipotetizou-se que níveis moderados de substituição de fubá de milho por farinha de melão poderiam manter o desempenho do tambaqui, enquanto níveis elevados poderiam comprometer o metabolismo energético e a atividade enzimática. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de substituição de fubá de milho por farinha de melão, como fonte de carboidratos, sobre o desempenho e o metabolismo de alevinos de tambaqui.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Localização, animais e condições experimentais

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura, no Campus de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Petrolina-PE, de acordo com os procedimentos aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Vale do São Francisco (protocolo nº 0016/140415), com duração de 45 dias. Os alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*) foram fornecidos pela Piscicultura Bebedouro, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales dos Rios São Francisco e Parnaíba (CODEVASF), em Petrolina, PE.

Após 1 semana de adaptação, 120 peixes ($3,01 \pm 0,13$ g) foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições, em tanques de fibra de vidro de 500 L ($n = 10$ peixes por tanque). Os tanques foram acoplados a um sistema de recirculação de água com aeração contínua e filtros físicos e biológicos.

Os parâmetros de qualidade da água permaneceram estáveis durante o experimento. O oxigênio dissolvido ($5,31$

$\pm 0,22 \text{ mg O}_2 \text{ L}^{-1}$) e a temperatura da água ($25,60 \pm 0,52 \text{ }^\circ\text{C}$) foram monitorados com o auxílio de um oxímetro (HI 9146, Hanna®), e o pH ($6,9 \pm 0,28$) foi medido com um medidor de pH (HI 8424, Hanna®). Os tanques foram limpos diariamente com um sifão para remover o excesso de fezes e restos de ração.

2.2. Obtenção da farinha de melão

Para obtenção da farinha de melão (*Cucumis melo* L.), foram utilizadas frutas que seriam descartadas da comercialização e do consumo humano. Essas frutas apresentavam injúrias mecânicas, cortes, textura amolecida, caracterizada pela perda de firmeza (típica do fruto maduro) e pela presença de regiões com amolecimento perceptível ao toque, além de tamanho reduzido (frutos visualmente menores do que o padrão comercial adotado para a variedade). Os melões foram inicialmente lavados abundantemente em água corrente e, em seguida, sanitizados por imersão em solução de hipoclorito de sódio contendo 200 mg L^{-1} de cloro ativo por 15 minutos e, posteriormente, enxaguados em água corrente. Posteriormente, as sementes retiradas, sendo utilizada apenas a polpa com casca do melão, foram cortadas em pedaços de cerca de 4 cm^2 com uma faca de cozinha e secas em estufa a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas. Em seguida, foram moídas em moinho do tipo faca com peneira de 1 mm.

2.3. Dietas experimentais

Inicialmente, foi formulada uma dieta com 34% de proteína bruta e 3600 kcal de energia bruta, à base de fubá de milho e de farelo de soja, sem adição de farinha de melão. Posteriormente, o fubá de milho foi substituído por farinha de melão nas proporções de 33%, 66% e 100% (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química das dietas experimentais.

Ingredientes	Níveis de farinha de melão (%)			
	0	33	66	100
Farelo de soja	62,13	62,13	62,13	62,13
Fubá de milho	30,00	20,00	10,00	0,00
Farinha de melão	0,00	10,00	20,00	30,00
Fosfato bicalcico	3,03	3,03	3,03	3,03
Óleo de soja	2,23	2,23	2,23	2,23
Premix ^a	2,00	2,00	2,00	2,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01
Composição analisada				
Proteína bruta (%)	34,87	35,43	35,85	36,88
Energia bruta (kcal)	4630	4360	4180	4410
Extrato etéreo (%)	1,56	3,92	5,69	4,95
Matéria seca (%)	94,51	94,56	91,22	91,07
Cinzas (%)	7,67	8,69	10,11	11,6

^aPremix mineral e vitamínico (mineral and vitamin mix) (Supremais, Campinas-SP): Composição por quilo de produto: Vit. A = 1.200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2400 mg; vit. B1 = 4800 mg; vit. B2 = 4800 mg; vit. B6 = 4000 mg; vit. B12 = 4800 mg; ác. fólico (folic acid) = 1200 mg; pantotenato de cálcio (calcium pantothenate) = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina (biotin) = 48 mg; colina (choline) = 65.000 mg; ácido nicotínico (nicotinic acid) = 24.000 mg; Fe = 10.000 g; Cu = 600 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg.

^aPremix mineral and vitamin (mineral and vitamin mix) (Supremais, Campinas-SP): Composition per kilo of product: Vit. A = 1,200,000 IU; vit. D3 = 200,000 IU; vit. E = 12,000 mg; vit. K3 = 2400 mg; vit. B1 = 4800 mg; vit. B2 = 4800 mg; vit. B6 = 4000 mg; vit. B12 = 4800 mg; B.C. folic acid = 1200 mg; calcium pantothenate (calcium pantothenate) = 12,000 mg;

vit. C = 48,000 mg; biotin (biotin) = 48 mg; choline (choline) = 65,000 mg; nicotinic acid = 24,000 mg; Fe = 10,000 g; Cu = 600 mg; Mn = 4000 mg; Zn = 6000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg and Se = 20 mg.

Os demais ingredientes utilizados no preparo das dietas foram pesados e misturados em proporções diferentes para a obtenção dos níveis de substituição do fubá de milho por farinha de melão, e acrescentou-se água a 50°C . Em seguida, a mistura foi extrusada por meio de uma matriz de 1 mm e, posteriormente, secada em estufa com circulação de ar forçada a 55°C por 48 horas.

As dietas experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia, pela manhã (9:00) e à tarde (16:00), na proporção de 8% da biomassa total de cada unidade experimental. A cada 15 dias, foram realizadas biometrias para ajustar o fornecimento de ração. Em cada horário de alimentação, a ração foi oferecida em pequenas porções, com repasses sucessivos, para evitar desperdício.

2.4. Análises químicas da farinha de melão e dietas experimentais

Antes do preparo das dietas experimentais, foram determinadas as composições químicas do fubá de milho, do farelo de soja e da farinha de melão (Tabela 2). As determinações de proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e energia bruta foram obtidas conforme a AOAC (2016). A proteína bruta ($\text{N} \times 6,25$) foi determinada pelo método de Kjeldahl após digestão ácida.

