



**Efeito anti-helmíntico *in vitro* da espécie *Andira vermifuga*
contra *Neoechinorhynchus buttnerae***

**In vitro anthelmintic effect of the species *Andira vermifuga*
against *Neoechinorhynchus buttnerae***

**Efecto antihelmíntico *in vitro* de la especie *Andira vermifuga*
contra *Neoechinorhynchus buttnerae***

Tiago Barbosa Pereira

Doutor em Química

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas

Endereço: Estrada Odovaldo Novo, 979, Djard Vieira, Parintins, Amazonas,
Brasil, CEP: 69151-220

E-mail: tbpereira@uea.edu.br

Edizon Veiga Lopes

Doutor em Química

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Endereço: Avenida André Araújo, Aleixo, Manaus, Amazonas, Brasil,
CEP: 69067-373

E-mail: edizonlopes@gmail.com

Edsandra Campos Chagas

Doutora em Aquicultura

Instituição: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amazônia
Occidental

Endereço: Rodovia AM 010, Km 29, Estrada Manaus–Itacoatiara, Manaus,
Amazonas, Brasil, CEP: 69010-970

E-mail: edsandra.chagas@embrapa.br

Djalma da Silva Pereira

Doutor em Química

Instituição: Universidade do Estado do Amazonas

Endereço: Estrada Odovaldo Novo, 979, Djard Vieira, Parintins, Amazonas,
Brasil, CEP: 69151-220

E-mail: dsilva@uea.edu.br

Adrian Martin Pohlit

Doutor em Química

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Endereço: Avenida André Araújo, Aleixo, Manaus, Amazonas, Brasil,
CEP: 69067-373

E-mail: adrian.pohlit@posgrad.inpa.gov.br



RESUMO

A infecção pelo acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae* constitui um dos principais entraves à produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) na Amazônia. Este estudo avaliou a atividade anti-helmíntica *in vitro* de extratos e frações de *Andira vermifuga* contra *N. buttnerae*. As folhas foram secas, trituradas e submetidas à maceração sequencial com solventes de polaridade crescente (hexano, acetato de etila e metanol). O extrato metanólico e as frações hidroalcoólicas dos extratos hexânico e de acetato de etila foram testados *in vitro* contra acantocéfalos de tambaquis naturalmente infectados. Todas as amostras promoveram 100% de mortalidade de *N. buttnerae* após 24 h nas concentrações de 25 e 50 mg/L. A fração hidroalcoólica do extrato em acetato de etila foi a mais promissora, atingindo 100% de mortalidade em 6 h a 25 mg/L e apresentando elevada eficácia mesmo em baixas concentrações. Os resultados evidenciam o potencial de extratos de média polaridade de plantas amazônicas como fonte de compostos antiparasitários eficazes no controle de infecções que afetam a piscicultura do tambaqui.

Palavras-chave: acantocéfalo, *Neoechinorhynchus buttnerae*, *Andira vermifuga*, *Colossoma macropomum*.

ABSTRACT

Infection by the acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* is one of the main obstacles to tambaqui (*Colossoma macropomum*) production in the Amazon. This study evaluated the *in vitro* anthelmintic activity of extracts and fractions of *Andira vermifuga* against *N. buttnerae*. The leaves were dried, crushed, and subjected to sequential maceration with solvents of increasing polarity (hexane, ethyl acetate, and methanol). The methanolic extract and the hydroalcoholic fractions of the hexane and ethyl acetate extracts were tested *in vitro* against acanthocephalans of naturally infected tambaqui. All samples promoted 100% mortality of *N. buttnerae* after 24 h at concentrations of 25 and 50 mg/L. The hydroalcoholic fraction of the ethyl acetate extract was the most promising, achieving 100% mortality in 6 hours at 25 mg/L and showing high efficacy even at low concentrations. The results highlight the potential of medium-polarity extracts from Amazonian plants as a source of effective antiparasitic compounds for controlling infections affecting tambaqui fish farming.

