

Aceitabilidade do Ácido Tânico na Alimentação de Juvenis de Tambaqui



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
46**

**Aceitabilidade do Ácido Tânico na
Alimentação de Juvenis de Tambaqui**

*Gabriella Souza de Almeida
Adila Samara Frazão Meira
Lorena Ianka Pontes da Silva
Jony Koji Dairiki
Cheila de Lima Boijink*

Embrapa Amazônia Ocidental
*Manaus, AM
2022*

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, AM
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7915
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Kátia Emídio da Silva

Secretária-Executiva
Gleise Maria Teles de Oliveira

Membros
*José Olenilson Costa Pinheiro, Maria Augusta
Abtibol Brito de Sousa e Maria Perpétua Beleza
Pereira*

Supervisão editorial e revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa
Gabriella de Souza Almeida

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Ocidental

Aceitabilidade do ácido tânico na alimentação de juvenis de tambaqui / Gabriella
Souza de Almeida... [et al.]. – Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2022.
21 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia
Ocidental, ISSN 1517-2457; 46).

1. Tambaqui. 2. *Colossoma macropomum*. 3. Peixe. 4. Saúde. 5. Nutrição
animal. I. Almeida, Gabriella Souza de. II. Meira, Adila Samara Frazão. III. Silva,
Lorena lanka Pontes da. IV. Dairiki, Jony Koji. V. Boijink, Cheila de Lima.
VI. Série.

CDD 639.3

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	6
Metodologia	9
Resultados e Discussão	13
Considerações Finais.....	19
Agradecimentos.....	19
Referências	19

Aceitabilidade do Ácido Tânico na Alimentação de Juvenis de Tambaqui¹

Gabriella Souza de Almeida²

Adila Samara Frazão Meira²

Lorena Ianka Pontes da Silva³

Jony Koji Dairiki⁴

Cheila de Lima Boijink⁵

Resumo – Pesquisas com o uso do ácido tânico na alimentação do tambaqui são realizadas na Embrapa Amazônia Ocidental. O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes em delineamento inteiramente casualizado com quatro níveis de inclusão de ácido tânico (0%, 3%, 6% e 9%) em ração comercial de 45% PB com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas por lotes de sete juvenis (10,69 g \pm 2,17 g), distribuídos em aquários circulares de 70 L, alimentados por 60 dias. Foram avaliados o desempenho zootécnico, as relações corporais e a aceitabilidade das rações. Houve diferenças significativas entre os tratamentos. A aceitabilidade das rações foi positiva, comprovada pelo consumo equiparado em todos os tratamentos, entretanto, para as variáveis peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico, os tratamentos 0% e 3% de inclusão apresentaram resultados superiores aos tratamentos 6% e 9%, o que pode ser atribuído ao prejuízo, em âmbito fisiológico, de maiores inclusões do produto, que culminou com as piores conversões alimentares. Não houve problemas com relação à sobrevivência nem nas relações corporais dos peixes. Com isso, o ácido tânico pode ser fornecido sem prejuízo ao desempenho zootécnico em níveis de até 3%.

Termos para indexação: nutrição, saúde, tanino, *Colossoma macropomum*.

¹ Cadastro nº A8E019E (SisGen).

² Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

³ Bolsista de apoio técnico, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵ Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

Acceptability of Tannic Acid in the Diet of Tambaqui Juveniles

Abstract – Research on the use of tannic acid in food for *Colossoma macropomum* is carried out at Embrapa Western Amazon. The experiment was carried out at the Laboratory of Nutrition and Health of Fish in a completely randomized design with four levels of tannic acid inclusion (0%; 3%; 6% and 9%) in a commercial diet of 45% CP with 3 replications. The experimental units consisted of batches of 7 juveniles ($10.69 \text{ g} \pm 2.17 \text{ g}$) distributed in 70 L circular aquariums fed for 60 days. The zootechnical performance, the body relationships and the acceptability of the rations were evaluated. There were significant differences between treatments. The acceptability of the rations was positive, confirmed by the equal consumption in all treatments, however, for the variables final weight, weight gain and specific growth rate, treatments 0% and 3% of inclusion showed superior results to treatments 6% and 9%, which can be attributed to the damage in the physiological scope of the largest inclusions of the product that culminated in the worst food conversions. There were no problems regarding survival and body relationships of the fish. Thus, tannic acid can be supplied without prejudice to the zootechnical performance at levels up to 3%.