O extrato etéreo foi determinado pelo método Goldfish, utilizando éter de petróleo; o teor de cinzas foi medido em mufla a $550 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas; a energia bruta foi determinada em calorímetro de bomba de Parr.

Tabela 2. Composição química dos alimentos utilizados nas dietas experimentais.

Nutrientes	Composição analisada (%)		
	Fubá de milho	Farinha de melão	Farelo de soja
Proteína bruta (%)	8,97	13,08	45,98
Energia Bruta (kcal kg^{-1})	3916	4570	4121
Gordura Bruta (%)	2,98	1,95	1,67
Cinza (%)	2,21	13,29	5,91

2.5. Variáveis de desempenho zootécnico

Ao final do período experimental, os peixes foram pesados, bem como, a sobra de ração de cada tanque individualmente, para calcular as variáveis de desempenho zootécnico:

- Peso Final (PF, g) = peso final ao término do período experimental;
- Ganho de peso (GP, g) = peso final (g) – peso inicial (g);
- Taxa de crescimento específico (TCE, $\% \text{ dia}^{-1}$) = $100 \times [(\logaritmo \text{ natural do peso final (g)} - \logaritmo \text{ natural do peso inicial (g)}) / \text{número de dias do experimento}]$;
- Taxa de conversão alimentar (TCA, g g^{-1}) = consumo de ração (g) / ganho de peso (g).
- Consumo de ração (CR, g) = quantidade de ração consumida no período experimental.

2.6. Coleta de sangue e material biológico

Para a coleta de sangue, foram selecionados aleatoriamente dois peixes de cada tanque. Os peixes foram

anestesiados com benzocaína (50 mg L⁻¹) (Braz et al., 2017) para a coleta de 0,5 mL de sangue de cada peixe, por meio da punção da veia caudal, utilizando uma seringa estéril contendo EDTA a 10% como anticoagulante. Posteriormente, o sangue foi centrifugado a 3000 rpm, a 4°C, por 10 min para a coleta do plasma, e as amostras foram armazenadas a -20°C para as análises bioquímicas.

Após a coleta de sangue, os peixes foram eutanasiados por secção da medula espinhal para a retirada do fígado e do intestino; posteriormente, as amostras foram armazenadas a -80°C.

2.7. Análises bioquímicas no sangue e fígado

A determinação da glicemia, do colesterol total e da aspartato aminotransferase (AST) foi realizada com kits colorimétricos (Labtest®, Vista Alegre, Brasil), com leituras de absorbância em um espectrofotômetro (Thermo Scientific Genesys 10S UV-Vis).

O teor de aminoácidos totais livres foi determinado segundo Copley (1941). Um volume adequado de extrato foi adicionado a 1,0 mL de solução de ninhidrina a 0,1% em propanol. Os tubos de reação permaneceram por 30 minutos em banho-maria a 45 °C e, em seguida, foram centrifugados a 5.000 rpm. A leitura óptica foi realizada a 570 nm. A concentração de aminoácidos livres foi estimada em relação a um padrão de ácido alfa-aminoacético contendo 150 nmol.

Para a determinação da aspartato aminotransferase hepática (AST), aproximadamente 100 mg de fígado foram homogeneizados em tampão (10 mM fosfato/20 mM Tris, pH 7,0, a 4 °C) com um homogeneizador mecânico (Marconi MA039). A atividade enzimática da AST foi determinada com um kit específico (Labtest®), e as medições foram realizadas em um espectrofotômetro (Thermo Scientific Genesys 10S UV-Vis) a 340 nm. As proteínas totais foram determinadas com um kit comercial (Latest®). Para avaliar a concentração, foram utilizados 20 µl da amostra, que foram misturados a 1,0 ml do reagente Biureto. Em seguida, a amostra foi colocada em banho-maria a 37 °C por 10 min, e as proteínas totais foram determinadas pela medição da absorbância a 545 nm em um espectrofotômetro.

O glicogênio hepático foi quantificado conforme descrito por Bidinotto et al. (1998). Para determinar o glicogênio hepático, 1 ml de KOH (6 N) foi adicionado a 50 mg de fígado, e a mistura foi incubada por 2 min a 100 °C. Em seguida, 250 µl de etanol e 100 µl de K₂SO₄ 10% foram adicionados a 100 µl da amostra, que foi centrifugada a 3.000 RPM por 3 min. Posteriormente, o precipitado foi ressuspenso em 2 mL de água destilada. Em seguida, 100 µl da amostra foram transferidos para uma cubeta, e 250 µl de fenol e 1 mL de H₂SO₄ foram adicionados para interromper a reação antes da leitura no espectrofotômetro (Bel Spectro S-2000) a 480 nm.

2.8. Análises das enzimas digestivas

Para a determinação da atividade das enzimas digestivas, utilizou-se a porção anterior do intestino delgado (100 mg), coletada a 3 cm distal do estômago. Em seguida, o tecido foi homogeneizado em um tampão de homogeneização composto por duas soluções: Solução I (tampão fosfato 10 mM, tampão Tris 20 mM, pH 7,0). Solução II (glicerina) na proporção de 1:1 com a solução.

A atividade amilohidrolítica foi estimada pelo método modificado de Bernfeld (1955). Em 1,0 mL de solução de

amido (2%) em tampão Tris 0,1 M, pH 7,0, contendo NaCl 0,02 M, foi adicionado o volume adequado de homogeneizado celular e a mistura de reação foi incubada por 15 minutos a 37 °C. Decorrido o tempo de reação, adicionava-se 100 L de PCA a 6%, e a mistura de reação foi em seguida centrifugada a 3,000 x G por 2 minutos. No sobrenadante, a concentração de glicose foi estimada pelo método de Park-Johnson.

Na determinação da atividade proteolítica alcalina, utilizou-se tampão Tris/HCl 0.1 M, pH 8,5, com azocaseína a 1 % como substrato (SARATH et al., 1989). Uma alíquota do extrato foi incubada por 30 minutos a 35 °C, a reação foi interrompida com TCA a 15% e, em seguida, a amostra foi centrifugada a 1800 × g por 10 minutos. A leitura foi realizada a 420 nm. A tirosina foi usada como substrato padrão para a protease alcalina, e a atividade foi expressa em micromoles de substrato hidrolisado por minuto por mg de proteína (U/mg de proteína). Uma unidade de atividade enzimática foi definida como a quantidade de enzima necessária para catalisar a formação de 1 µg de tirosina por minuto.