Keywords: acanthocephalan, *Neoechinorhynchus buttnerae*, *Andira vermifuga*, *Colossoma macropomum*.

RESUMEN

La infección por el acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae* es uno de los principales obstáculos para la producción de tambaqui (*Colossoma macropomum*) en la Amazonía. Este estudio evaluó la actividad antihelmíntica *in vitro* de extractos y fracciones de *Andira vermifuga* contra *N. buttnerae*. Las hojas se secaron, trituraron y se sometieron a maceración secuencial con solventes de polaridad creciente (hexano, acetato de etilo y metanol). El extracto metanólico y las fracciones hidroalcohólicas de los extractos de hexano y acetato de etilo se



probaron in vitro contra acantocéfalos de tambaquí infectado naturalmente. Todas las muestras promovieron una mortalidad del 100% de *N. buttnerae* después de 24 h a concentraciones de 25 y 50 mg/L. La fracción hidroalcohólica del extracto de acetato de etilo fue la más prometedora, alcanzando una mortalidad del 100 % en 6 horas a 25 mg/L y mostrando una alta eficacia incluso a bajas concentraciones. Los resultados destacan el potencial de los extractos de polaridad media de plantas amazónicas como fuente de compuestos antiparasitarios eficaces para el control de infecciones que afectan a la piscicultura de tambaquí.

Palabras clave: *acantocéfalo*, *Neoechinorhynchus buttnerae*, *Andira vermifuga*, *Colossoma macropomum*.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a captura e a aquicultura são as duas principais formas de obtenção de peixe no mundo. Dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) divulgados em 2019 mostram que a pesca de captura representava 53% da produção mundial (OECD-FAO, 2019). E dados atuais mostram o crescimento da aquicultura e diminuição da pesca de captura na produção global de peixe em 2023 (OECD-FAO, 2025).

Na América Latina, o Brasil está entre os principais fornecedores de peixe (OECD/FAO, 2019), desempenhando um papel importante na produção de alimentos na piscicultura mundial (Tavares-Dias; Martins, 2017). Somente em 2018, o Brasil produziu 519,27 mil toneladas de peixe por meio da piscicultura, com valor de produção de R\$ 3,31 bilhões (IBGE, 2019). E em 2022 alcançou 617,3 mil toneladas, com valor de produção de R\$ 5,7 bilhões (IBGE, 2023). Entre as espécies de peixe cultivadas no Brasil, o tambaqui (*Colossoma macropomum*) representou, em 2018, 19,7% da produção nacional (IBGE, 2019); Jerônimo et al., 2017).

De acordo com o Censo Demográfico do IBGE de 2019, a região Norte produziu 73,2 mil toneladas de tambaqui na piscicultura. No entanto, o Amazonas ocupa a quinta posição na produção da região Norte, com 6 mil



toneladas, superando apenas o Acre e o Amapá. Entre os municípios do Amazonas, destacam-se a modesta produção de Parintins (3,5 toneladas) e as produções mais robustas de Iranduba (985 toneladas) e Rio Preto da Eva (845 toneladas) em 2019 (IBGE, 2020). A significativa taxa de cultivo do tambaqui no Brasil deve-se à facilidade de sua dieta, à disponibilidade de alevinos e à estabilidade frente a mudanças físico-químicas da água (Da Cunha et al., 2020; Garcez et al., 2021; Rocha et al., 2018).

Infelizmente, o cultivo do tambaqui enfrenta riscos relacionados à ocorrência de doenças parasitárias causadas pelo acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae*, o parasito mais incidente na piscicultura da região Norte do Brasil (Dos Santos et al., 2018; Valladão et al., 2019). Este parasito é responsável pela diminuição da massa corporal e deformação do tambaqui (Silva-Gomes et al., 2017). A infecção parasitária pode comprometer toda a produção e aumentar os custos devido à ausência de sinais de anorexia e presença de caquexia, ou seja, o peixe infectado continua se alimentando, mas com baixa absorção de nutrientes (Chagas et al., 2016; Valladão; Gallani; Pilarski, 2016). O impacto do parasitismo por acantocéfalo no cultivo de tambaqui pode contribuir para perdas econômicas na aquicultura, estimadas em US\$ 84 milhões por ano, decorrentes a doenças parasitárias e bacterianas no Brasil (Tavares-Dias; Martins, 2017).