Index terms: nutrition, health, tannin, *Colossoma macropomum*.

Introdução

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 1) é o peixe nativo mais criado no País. Sua produção relevante impulsiona a piscicultura nacional e abastece a população com um pescado de qualidade proveniente de um sistema produtivo consolidado com tecnologias facilmente empregadas pelos piscicultores, no intuito de fornecer tambaquis oriundos de cativeiro em detrimento dos escassos estoques pesqueiros pertencentes à Bacia Amazônica (Associação Brasileira de Piscicultura, 2021). É uma espécie onívora, ou seja, consome na natureza alimentos de origem vegetal, como frutos e sementes, assim como alimentos de origem animal, como insetos, zooplâncton, caramujos, entre outros (Araújo-Lima; Gomes, 2005; Froese, 2022). Essa característica torna o tambaqui uma espécie facilmente adaptável à alimentação com

base em rações completas, já existentes no mercado, que propiciam bom desempenho zootécnico e qualidade do pescado ao consumidor. Hilsdorf et al. (2022), em revisão bibliográfica recente, recomendam pesquisas sobre o aprimoramento das rações para a espécie, as quais devem conter de 75% a 85% de proteína vegetal, e sobre melhoramento genético e otimização do sistema produtivo para alcançar a sustentabilidade da criação.



Foto: Gabriella Almeida

Figura 1. Juvenil de tambaqui utilizado no experimento.

A rusticidade do tambaqui é outro ponto de destaque, característica essa que propicia a criação em sistemas semi-intensivos a intensivos, com adensamento populacional e uso de rações balanceadas em todas as fases de crescimento e engorda. A intensificação do processo produtivo é benéfica para a piscicultura do tambaqui, entretanto, por se trabalhar com altas densidades de estocagem, podem surgir problemas decorrentes da infestação de doenças bacterianas e fúngicas e/ou parasitárias, dentre elas as incidências de monogeneas e acantocéfalos *Neoechinorhynchus buttnerae*, endoparasitas responsáveis pelos maiores prejuízos econômicos da atualidade (Tavares-Dias et al., 2021).

Uma linha de pesquisa da Embrapa Amazônia Ocidental, que alia a nutrição à sanidade dos peixes, investiga o uso de taninos associados a in-

gredientes não convencionais para formulação de rações para controle de endoparasitas monogeneas e acantocéfalos. Resultados promissores foram recentemente publicados com o uso do tanino condensado, incluído no sorgo de alto tanino (Viana-Filho et al., 2022), e na forma hidrolisável, com a inclusão do ácido tânico nas rações para peixes parasitados (Oliveira et al., 2021).

Outro fator relevante a ser considerado está relacionado com a aceitabilidade do ingrediente/princípio ativo a ser avaliado em uma ração, uma vez que os peixes em geral possuem papilas gustativas em diversas partes do corpo, como, por exemplo, na superfície da pele, boca, lábios, faringe, cabeça e barbelas, as quais têm função sensorial para localização do alimento, orientação em ambientes escuros ou com alta turbidez e para o comportamento social/reprodutivo, com a detecção de substâncias químicas (Abou-Zaid, 2014). O paladar dos peixes pode também funcionar como sistema de alarme a substâncias nocivas presentes na água, permitindo aos animais a fuga em determinadas situações (Kasumyan, 2019). Morais (2017) destaca que os avanços recentes na compreensão da base molecular da fisiologia do paladar em peixes podem abrir novas oportunidades para otimizar o manejo alimentar na aquicultura, especialmente quando ingredientes não convencionais estão sendo cada vez mais utilizados, e estes, muitas vezes, podem reduzir a digestibilidade e aceitabilidade das dietas de peixes.