O pH do meio de incubação, a quantidade de substrato e o volume de homogeneizado foram ajustados de acordo com as curvas de padronização para as diferentes regiões do trato digestório, para as proteases inespecíficas (ácida e alcalina).

A atividade de lipase não específica foi determinada segundo o método descrito por Gawlicka et al. (2000). A reação foi incubada a 35 °C em meio contendo 0,4 mM de p-nitrofenilmeristato, em solução tampão de bicarbonato de amônio a 24 mM, pH 7,8, e 0,5% de Triton X-100. Após 30 minutos, as reações foram interrompidas pela adição de NaOH 25 mM. A densidade óptica foi medida a 405 nm.

2.9. Análise estatística

Os resultados são expressos como média ± erro padrão da média. Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e de Levene para avaliar a normalidade e a homocedasticidade. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância unidirecional (ANOVA), seguida do teste de Tukey (P < 0,05). Adicionalmente, os dados foram submetidos à análise de regressão por meio de modelos linear e quadrático. A escolha do modelo foi baseada nos valores de p e de R² (se os valores de p forem equivalentes entre a regressão linear e a quadrática). Todas as análises estatísticas foram realizadas no software InfoStat® (2010), considerando-se significativo o valor de P < 0,05.

3. RESULTADOS

3.1. Desempenho zootécnico

Não houve mortalidade nem sinais de patologia nos peixes durante o período experimental. Os valores médios do desempenho zootécnico dos alevinos de tambaqui alimentados com a substituição do fubá de milho por farinha de melão são apresentados na Tabela 3.

Os resultados indicam que o consumo de ração foi maior no nível de substituição de 33% do fubá de milho por farinha de melão, intermediário entre o tratamento controle e os níveis de substituição de 66% e 100%, conforme o teste de Tukey. As variáveis zootécnicas de desempenho apresentaram os maiores valores com a substituição de 33% do fubá de milho por farinha de melão. Por outro lado, os níveis de substituição de 66% e 100% de fubá de milho por

farinha de melão prejudicaram o desempenho zootécnico do tambaqui (Tabela 3).

3.2. Variáveis metabólicas do plasma sanguíneo e do fígado

A substituição do fubá de milho pela farinha de melão na dieta de tambaqui, não afetou ($P > 0,05$) a glicose no plasma sanguíneo. Por outro lado, foi observado redução nas concentrações de aminoácidos livres totais ($y = -0,0781x + 15,5082$) e aumento de forma quadrático ($P < 0,05$) no colesterol ($y = -0,0070x^2 + 1,1221x + 35,3865$) no plasma sanguíneo (Tabela 4).

Para os metabólitos hepáticos, observou-se redução ($P < 0,05$) no glicogênio ($y = -0,8640x + 151,1019$) e aumento ($P < 0,05$) na atividade da enzima AST ($y = 0,1086x + 6,6135$) (Tabela 4). A maior concentração de glicogênio e a maior atividade da enzima AST foram observadas nos níveis de substituição de 0 a 33% e de 66 a 100%, respectivamente, de fubá de milho por farinha de melão (Tabela 4).

3.3. Atividade das enzimas digestivas

A substituição do fubá de milho por farinha de melão na dieta de tambaqui não afetou a atividade da protease alcalina ($P > 0,05$). Por outro lado, foi observado uma redução ($P < 0,05$) na atividade das enzimas digestivas amilase ($y = -0,0772x + 11,8241$) e lipase ($y = -0,0796x + 9,2521$). A maior atividade das enzimas digestivas amilase e lipase foi observada nos níveis de substituição de 0 a 33% de fubá de milho por farinha de melão (Tabela 5).

4. DISCUSSÃO

O fubá de milho é a principal fonte de carboidratos nas dietas de peixes. No entanto, as flutuações internacionais nos preços deste ingrediente podem elevar os custos de produção. Assim, a procura por fontes de carboidratos em substituição ao milho é constante. Os resultados do desempenho zootécnico observados no presente estudo demonstraram que é possível substituir o fubá de milho por farinha de melão em até 33%, sem prejuízo do crescimento do tambaqui.

Tabela 3. Médias do desempenho zootécnico de tambaquis (*Colossoma macropomum*) alimentados com dietas com diferentes níveis de farinha de melão, em substituição ao fubá de milho, ao longo de 45 dias.

Table 3. Means for zootechnical performance of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets containing different levels of melon flour as a replacement for corn meal over a 45-day period.

Variáveis	Níveis de farinha de melão (%)				Regressões			
	0	33	66	100	EPM	Linear	Quadrático	R ²
CR	17,82 ^b	18,17 ^a	15,68 ^c	15,66 ^c	0,35	<0,001	<0,001	0,74
PI	3,05	3,07	3,13	3,0	0,21	0,979	0,889	----
PF	19,55 ^a	18,57 ^a	14,32 ^b	12,79 ^b	0,88	<0,001	0,642	0,87
GP	16,50 ^a	15,20 ^a	11,24 ^b	9,78 ^b	0,85	<0,001	0,847	0,91
TCE	1,76 ^{ab}	1,85 ^a	1,52 ^{bc}	1,38 ^c	0,06	<0,001	0,062	0,66
TCA	1,03 ^b	1,17 ^b	1,49 ^a	1,38 ^a	0,06	<0,001	0,092	0,82

EPM - erro padrão da média; Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey; $n = 3$ tanques por tratamento. Equações lineares: PF: $-0,0736x + 19,9693$; GP: $-0,0723x + 16,7830$; TCE: $-0,0044x + 1,8480$; TCA: $0,0050x + 1,0442$. Equações quadráticas: CR: $-0,0001x^2 - 0,0199x + 18,0941$.