A preocupação com o controle do parasito tem incentivado a pesquisa com de novas medidas de tratamento (de Oliveira et al., 2021; Gonzales et al., 2020; Nunes et al., 2023). Dentre essas pesquisas, destaca-se a investigação da atividade biológica das espécies amazônicas (De Oliveira et al., 2021; Nunes et al., 2023).

Dentre as famílias vegetais encontradas na região Amazônica destaca-se a Fabaceae, cujas espécies são amplamente usadas na medicina tradicional das comunidades da região (Braga et al., 2022).

No município de Parintins-Am, espécie *Andira vermifuga* (Fabaceae) é popularmente conhecida como lombrigueira, denominação que reflete seu uso tradicional como anti-helmíntico (De Paula Lourenço et al., 1999).



O conhecimento tradicional da atividade anti-helmíntica do gênero *Andira* é descrito na literatura (Da Silva et al., 2008). As espécies deste gênero estão amplamente distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais do globo (Aisyah Salihah Isa Mohamad Hamizan Mohd; Ahmat, 2020; Son; Elshamy, 2021).

Nas espécies do gênero *Andira* são identificadas diversas classes de metabólitos secundários, como isoflavonas, flavonoides (Kraft et al., 2001) e terpenos (Silva et al., 2006). Os flavonoides são apontados como os principais responsáveis pela atividade anti-helmíntica (Da Silva et al., 2008).

Em estudo realizado por Seixas et al., (2019) focando na atividade anti-helmíntica contra *N. buttnerae* presente no tabaqui, os compostos fenólicos foram classificados como promissores. Considerando a inexistência de tratamento terapêutico eficaz para o controle de *N. buttnerae* em *C. macropomum* e a presença da piscicultura no município de Parintins-AM, torna-se importante a pesquisa da atividade anti-helmíntica de extratos e frações obtidas de espécies amazônicas contra o acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae*, com potencial para encontrar medidas alternativas para controlar doenças parasitárias na piscicultura do tabaqui no Estado do Amazonas.

O presente trabalho tem o objetivo de avaliar a atividade *in vitro* anti-helmíntica dos extratos e frações da *Andira vermifuga* contra acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae*.

2 EXPERIMENTAL

2.1 COLETA DO MATERIAL BOTÂNICO E OBTENÇÃO DO EXTRATO E FRAÇÕES

As folhas da *Andira vermifuga* foram coletadas no município de Humaitá-AM (lat: -7.51666667 long:-63.16666667), em 12 de Agosto de 2020. Uma exsicata dessa espécie foi depositada previamente no herbário do INPA sob o número INPA95574. As folhas foram secas em estufa de circulação de ar na temperatura de 30°C no período de 72 h. Em seguida, as folhas da *A. vermifuga*



(2,36 kg) foram trituradas e submetidas à maceração sequencial com aumento de polaridade (3×72 h; para cada solvent). A extração foi iniciada com hexano, seguida de acetate de etila, e, posteriormente, com metanol.

Os extratos hexânico e acetato de etila, previamente secos, foram suspensos em solução hidroalcoólica ($H_2O:MeOH$; 7:3, v/v) e, em seguida, submetidos a partição líquido-líquido com hexano e acetato de etila, visando o fracionamento em porções de diferentes polaridades.

Após a partição, os extratos e frações que apresentaram solubilidade na solução empregada nos ensaios *in vitro* (meio essencial mínimo de Eagle – MEME + Tween 80) foram selecionados para o teste anti-helmintico. Dentre estes, apenas o extrato metanólico, as frações hidroalcoólicas obtidas do extrato hexânico e a fração hidroalcoólica do extrato em acetato de etila apresentaram solubilidade adequada na solução de ensaio e, portanto, foram encaminhados para o teste anti-helmíntico *in vitro*.