Kasumyan e Doving (2003) preconizam que as preferências relacionadas ao paladar são espécie-específicas nos peixes, desta forma a aplicação do tanino pode ser limitada em algumas espécies. Uma substância é considerada como antinutricional quando interfere na digestibilidade ou na resposta animal, que pode ser atrelada a um mau desempenho zootécnico ou causar baixa imunidade a doenças e parasitas, todavia, quando essa mesma substância é utilizada para promover um ganho, não é mais considerada como antinutricional (Gatlin et al., 2007). Essas substâncias antinutricionais, quando presentes, podem causar mudanças significativas nas respostas fisiológicas do peixe. Tais alterações caracterizam-se principalmente pela perda do apetite, diminuição do desempenho produtivo, menor utilização do alimento, alterações histopatológicas nos tecidos (Chubb, 1982). Diante das possibilidades do uso do tanino, o objetivo deste trabalho foi avaliar níveis de inclusão de ácido tânico levando-se em consideração a aceitabilidade desse ingrediente no desempenho zootécnico de juvenis de tambaqui.

Metodologia

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental (Figura 2), localizado na cidade de Manaus, AM.



Figura 2. Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes.

Ração comercial extrusada para peixes onívoros de granulometria de 1,8 mm com 45% de proteína bruta foi adquirida em uma casa agropecuária regional. O experimento foi planejado com a utilização de um delineamento inteiramente casualizado com quatro níveis de inclusão de ácido tânico (0%, 3%, 6% e 9%) suplementado na ração por meio de aspersão (solução ácido tânico e álcool de cereais) (Figuras 3, 4 e 5), seguindo recomendação de Dairiki et al. (2013), com três repetições por tratamento. As unidades experimentais foram constituídas por lotes de sete juvenis ($10,69 \text{ g} \pm 2,17 \text{ g}$), distribuídos em aquários circulares de 70 L, alimentados por 60 dias até a saciedade aparente (Figuras 6 e 7).

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 3. Doses de ácido tânico utilizadas no experimento: 3%, 6% e 9% (da esquerda para a direita).

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 4. Incorporação do ácido tânico à ração comercial.



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 5. Materiais utilizados para incorporação do ácido tânico à ração experimental.

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 6. Juvenis de tambaqui utilizados no início da experimentação.

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 7. Disposição dos aquários circulares de polietileno de 70 L.

A aleatorização das unidades experimentais foi realizada com a ferramenta eletrônica Edgar II (Brown, 2005). Foram monitorados semanalmente os parâmetros de qualidade da água: temperatura e oxigênio dissolvido, com o uso do aparelho oxímetro digital, e o pH, com a utilização de um pHmetro de bolso digital (Figura 8).

Foto: Cheila Boijink



Figura 8. Medição dos parâmetros de qualidade da água (oxigênio dissolvido e pH).

No final do período experimental foram coletadas amostras representativas para determinação das relações corporais, imprescindíveis para o monitoramento da qualidade de carcaça e verificação de possíveis desordens nutricionais: Relação hepatossomática (RHS) = (peso do fígado ÷ peso da carcaça) x 100, lipossomática (RLS) = (peso da gordura intraperitoneal ÷ peso da carcaça) x 100 e viscerossomática (RVS) = (peso das vísceras ÷ peso da carcaça) x 100.

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho zootécnico: peso final (PF); ganho de peso (GP) = (peso final) - (peso inicial); consumo de ração (CR); conversão alimentar aparente (CAA) = (consumo de ração) ÷ (ganho de peso) taxa de crescimento específico (TCE) = $\{[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial}) \div \text{período}] \times 100\}$ e Sobrevivência (S) = (número de animais final ÷ número de animais inicial) x 100. Os dados foram tabulados em Excel e submetidos à análise de variância ($\alpha=0,05$) e teste de Tukey ($\alpha=0,05$) com uso do sistema computacional GraphPad INSTAT (versão 3). Adicionalmente, para melhor interpretação dos resultados, foram construídas regressões polinomiais, seguindo recomendações de Shearer (2000).

Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade da água, monitorados durante todo o período experimental, apresentaram os seguintes valores: temperatura = $28,44 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,50 \text{ }^\circ\text{C}$; pH = $5,69 \pm 0,20$ e oxigênio dissolvido = $7,68 \text{ mg/L} \pm 0,13 \text{ mg/L}$. Todos eles de acordo com os sugeridos para a criação da espécie em ambiente tropical (Aride et al., 2004). Ao término do período de alimentação, os lotes de tambaqui previamente anestesiados com solução de eugenol na dose de 0,4 mL por litro de água foram novamente pesados, medidos e contabilizados.

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados para as variáveis de desempenho zootécnico e relações corporais. Houve diferenças significativas entre os tratamentos, com exceção das variáveis peso inicial unitário, consumo unitário, sobrevivência e relação hepatossomática.

Dentre os resultados obtidos, embora o consumo de ração fosse o mesmo durante o período experimental, os juvenis de tambaqui apresentaram diferenças de ganho de peso, peso unitário final e taxa de crescimento específico. Níveis mais elevados de ácido tânico, como os de 6% e 9%, acabaram

prejudicando os processos metabólicos na fisiologia dos peixes, acarretando problemas no fator primordial, a conversão alimentar (Figuras 9, 10 e 11).

Tabela 1. Variáveis de desempenho zootécnico e relações corporais dos juvenis de tambaqui alimentados com doses crescentes de ácido tânico.

Variáveis	0%	3%	6%	9%
Peso inicial unitário (g)	10,97 ± 0,36 ^a	10,69 ± 0,22 ^a	10,94 ± 0,35 ^a	10,84 ± 0,29 ^a
Peso final unitário (g)	37,25 ± 1,60 ^a	36,65 ± 0,66 ^a	31,61 ± 1,92 ^b	30,04 ± 0,17 ^b
Ganho de peso unitário (g)	26,29 ± 1,28 ^a	25,95 ± 0,50 ^a	20,68 ± 1,80 ^b	19,20 ± 0,45 ^b
Consumo unitário (g)	26,29 ± 0,35 ^a	27,93 ± 1,14 ^a	27,10 ± 0,58 ^a	25,79 ± 1,49 ^a
Conversão alimentar	1,00 ± 0,06 ^a	1,08 ± 0,02 ^{ab}	1,37 ± 0,17 ^b	1,40 ± 0,20 ^b
Taxa de Crescimento Específico (%/dia)	1,88 ± 0,03 ^a	1,89 ± 0,02 ^a	1,55 ± 0,22 ^{ab}	1,49 ± 0,18 ^b
Sobrevivência (%)	100,0 ± 0,00 ^a	100,0 ± 0,00 ^a	95,24 ± 8,25 ^a	95,24 ± 8,25 ^a
Comprimento total (cm)	13,06 ± 0,61 ^a	13,11 ± 0,97 ^a	12,60 ± 0,58 ^{ab}	11,80 ± 0,06 ^b
Comprimento padrão (cm)	10,19 ± 0,43 ^a	10,27 ± 0,71 ^a	9,88 ± 0,34 ^a	9,19 ± 0,54 ^b
Relação hepatomática (%)	1,61 ± 0,31 ^a	1,49 ± 0,30 ^a	1,76 ± 0,48 ^a	1,81 ± 0,48 ^a
Relação lipossomática (%)	0,74 ± 0,24 ^{ab}	0,60 ± 0,14 ^a	0,91 ± 0,19 ^b	0,78 ± 0,30 ^{ab}
Relação viscerossomática (%)	4,60 ± 0,67 ^a	5,30 ± 0,45 ^{ab}	5,11 ± 0,56 ^{ab}	5,47 ± 0,68 ^b

Letras diferentes na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey em nível de 0,05 de probabilidade.