EPM = standard error of the mean; different letters in a row indicate a significant difference ($P < 0,05$) according to Tukey's test; $n = 3$ tanks per treatment. Linear equations: PF (final body weight): $-0,0736x + 19,9693$; GP (weight gain): $-0,0723x + 16,7830$; TCE (feed conversion ratio): $-0,0044x + 1,8480$; TCA (feed conversion efficiency): $0,0050x + 1,0442$. Quadratic equations: CR (feed intake): $-0,0001x^2 - 0,0199x + 18,0941$.

Tabela 4. Médias das variáveis bioquímicas de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha de melão em substituição ao fubá de milho, ao longo de 45 dias.

Table 4. Means of biochemical variables for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets containing different levels of melon flour as a replacement for corn meal, over a period of 45 days.

Variáveis	Níveis de farinha de melão (%)				Regressões			
	0	33	66	100	EPM	Linear	Quadrático	R ²
Plasma								
Glicose	56,45	63,23	54,36	58,82	1,65	0,902	0,717	----
AAT	16,87 ^a	11,02 ^{ab}	10,12 ^b	8,49 ^b	1,12	0,003	0,163	0,61
Colesterol	39,15 ^b	53,52 ^b	89,87 ^a	73,65 ^a	6,02	<0,001	0,003	0,61
Fígado								
Glicogênio	156,15 ^a	125,79 ^a	72,93 ^b	77,61 ^b	11,14	<0,001	0,093	0,76
AST	6,70 ^c	10,27 ^{bc}	13,38 ^{ab}	17,71 ^a	1,32	<0,001	0,758	0,85

Glicose, expresso em mg dL⁻¹; AAT: Aminoácidos livres totais, expresso em nmol mL⁻¹; Colesterol, expresso em g dL⁻¹; Glicogênio, expresso em μmol g⁻¹ da proteína do tecido; AST: aspartato aminotransferase, expresso em U mg⁻¹ tecido. EPM - erro padrão da média; Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey; $n = 3$ tanques por tratamento. Equações lineares: AAT: $-0,0781x + 15,5082$; Glicogênio: $-0,8640x + 151,1019$; AST: $0,1086x + 6,6135$. Equações quadrática: Colesterol: $-0,0070x^2 + 1,1221x + 35,3865$.

Glucose, expressed in mg dL⁻¹; AAT: Total free amino acids, expressed in nmol mL⁻¹; Cholesterol, expressed in g dL⁻¹; Glycogen, expressed in μmol g⁻¹ of tissue protein; AST: aspartate aminotransferase, expressed in U mg⁻¹ of tissue. EPM - standard error of the mean; Different letters in a row indicate a significant difference ($P < 0,05$) according to Tukey's test; $n = 3$ tanks per treatment. Linear equations: AAT: $-0,0781x + 15,5082$; Glycogen: $-0,8640x + 151,1019$; AST: $0,1086x + 6,6135$. Quadratic equation: Cholesterol: $-0,0070x^2 + 1,1221x + 35,3865$.

Tabela 5. Médias da atividade das enzimas digestivas do intestino de tambaqui (*Colossoma macropomum*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farinha de melão em substituição ao fubá de milho, por 45 dias.

Table 5. Mean digestive enzyme activity in the intestine of tambaqui (*Colossoma macropomum*) fed diets containing different levels of melon flour as a replacement for corn meal, over a 45-day period.

Variáveis	Níveis de farinha de melão (%)				Regressões			
	0	33	66	100	EPM	Linear	Quadrático	R ²
Protease alcalina	56,20	50,20	51,03	54,02	1,36	0,646	0,134	----
Amilase	12,04 ^a	9,08 ^{ab}	6,4 ^{bc}	4,33 ^c	0,95	<0,001	0,671	0,82
Lipase	9,76 ^a	6,40 ^{ab}	2,95 ^{bc}	2,06 ^c	0,98	<0,001	0,177	0,82

Protease alcalina inespecífica, expresso em μg de tyrosine $\text{min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ de proteína; Amilase e Lipase expresso em U mg^{-1} de proteína. EPM - erro padrão da média; Letras diferentes na linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$), pelo teste de Tukey; $n = 3$ tanques por tratamento. Equações lineares: Amilase: $-0,0772x + 11,8241$; Lipase: $-0,0796x + 9,2521$.

Nonspecific alkaline protease, expressed in μg of tyrosine $\text{min}^{-1}\text{mg}^{-1}$ of protein; amylase and lipase expressed in U mg^{-1} of protein. SEM = standard error of the mean; different letters in a row indicate a significant difference ($P < 0.05$) according to Tukey's test; $n = 3$ tanks per treatment. Linear equations: Amylase: $-0.0772x + 11.8241$; Lipase: $-0.0796x + 9.2521$.

A utilização de farinhas e resíduos de frutas podem ser uma alternativa como fonte de carboidratos e nutrientes na alimentação de peixes. Estudos anteriores com a inclusão de farinha de manga (*Mangifera indica*) na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Lima et al., 2011; Melo et al., 2012), tambaqui (Bezerra et al., 2014) e piava (*Megaleporinus obtusidens*), (Marchão et al., 2025), banana em dietas do bagre africano (*Clarias gariepinus*) (Nwanna et al., 2014), e goiaba piava (*Megaleporinus obtusidens*) (Marchão et al., 2025), apresentaram resultados promissores.

Entretanto, a adição de farinhas de frutas à dieta depende dos hábitos alimentares dos peixes. Os peixes utilizam primordialmente as proteínas e os lipídeos da dieta como fontes de energia, especialmente as espécies carnívoras (HUANG et al., 2025). Em contrapartida, a inclusão de carboidratos na dieta de peixes, principalmente de espécies onívoras e herbívoras, pode aumentar a eficiência de utilização da proteína para o ganho de peso, ou seja, a proteína é direcionada à formação de tecido (músculo e órgãos) (GARCÍA-MEILÁN et al., 2014).