2.2 TESTE ANTI-HELMINTICO *IN VITRO*

A eficácia anti-helmíntica *in vitro* do extrato e das frações da *Andira vermifuga* contra o acantocéfalo *N. buttnerae*, parasitando *Colossoma macropomum*, foi avaliada utilizando-se juvenis de *C. macropomum* ($256 \pm 6,14$ g; $18,8 \pm 0,15$ cm), naturalmente parasitados *N. buttnerae*.

Os peixes foram obtidos em piscicultura comercial no município de Manaus (AM, Brasil) e aclimatados por duas semanas em tanques de 1.000 L, com aeração e aquecimento constantes, sendo alimentados duas vezes ao dia com ração comercial (32% PB) até saciedade aparente.

Após este período, os peixes foram submetidos à anestesia profunda com benzocaína (250 mg L^{-1}), seguida de eutanásia por secção medular, em conformidade com as diretrizes do CONCEA (2018) e com aprovação da CEUA da Embrapa Amazônia Ocidental (Protocolo CEUA 05/2022). Em seguida, o intestino foi removido e dissecado, e os acantocéfalos adultos foram coletados do lúmen intestinal com auxílio de estereomicroscópio (Leica EZ4). Os helmintos



foram lavados em solução de cloreto de sódio 0,9% e transferidos para meio essencial mínimo de Eagle (MEME, Sigma-Aldrich®) para confirmação prévia da integridade morfológica e da motilidade antes do início dos ensaios.

Os parasitos viáveis foram distribuídos em placas de Petri (5,5 cm de diâmetro) contendo 5 mL de MEME, mantidas à temperatura ambiente ($25 \pm 1^\circ\text{C}$). Para cada tratamento, foram utilizados 10 helmintos por placa, em três repetições independentes.

Os testes foram compostos por controle (MEME acrescido de Tween) e o extrato e as frações foram submetidos a teste *in vitro* anti-helmíntico em cinco concentrações (3,12; 6,25; 12,5; 25; 50 mg/L) com tempo de exposição de 2, 6 e 24 h. A eficácia anti-helmíntica foi expressa como porcentagem de mortalidade de *N. buttnerae* considerando-se eficácia máxima quando houve 100% de mortalidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios *in vitro* demonstraram que o extrato metanólico e as frações hidroalcoólicas de *Andira vermifuga* apresentaram atividade anti-helmíntica contra *Neoechinorhynchus buttnerae* de forma dependente do tempo de exposição e da concentração (Tabela 1). No grupo controle (MEME + Tween), não foi observada mortalidade de parasitos em nenhum dos tempos avaliados (2, 6 e 24 h), confirmando a ausência de efeito do veículo sobre a viabilidade de *N. buttnerae*.

O extrato metanólico não promoveu mortalidade nas primeiras 2 h de exposição, independentemente da concentração testada (3,125–50 mg/L). Após 6 h, observaram-se apenas baixos índices de mortalidade, com valores máximos em torno de 10% em 25 mg/L. Contudo, após 24 h, a atividade anti-helmíntica tornou-se mais evidente, com mortalidade entre aproximadamente 43–67% nas concentrações intermediárias (3,125–12,5 mg/L) e 100% de mortalidade nas concentrações de 25 e 50 mg/L, indicando uma ação mais lenta, porém efetiva em concentrações mais elevadas.