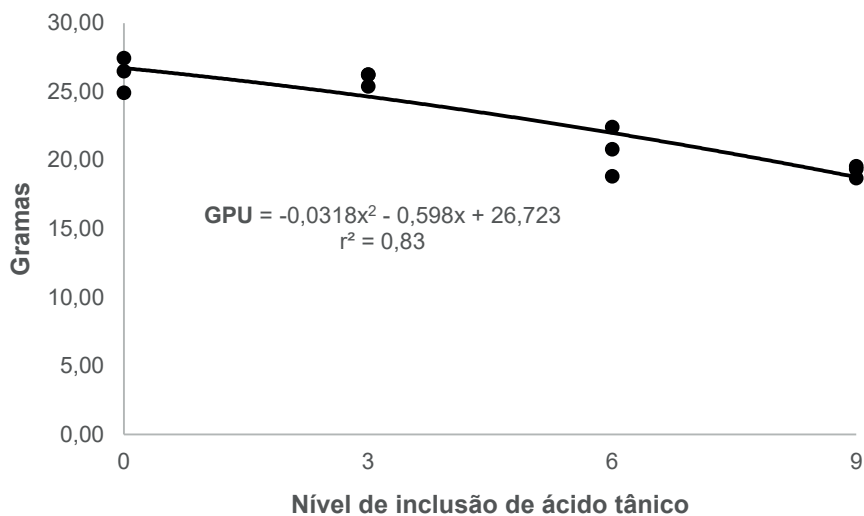


Figura 9. Regressão polinomial – Ganho de peso unitário.

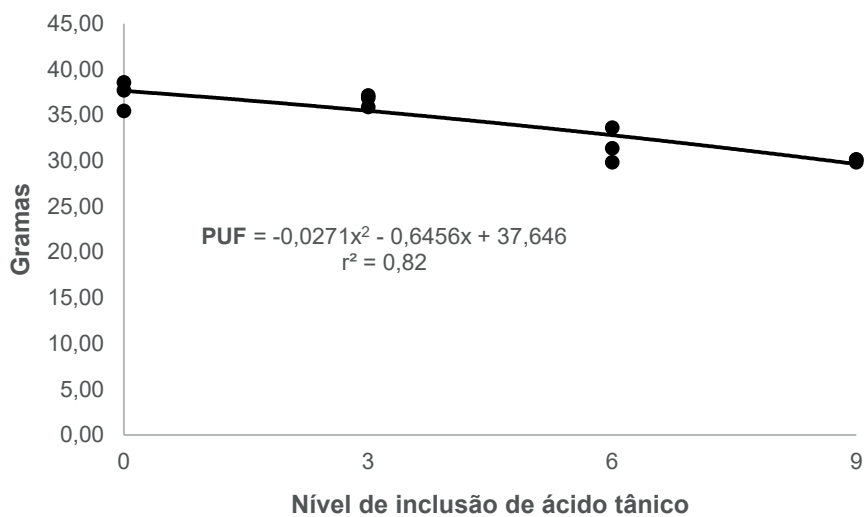


Figura 10. Regressão polinomial – Peso unitário final.

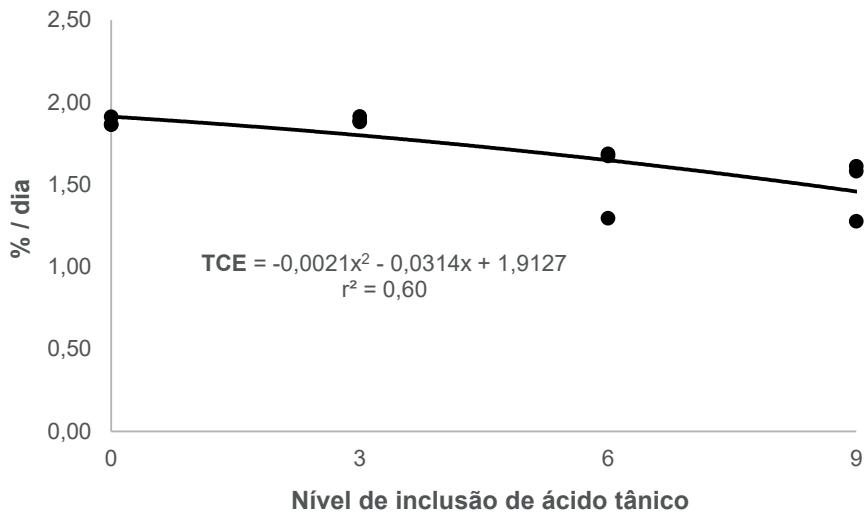


Figura 11. Regressão polinomial – Taxa de crescimento específico.