A redução no desempenho zootécnico do tambaqui, observada no presente estudo, com nível de substituição de fubá de milho por farinha de melão acima de 33%, pode estar relacionada às diferentes fontes de carboidratos das dietas: a principal fonte de carboidrato do fubá de milho é o amido, enquanto a farinha de melão é rica em glicose, frutose e sacarose, carboidratos simples (LIMA et al., 2015). No entanto, para afirmar isso com convicção, é necessário realizar uma caracterização nutricional completa da farinha de melão, a fim de determinar os teores de carboidratos totais, carboidratos solúveis e outros compostos, o que não foi realizado neste estudo. Os carboidratos são fontes energéticas de baixo custo quando comparados às proteínas e aos lipídeos e, quando utilizados em níveis adequados na dieta de peixes, podem maximizar o uso da proteína dietética para o crescimento (ANAND et al., 2023). Diferenças na utilização de fontes de carboidratos na dieta foram descritas por Cui et al. (2010), que observaram maior crescimento de juvenis de *Rachycentron canadum* alimentados com dietas à base de dextrina e amido de trigo, fontes de carboidratos mais complexas, em comparação com fontes mais simples, como glicose, maltose, frutose e sacarose.

A mudança na fonte de carboidrato nas dietas do tambaqui, com a substituição do fubá de milho pela farinha de melão, não influenciou os níveis plasmáticos de glicose. Níveis elevados de glicose plasmática prejudicam o consumo de ração e crescimento para os peixes. Os níveis de glicemia plasmática dos peixes podem ser alterados pela alimentação ou por patologia (PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2012).

Por outro lado, a redução dos aminoácidos livres totais (AAT) no plasma, associada ao aumento da atividade enzimática da AST no fígado, observada em peixes que receberam dietas com 66% e 100% de substituição do fubá de milho por farinha de melão, pode indicar que os peixes estavam realizando gliconeogênese. Uma vez que o aumento da atividade enzimática da AST no fígado denota maior metabolização de aminoácidos para gliconeogênese, o que, no perfil metabólico, representa maior utilização de aminoácidos para a produção de energia, e não para a formação de tecido corporal, houve redução no ganho de peso dos peixes que receberam as dietas com níveis de substituição superiores a 66% do fubá de milho por farinha de melão. As concentrações da atividade desta enzima no fígado de peixes podem ser úteis para a avaliação do estado nutricional, pois a enzima está envolvida na transaminação de aminoácidos, que podem ser utilizados como fonte de energia ou na produção de glicose (ALEXIS; PAPARASKEVA-PAPATSOGLO, 1986; MOYANO et al., 1991).

O aumento do colesterol no plasma de peixes é pouco descrito. O colesterol desempenha funções fisiológicas importantes, atuando como componente estrutural das membranas celulares e como precursor de ácidos biliares, vitamina D e hormônios esteroides (TAN et al., 2016), contribuindo para a saúde dos peixes. O colesterol é sintetizado principalmente no fígado dos peixes (Ahmad et al., 2021; Chung et al., 2021), e um aumento em sua produção pode ser um indicativo de mal funcionamento dos hepatócitos (KIM; KANG, 2017).

A redução nos níveis de glicogênio hepático observada no presente estudo pode estar associada ao seu uso para a manutenção da glicemia plasmática. Este efeito pode ser explicado pela redução do consumo de ração observada em peixes que receberam dietas com 66% e 100% de substituição do fubá de milho por farinha de melão. O glicogênio hepático é uma forma de armazenamento de glicose, e sua síntese (glicogênese) e degradação são reguladas para manter os níveis de glicose plasmática necessários ao organismo (DE OLIVEIRA et al., 2022).

Além da diferença entre as fontes de carboidratos do fubá de milho e da farinha de melão, a presença de fatores antinutricionais na casca do melão, como polifenóis e taninos, possivelmente pode estar relacionada à redução do consumo de ração, ao desempenho e à menor atividade das enzimas amilase e lipase observados no presente estudo, principalmente nos tambaquis alimentados com níveis de substituição acima de 66% de fubá de milho por farinha de melão. Estes compostos reduzem o consumo, pois afetam

negativamente a palatabilidade da ração e a digestibilidade dos nutrientes (KOKOU; FOUNTOULAKI, 2018).

Os compostos polifenólicos, especialmente os taninos, contêm grupos hidroxifenólicos que podem provocar hemorragias, gastroenterite, necrose hepática e nefrite (SREERAMA et al., 2010). Além disso, os taninos podem se ligar a enzimas digestivas, proteínas e outros polímeros (como carboidratos e pectinas), formando complexos estáveis, o que reduz a digestibilidade e a absorção de nutrientes (MANDAL; GHOSH, 2010; YAO et al., 2019; QIU et al., 2023; MARCHÃO et al., 2025;). Neste estudo, não avaliamos o teor de taninos na farinha de melão ou nas dietas, mas a substituição de 66% e 100% do fubá de milho por farinha de melão provavelmente resultou em um aumento do teor desse fator antinutricional nessas dietas.

Embora os taninos estejam relacionados a incidência de efeitos antinutricionais, esses compostos podem ser facilmente inativados ou eliminados por métodos físicos de baixo custo, como a inativação por calor e a imersão em água (EGOUNLETY; AWORH, 2003; RAMACHANDRAN e RAY, 2008). Diante disso, a farinha de melão apresenta-se como um alimento alternativo ao fubá de milho, com potencial para compor ração para aquicultura; entretanto, ressaltamos a importância de avaliar a presença de taninos e outros fatores antinutricionais neste alimento, e se necessário utilizar algum método para inativá-los.

5. CONCLUSÕES

Este estudo evidenciou o potencial nutricional da farinha de melão como substituto do fubá de milho em dietas para tambaqui. A farinha de melão pode substituir parcialmente o fubá de milho em dietas para alevinos de tambaqui, com melhor resposta até 33% de substituição, sem prejuízo evidente do desempenho zootécnico e da conversão alimentar.

Níveis mais elevados foram associados à redução do consumo, do crescimento, do glicogênio hepático e da atividade de amilase e de lipase, além de alterações em indicadores metabólicos. Esses efeitos podem estar relacionados à composição nutricional da farinha de melão e à possível presença de compostos antinutricionais, que devem ser quantificados em estudos futuros. Recomenda-se avaliar métodos de processamento capazes de melhorar a qualidade nutricional da farinha antes de sua aplicação em maior escala.