Quanto à conversão alimentar, nas unidades experimentais, denota-se que houve um consumo equiparado nos níveis de 6% ($1,37 \pm 0,17$) e 9% ($1,40 \pm 0,20$), porém com menor crescimento (Figura 12), se comparado aos níveis 0% e 3%, inferindo dessa forma a necessidade de despendar muito mais insumos para que o desempenho zootécnico possa se equiparar aos níveis de 0% ($1,00 \pm 0,06$) e 3% ($1,08 \pm 0,02$). Segundo Kasumyan (2019), a fome pode acarretar a perda de aversão a muitas substâncias prejudiciais, o que explica o consumo de novos produtos/ingredientes por peixes famintos, previamente recusados ou consumidos ocasionalmente em condições normais e com fartura de opções alimentares. Nesse caso específico, mesmo nos níveis de maior inclusão de ácido tânico, houve consumo de alimento para saciar a fome dos animais, mas não convertido em ganho de peso, o que pode explicar os piores índices de conversão alimentar nas maiores inclusões de ácido tânico.

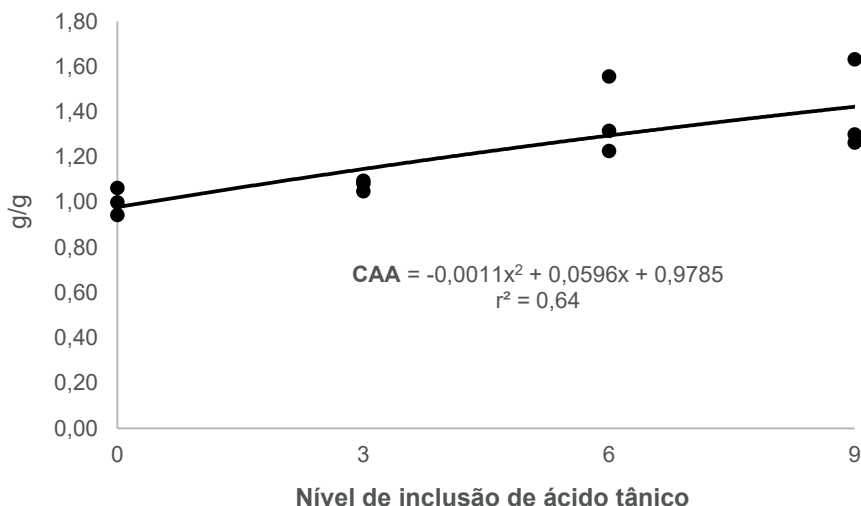


Figura 12. Regressão polinomial – Conversão alimentar aparente.

Analisando as relações hepatossomáticas, vicerossomáticas e lipossomáticas, foi possível verificar que o nível de 6% apresentou maior relação lipossomática quando comparado aos demais tratamentos. Essa condição é considerada não ideal para o desenvolvimento animal, pois infere-se que animais alimentados com esse nível de inclusão apresentam maior deposição de gordura visceral, condição indesejável para produção zootécnica. Para tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*), Aiura e Carvalho (2007) observaram a mesma tendência e atribuíram a maior deposição de gordura visceral pela diminuição da eficiência enzimática no trato digestório desses animais com o uso do tanino. As taxas de sobrevivência, por sua vez, não acarretaram resultados negativos, com taxas acima de 95% em todos os tratamentos.

De acordo com Kasumyan e Doving (2003), quanto à classificação das substâncias gustativas, a inclusão do ácido tânico neste ensaio pode ter exercido uma função supressora, ou seja, mesmo não interferindo no consumo dos alimentos, prejudicou o aproveitamento dos outros ingredientes que constavam na ração comercial, como, por exemplo, o farelo de soja, de milho, entre outros, que compõem basicamente a formulação de rações para peixes onívoros. Becker e Makkar (1999) observaram um efeito impedor do consumo de ração com a inclusão de 2% de ácido tânico na alimentação de juvenis de carpa comum (*Cyprinus carpio*) após 40 dias de fornecimento; em

comparação, o tambaqui não deixou de se alimentar no período de 60 dias e com doses mais elevadas (3%, 6% e 9%), o que pode inferir maior tolerância da espécie, caracterizada por se alimentar, na natureza, de frutos e sementes com maior concentração de taninos, o que torna o uso do ácido tânico viável nesse primeiro momento.

Diante do exposto, o consumo de ração para os respectivos tratamentos foi equiparado entre os tratamentos avaliados (Figura 13). Desta forma é possível inferir que os níveis de ácido tânico não afetaram a palatabilidade e aceitabilidade da ração durante o período experimental. Porém, fisiologicamente, de forma abrupta, podemos destacar que, de alguma forma, os níveis de 6% e 9% afetaram a digestibilidade efetiva no trato gastrointestinal de juvenis de tambaqui, retardando ou até mesmo inibindo alguns processos metabólicos primordiais para propiciar uma melhor conversão alimentar.

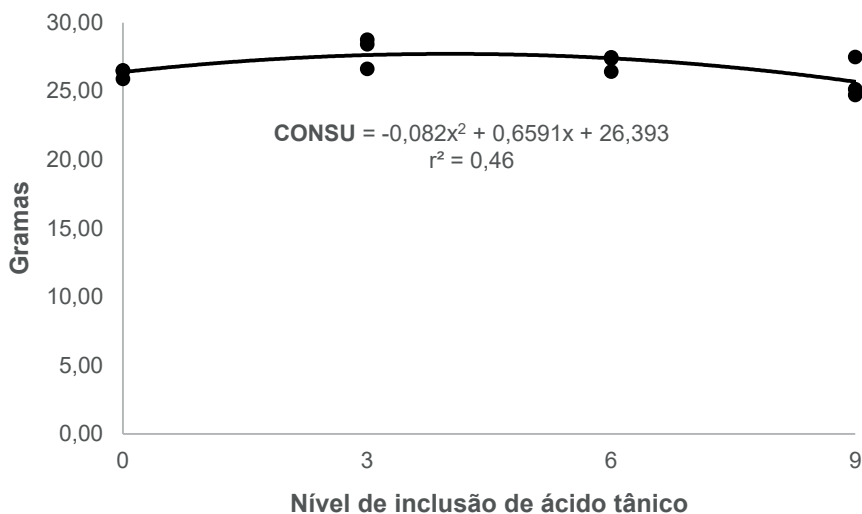


Figura 13. Regressão polinomial – Consumo de ração unitário

Estudos posteriores, com o uso de um maior período experimental de alimentação, a inclusão do ácido tânico em doses elevadas para controle de parasitas e a primordial realização das análises fisiológicas complementares para verificar possíveis melhorias no sistema imunológico dos peixes, estão previstos para complementariedade da presente pesquisa.

Considerações Finais

A aceitabilidade das rações foi positiva, comprovada pelo consumo equiparado em todos os tratamentos, entretanto, para as variáveis peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico, os tratamentos 0% e 3% de inclusão apresentaram resultados superiores aos tratamentos 6% e 9%, o que pode ser atribuído ao prejuízo, em âmbito fisiológico, das maiores inclusões do produto, que culminou com as piores conversões alimentares. Não houve problemas com relação a sobrevivência nem nas relações corporais dos peixes. Com isso, o ácido tânico pode ser fornecido sem prejuízo ao desempenho zootécnico em níveis de até 3%.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, pela infraestrutura; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), por meio da concessão das bolsas de iniciação científica e apoio técnico, e pelo apoio financeiro por meio da aprovação do Processo: 062.01336/2018 do Edital n° 002/2018 - Universal Amazonas com o projeto intitulado: Avaliação de Taninos em Dietas para Juvenis de Tambaqui no Controle de Helmintos e Desempenho Zootécnico, sob coordenação da Dra. Cheila de Lima Boijink.