6. REFERÊNCIAS

- AHMAD, I.; AHMED, I.; DAR, N. A. Effects of dietary leucine levels on growth performance, hematobiochemical parameters, liver profile, intestinal enzyme activities, and target of rapamycin signaling pathway-related gene expression in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* fingerlings. **Aquaculture Nutrition**, v. 27, p. 1837-1852, 2021. <https://doi.org/10.1111/anu.13321>
- ALEXIS, M. N.; PAPARASKEVA-PAPATSOGLO, E. Aminotransferase activity in the liver and white muscle of *Mugil capito* fed diets containing different levels of protein and carbohydrate. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v. 83, n. 1, p. 245-249, 1986. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(86\)90361-5](https://doi.org/10.1016/0305-0491(86)90361-5)
- ALMEIDA, B. de H.; COSTA, M. H. D.; EVANGELISTA, L. F. B.; FRUTUOSO, R. M. S.; DIAS, A. M.; SILVA, J. L. S.; SILVA, D. J.; LOBO, J. T.; SILVA, W. da; AMBRÓSIO, M. M. Q. Sustainable management of fusarium rots in melons: A dual strategy combining thermotherapy and 1-MCP. **Crop Protection**, v. 202, e107522, 2026. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2025.107522>
- ANAND, G.; KUMARI, P.; VARGHESE, T.; DAR, S. A. Feeding carbohydrates to fish: Utilization and looking beyond energy nutrition. In: RATHER, M. A.; SOFI, F. R.; AMIN, A.; SABA, K. (Eds). **Coldwater fisheries and aquaculture management**. New York: Apple Academic Press, 2023, p. 279-289.
- AOAC_Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. 20 ed. Oxford University Press, 2016. 12872p.
- ARAÚJO, J. L. P.; ASSIS, J. S.; COSTA, N. D.; PINTO, J. M.; DIAS, R. C. S.; SILVA, C. M. J. **Produção integrada de melão no Vale do São Francisco: manejo e aspectos socioeconômicos. Produção integrada de melão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: Banco do Nordeste do Brasil, 2008. p. 43-50, 2008.
- BERNFELD, P. Amylases, α and β . **Methods in Enzymology**, v. 1, p. 149-158, 1955. [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(55\)01021-5](https://doi.org/10.1016/0076-6879(55)01021-5)
- BEZERRA, S. K.; SOUZA, R. C.; MELO, J. F. B.; CAMPECHE, D. F. B. Crescimento de tambaqui alimentado com diferentes níveis de farinha de manga e proteína na ração. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 244, p. 587-598, 2014. <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922014000400003>
- BIDINOTTO, P. M.; SOUZA, R. H. S.; MORAES, G. Hepatic glycogen in eight tropical freshwater teleost fish: A procedure for field determinations of microsamples. **Boletim Técnico do CEPTA**, v. 1, p. 53-60, 1998.
- EMBRAPA_Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Melão desperdiçado é alternativa à maçã na indústria de bebidas**. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28868795/melao-desperdicado-e-alternativa-a-maca-na-industria-de-bebidas>>. Acesso em: 28 fev 2026.
- BRAZ, R. da S.; SILVA, I. de O.; TESSER, M. B.; SAMPAIO, L. A.; RODRIGUES, R. V. Benzocaína, MS-222, eugenol e mentol como anestésicos para juvenis de tainha *Mugil liza*. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 605-613, 2017. <https://doi.org/10.20950/1678-2305.2017v43n4p605>
- CARLI, G. C.; PALMA, M.; SATIRO, T. M.; SOARES, H. H. D. A.; FERRARI, J. E. C.; VIEGAS, I.; TAKAHASHI, L. S. The protein/carbohydrate ratio in the diet affects zootechnical performance and the regulation of intermediary metabolism in juveniles tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 109, n. 2, p. 423-436, 2025. <https://doi.org/10.1111/jpn.14060>
- CHUNG, S.; RIBEIRO, K.; MELO, J. F. B.; TEIXEIRA, D. V.; VIDAL, L. V. O.; COPATTI, C. E. Essential oil from ginger influences the growth, haematological and biochemical variables and histomorphometry of intestine and liver of Nile tilapia juveniles. **Aquaculture**, v. 534, e736325, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736325>
- COPLEY, N. G. Alloxan and ninhydrin test. **Analyst**, v. 66, p. 492-493, 1941.
- CUI, X.-J.; ZHOU, Q.-C.; LIANG, H.-O.; YANG, J.; ZHAO, L.-M. Effects of dietary carbohydrate sources on