Referências

- ABOU-ZAID, D. F. A. A comparative study of the distribution and morphology of the external taste buds in the siluroid fishes, *Malapterus electricus* and *Clarias lazera*. **International Journal of Advanced Research**, v. 2, n. 5, p. 1083-1095, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR 2021**. São Paulo: ABP, 2021.
- AIURA, F. S.; CARVALHO, M. R. B. Body lipid deposition in Nile tilapia fed on rations containing tannin. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 1, p. 51-56, 2007.
- ARAÚJO-LIMA, L. D.; GOMES, L. C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L. C. (ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005. p. 175-202.
- ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Water pH in central Amazon and its importance for tambaqui (*Colossoma macropomum*) culture. **World Aquaculture**, v. 35, n. 2, p. 24-27, 2004.

BECKER, K.; MAKKAR, H. P. S. Effects of dietary tannic acid and quebracho tannin on growth performance and metabolic rates of common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture**, v. 175, p. 327-335, 1999.

BROWN, J. **EDGAR**: choose a type of experimental design. Norwich, Inglaterra: John Innes Centre, 2005. Disponível em: <http://www.edgarweb.org.uk/choosedesign.htm>. Acesso em: 3 mar. 2021.

CHUBB, L. G. Anti-nutritive factors in animal feedstuffs. In: HARESTING, W. Studies in agricultural and food science butterworths. **Recent Advances in Animal Nutrition**, p. 21-37, 1982.

DAIRIKI, J. K.; MAJOLLO, C.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M.; OLIVEIRA, M. R. de; MORAIS, I. S. **Procedimento para inclusão de óleos essenciais em rações para peixes**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 8 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 42).

FROESE, R. *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816). **Fishbase**. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/Colossoma-macropomum.html>. Acesso em: 4 abr. 2022.

GATLIN, D. M.; BARROWS, F. T.; BROWN, P.; DABROWSKI, K.; GAYLORD, T. G.; HARDY, R. W.; HERMAN, E.; HU, G.; KROGDAHL, A.; NELSON, R.; OVERTURF, K.; RUST, M.; SEALEY, W.; SKONBERG, D.; SOUZA, E. J.; STONE, D.; WILSON, R.; WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 551-579, 2007.

HILSDORF, A. W. S.; HALLERMAN, E.; VALLADÃO, G. M. R.; ZAMINHAN-HASSEMER, M.; HASHIMOTO, D. T.; DAIRIKI, J. K.; TAKAHASHI, L. S.; ALBERGARIA, F. C.; GOMES, M. E. S.; VENTURIERI, R. L. L.; MOREIRA, R. G.; CYRINO, J. E. P. The farming and husbandry of *Colossoma macropomum*: from Amazonian waters to sustainable production. **Reviews in Aquaculture**, v. 14, p. 993-1027, 2022.

KASUMYAN, A. O. The taste system in fishes and the effects of environmental variables. **Journal of Fish Biology**, v. 95, p. 155-178, 2019.

KASUMYAN, A. O.; DOVING, K. J. Taste preferences in fish. **Fish and Fisheries**, v. 4, p. 289-347, 2003.

MORAIS, S. The physiology of taste in fish: potential implications for feeding stimulation and gut chemical sensing. **Reviews in Fisheries Science & Aquaculture**, v. 25, n. 2, p. 133-149, 2017.

OLIVEIRA, V. S.; SILVA, L. I. P.; DAIRIKI, J. K.; BOIJINK, C. L. Desempenho zootécnico, inclusão e aceitação do tanino em dietas para o tambaqui. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 17., 2020, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 19-26.

SHEARER, K. D. Experimental design, statistical analysis and modeling of dietary nutrient requirement studies for fish: a critical review. **Aquaculture Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 91-102, 2000.

TAVARES-DIAS, M.; CHAGAS, E. C.; MACIEL, P. O. Parasitismo e seus efeitos sanguíneos e histológicos em peixes. In: MATTOS, B. O. de; PANTOJA-LIMA, J.; OLIVEIRA, A. T. de; ARIDE, P. H. R. (org.). **Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias**. Ponta Grossa, PR: Atena, 2021. p. 311-352.

VIANA FILHO, G. B.; SILVA, L. I. P.; SCHERER FILHO, C.; DAIRIKI, J. K.; BOIJINK, C. L. **Sorgo de alto tanino na nutrição e sanidade de tabaquis parasitados por acantocéfalos e monogêneos**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2022. 22 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 83).



Amazônia Ocidental