- the growth performance and hepatic carbohydrate metabolic enzyme activities of juvenile cobia (*Rachycentron canadum* Linnaeus). **Aquaculture Research**, v. 42, n. 1, p. 99-107, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02574.x>
- DE OLIVEIRA, I. C.; OLIVEIRA, R. S. M.; LEMOS, C. H. da P.; DE OLIVEIRA, C. P. B. de; FELIX E SILVA, A.; LORENZO, V. P.; CRUZ, A. L. da; COPATTI, C. E. Essential oils from *Cymbopogon citratus* and *Lippia sidoides* in the anesthetic induction and transport of ornamental fish *Pterophyllum scalare*. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 48, p. 501-519, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10695-022-01075-3>
- DE SOUZA, S. A.; COPATTI, C. E.; CHUNG, S.; SOUZA, A. M. de; SOUZA, R. C. de; BARROS, V. R. P. de; VIDAL, L. V. O. Evaluation of the use of whole guava (*Psidium guajava*) meal replacing wheat bran for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets: Digestibility, growth, hematobiochemical, and intestinal histology. **Aquaculture Reports**, v. 45, e103170, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.103170>
- EGOUNLETY, M.; AWORH, O. C. Effect of soaking, dehulling, cooking and fermentation with *Rhizopus oligosporus* on the oligosaccharides, trypsin inhibitor, phytic acid and tannins of soybean (*Glycine max* Merr.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and groundbean (*Macrotyloma geocarpa* Harms). **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 2-3, p. 249-254, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00262-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00262-5)
- ERENSTEIN, O.; JALETA, M.; SONDER, K.; MOTTALEB, K.; PRASANNA, B. M. Global maize production, consumption and trade: trends and R&D implications. **Food Security**, v. 14, p. 1295-1319, 2022. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- FELIX E SILVA, A.; COPATTI, C. E.; OLIVEIRA, E. P. de; BONFÁ, H. C.; MELO, F. V. S. T. de; CAMARGO, A. C. de S.; MELO, J. F. B. Effects of whole banana meal inclusion as replacement for corn meal on digestibility, growth performance, haematological and biochemical variables in practical diets for tambaqui juveniles (*Colossoma macropomum*). **Aquaculture Reports**, v. 7, e100307, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100307>
- FELIX E SILVA, A.; SOUZA, A. M. de; MELO, F. V. S. T.; PEREIRA, G. A.; COPATTI, C. E.; CAMARGO, A. C. da S.; BRAGA, L. G. T.; MELO, J. F. B. Different concentrations of protein and fresh mango as a carbohydrate source in the tambaqui diet (*Colossoma macropomum*). **Journal of Aquaculture & Fisheries**, v. 6, n. 045, p. 2, 2022. <http://dx.doi.org/10.24966/AAF-5523/100045>
- FERNANDES, N. S.; LUZ, L. R.; ALVES FILHO, E. G.; ARAGÃO, F. A. S. de; ZOCOLO, G. J.; FREITAS, B. M. Differences in the chemical composition of melon (*Cucumis melo* L.) nectar explain flower gender preference by its pollinator, *Apis mellifera*. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 34, n. 7, p. 976-986, 2023. <https://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20230010>
- FAO_Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crop Prospects and Food Situation – Triannual Global Report**. No. 3. Italy: Rome, 48p. 2025. <https://doi.org/10.4060/cd7441en>
- GARCÍA-MEILÁN, I.; ORDÓÑEZ-GRANDE, B.; GALLARDO, M. A. Meal timing affects protein-sparing effect by carbohydrates in sea bream: Effects on digestive and absorptive processes. **Aquaculture**, v. 434, p. 121-128, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.08.005>
- GAWLICKA, A.; PARENT, B.; HORN, M. H.; ROSS, N.; OPSTAD, I.; TORRISSEN, O. J. Activity of digestive enzymes in yolk-sac larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): indication of readiness for first feeding. **Aquaculture**, v. 184, n. 3-4, p. 303-314, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00322-1](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00322-1)
- GÓMEZ-GARCÍA, R.; CAMPOS, D. A.; OLIVEIRA, A.; AGUILAR, C. N.; MADUREIRA, A. R.; PINTADO, M. A chemical valorisation of melon peels towards functional food ingredients: Bioactives profile and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 335, p. 127579, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127579>
- HFBASIL_Hortifruti Brasil. **Melão/CEPEA: Vale do São Francisco registra maior produtividade em 2025, mesmo com queda no rendimento entre maio e junho**. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/melao-cepea-vale-do-sao-francisco-registra-maior-produtividade-em-2025-mesmo-com-queda-no-rendimento-entre-maio-e-junho.aspx?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 30 set 2026.
- HUANG, H.; TIAN, X.; SUN, H.; LIU, X.; HE, Y.; CHEN, Y.; LIN, S. The physiological implications of dietary high-amylose starch on the growth performance, hepatic health indices, lipid metabolism, and intestinal microbiota composition in largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Aquaculture Reports**, v. 42, e102752, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.102752>
- KIM, J.-H.; KANG, J.-C. Effects of dietary chromium exposure to rockfish, *Sebastes schlegelii* are ameliorated by ascorbic acid. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 139, p. 109-115, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.01.029>
- KOKOU, F.; FOUNTOULAKI, E. Aquaculture waste production associated with antinutrient presence in common fish feed plant ingredients. **Aquaculture**, v. 495, p. 295-310, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.06.003>
- KURNIASIH, T.; WARYAT; ZULKARNAIN, R.; WIJAYA, R.; LESMANA, D.; MUMPUNI, F. S.; MULYANA; PANIGORO, N.; SUTISNA, E.; EDIWARMAN; HEPTARINA, D.; FITRIA, Y.; SYOFRIANI; SAPTANA; ERMATI. Digestibility of plant-based feeds in omnivorous, carnivorous, and herbivorous fish: A review of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)), North African catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)), and grass carp (*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)). **Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation**, v. 17, n. 6, p. 2994-3014, 2024.
- LIMA, M. R. de; LUDKE, M. do C. M. M.; PORTO NETO, F. de F.; PINTO, B. W. C.; TORRES, T. R.; DE SOUZA, E. J. O. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 65-71, 2011.
- LIMA, R. E. M.; CALVET, A. S. F.; FARIAS, F. C.; DE ARAÚJO, L. F. de; BEZERRA, M. A. Nutrição mineral e força da fonte na produção e qualidade de frutos de melão amarelo. **Brazilian Journal of Animal and**

- Environmental Research**, v. 6, n. 2, p. 1547-1557, 2023. <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-047>
- LIU, W.; XU, C.; LI, Z.; CHEN, L.; WANG, X.; LI, E. Reducing dietary protein content by increasing carbohydrates is more beneficial to the growth, antioxidative capacity, ion transport, and ammonia excretion of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) under long-term alkalinity stress. **Aquaculture Nutrition**, v. 2023, n. 1, e9775823, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/9775823>
- MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Characterization, phenolic compounds and functional properties of *Cucumis melo* L. peels. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1691-1697, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.117>
- MANDAL, S.; GHOSH, K. Inhibitory effect of *Pistia* tannin on digestive enzymes of Indian major carps: an in vitro study. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 36, p. 1171-1180, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10695-010-9395-6>
- MARCHAO, R. S.; COPATTI, C. E.; OLIVEIRA, E. P. de; ROCHA, A. S.; SOUZA, A. M. de; ROCHA, D. R. da; CAMARGO, A. C. S.; MELO, J. F. B. Effects of the replacement corn meal by whole mango meal on tambaqui (*Colossoma macropomum*) diet: Digestibility, growth performance, biochemical, and hematological responses. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, n. 3, e20230662, 2024. <http://doi.org/10.1590/0001-3765202420230662>
- MARCHÃO, R. S.; COPATTI, C. E.; ROCHA, A. da S.; COSTA, T. S.; SILVA, R. C. da; PEREIRA, G. A.; ROCHA, D. R. da; MELO, J. F. B. Mango (*Mangifera indica*) meal can partially replace corn meal in diets for piava (*Megaleporinus obtusidens*). **Ciência Rural**, v. 55, n. 4, e20230670, 2025. <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20230670>
- MARCHÃO, R. S.; COPATTI, C. E.; ROCHA, A. da S.; SILVA, R. C.; SANTANA, G. A.; PEREIRA, G. A.; MELO, J. F. B. Whole guava meal can partially replace corn meal in diets for piava (*Megaleporinus obtusidens*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 77, n. 6, e13546, 2025. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-13546>
- MEHRINAKHI, Z.; AHMADIFAR, E.; SHEIKHZADEH, N.; MOGHADAM, M. S.; DAWOOD, M. A. O. Extract of grape seed enhances the growth performance, humoral and mucosal immunity, and resistance of common carp (*Cyprinus carpio*) against *Aeromonas hydrophila*. **Annals of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 217-232, 2021. <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0049>
- MELO, J. F. B.; SEABRA, A. G. L.; SOUZA, S. A.; SOUZA, R. C.; FIGUEIREDO, R. A. C. R. Substituição do farelo de milho pela farinha de manga no desempenho da tilápia-do-nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, p. 177-182, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000100025>
- MORANTE, V. H. P.; COPATTI, C. E.; SOUZA, A. R. L.; COSTA, M. M. da; BRAGA, L. G. T.; SOUZA, A. M.; MELO, F. V. S. T. de; CAMARGO, A. C. da S.; MELO, J. F. B. Assessment of crude grape extract as feed additive for tambaqui (*Colossoma macropomum*), an omnivorous fish. **Aquaculture**, v. 544, e737068, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.737068>
- MOYANO, F. J.; CARDENTE, G.; HIGUERA, M. de la. Nutritive and metabolic utilization of proteins with glutamic acid content by the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B**, v. 100, n. 3, p. 759-762, 1991. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(91\)90404-Z](https://doi.org/10.1016/0300-9629(91)90404-Z)
- NWANNA, L. C.; OGUNDOWOLE, O. E.; NWANNA, E. E. Use of plantain (*Musa paradisiaca*) peels in low cost diets for enhancement of growth and carcass quality of African catfish. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 26, n. 1, p. 1-10, 2014. <https://doi.org/10.1080/10454438.2014.874833>
- PÉREZ-JIMÉNEZ, A.; CARDENETE, G.; HIDALGO, M. C.; GARCÍA-ALCÁZAR, A.; ABELLÁN, E.; MORALES, A. E. Metabolic adjustments of *Dentex dentex* to prolonged starvation and refeeding. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 38, n.4, p. 1145-1157, 2012. <https://doi.org/10.1007/s10695-011-9600-2>
- QIU, J.; HUANG, W.; CAO, J.; ZHAO, H.; CHEN, B.; JIUN-YAN, L.; PENG, K. Dietary hydrolyzable tannins reduce growth performance and induce histological damage of Chinese seabass (*Lateolabrax maculatus*). **Frontiers in Marine Science**, v. 10, e1183438, 2023. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1183438>
- QUAGLIARDI, M.; FRAPICINI, E.; MARINI, M.; PANFILI, M.; SANTANATOGLIA, A.; NGUEFANG, M. L. K.; RONCARATI, A.; VITTORI, S.; BORSETTA, G. Use of grape by-products in aquaculture: New frontiers for a circular economy application. **Heliyon**, v. 10, n. 5, e27443, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27443>
- RAMACHANDRAN, S.; RAY, A. Effect of different processing techniques on the nutritive value of grass pea, *Lathyrus sativus* L., seed meal in compound diets for Indian major carp rohu, *Labeo rohita* (Hamilton), fingerlings. **Fisheries & Aquatic Life**, v. 16, n. 2, p. 189-202, 2008.
- SARATH, G.; DE LA MOTTE, R. S.; WAGNER, F. W. Proteolytic Enzymes a Practical Approach. In: BEYNON, R. J.; BOND, J. S. (Eds). **IRL Press at Oxford**, Inglaterra: Oxford, p.25-55, 1989.
- SREERAMA, Y. N.; NEELAM, D. A.; SASHIKALA, V. B.; PRATAPE, V. M. Distribution of nutrients and antinutrients in milled fractions of chickpea and horse gram: seed coat phenolics and their distinct modes of enzyme inhibition. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 4322-4330, 2010. <https://doi.org/10.1021/jf903101k>
- TAN, X.; LIN, H.; HUANG, Z.; ZHOU, C.; WANG, A.; QI, C.; ZHAO, S. Effects of dietary leucine on growth performance, feed utilization, non-specific immune responses and gut morphology of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus*. **Aquaculture**, v. 465, p. 100-107, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.034>
- YAO, J.; CHEN, P.; APRAKU, A.; ZHANG, G.; HUANG, Z.; HUA, X. Hydrolysable tannin supplementation alters digestibility and utilization of dietary protein, lipid, and carbohydrate in grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*). **Frontiers in Nutrition**, v. 6, e183, 2019. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00183>

Agradecimentos: A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), pela doação de exemplares de tambaquis. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de doutorado concedida a Aline da Silva Rocha. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado concedida a Rafael Carvalho da Silva. A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela bolsa de pós-doutorado concedida a Rafael Silva Marchão.

Contribuição dos autores: J.F.B.M. – conceituação, supervisão, metodologia, investigação e coleta de dados, administração ou supervisão, redação (original), redação (revisão e edição); R.S.M. – metodologia, investigação e coleta de dados, redação (original), redação (revisão e edição); A.d.S.R. – metodologia, investigação e coleta de dados, redação (original); R.C.d.S. – metodologia, investigação e coleta de dados, redação (original); D.R.d.R. – Recursos, metodologia, redação (original); F.N.L. – Recursos, metodologia, redação (original). Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Disponibilidade de dados: Os dados que sustentam as conclusões deste estudo estão disponíveis mediante solicitação fundamentada ao autor correspondente.

Conflito de Interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades financiadoras não participaram do desenho do estudo, da coleta, análise ou interpretação dos dados, da redação do manuscrito ou da decisão de publicar os resultados.



Copyright: © 2026 pelos autores. Este artigo é de acesso aberto, distribuído sob os termos e condições da licença Creative Commons **Atribuição-NãoComercial (CC BY-NC)** (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).