Tabela 1. O teste *in vitro* do extrato metanólico e frações hidroalcoolicas do extrato hexânico e acetato de etila

Amostras	Tempo (h)	C (mg/L)	Parasitos vivos	%Parasitos mortos
	2	MEME	30	0
Controle	6	MEME	30	0
	24	MEME	30	0
		3,125	30	0
		6,25	30	0
	2	12,5	30	0
		25	30	0
		50	30	0
		3,125	30	0
Extrato metanólico	6	6,25	29	3,3 ± 0,58
		12,5	30	0
		25	27	10,0 ± 1,73
		50	30	0
		3,125	11	63,3 ± 3,06
		6,25	17	43,3 ± 2,08
	24	12,5	10	66,7 ± 2,89
		25	0	100,0 ± 0,00
		50	0	100,0 ± 0,00
		3,125	30	0
		6,25	30	0
	2	12,5	30	0
		25	30	0
		50	24	20,0 ± 2,65
Fração hidroalcoólica do extrato hexânico		3,125	21	30,0 ± 1,00
		6,25	27	10,0 ± 1,73
	6	12,5	0	100,0 ± 0,00
		25	25	16,7 ± 1,53
		50	3	90,0 ± 0,00
		3,125	0	100,0 ± 0,00
		6,25	0	100,0 ± 0,00
	24	12,5	0	100,0 ± 0,00
		25	0	100,0 ± 0,00
		50	0	100,0 ± 0,00
		3,125	3	85,0 ± 0,71
Fração hidroalcoólica do extrato acetato de etila	2	6,25	3	85,0 ± 0,71
		12,5	0	100,0 ± 0,00
		25	14	30,0 ± 0,00
		50	0	100,0 ± 0,00
		3,125	0	100,0 ± 0,00
	6	6,25	0	100,0 ± 0,00
		12,5	0	100,0 ± 0,00



	25	0	100,0 ± 0,00
	50	0	100,0 ± 0,00
	3,125	0	100,0 ± 0,00
	6,25	0	100,0 ± 0,00
24	12,5	0	100,0 ± 0,00
	25	0	100,0 ± 0,00
	50	0	100,0 ± 0,00

Fonte: Elaboração própria

A fração hidroalcoólica do extrato hexânico também não apresentou efeito nas primeiras 2 h em todas as concentrações testadas. Entretanto, após 6 h de exposição, verificou-se aumento expressivo da mortalidade, com 100% de parasitos mortos em 12,5 mg/L e 90% em 50 mg/L. Ao final de 24 h, todas as concentrações (3,125–50 mg/L) dessa fração resultaram em 100% de mortalidade de *N. buttnerae*, evidenciando forte atividade anti-helmíntica após maior tempo de contato.

A fração hidroalcoólica do extrato em acetato de etila foi a amostra mais promissora. Já em 2 h de exposição, resultou em mortalidades elevadas, com cerca de 85% de parasitos mortos nas menores concentrações (3,125 e 6,25 mg/L) e 100% em 12,5 e 50 mg/L. Após 6 e 24 h, todas as concentrações avaliadas promoveram 100% de mortalidade, indicando ação rápida e altamente eficaz mesmo em baixas concentrações.

De forma geral, os resultados indicam que frações de média polaridade de *A. vermifuga* apresentam atividade anti-helmíntica *in vitro* contra *N. buttnerae*, destacando-se a fração hidroalcoólica do extrato em acetato de etila pela rapidez e intensidade da resposta, seguida pela fração hidroalcoólica do extrato hexânico e, por último, pelo extrato metanólico, que se mostrou ativo principalmente após 24 h nas maiores concentrações. Esses achados reforçam o potencial da espécie como fonte de compostos bioativos para o controle de acantocéfalos em *C. macropomum*.

Resultados semelhantes foram descritos por Haider et al. (2024), em que a atividade anti-helmíntica promissora de *Nicotiana tabacum* foi atribuída, principalmente, à presença de substâncias de média polaridade concentradas. De maneira convergente, Belga et al. (2024) demonstraram que o



desengorduramento prévio dos extratos potencializa a atividade anti-helmíntica, favorecendo a concentração de metabólitos de polaridade intermediária, o que sustenta a hipótese de que substâncias de média polaridade têm relevância central na atividade biológica contra helmintos.

No contexto da família Fabaceae, levantamentos etnobotânicos de Braga et al. (2022) e Araújo et al. (2025) reforçam que muitas espécies tradicionalmente utilizadas como medicinais do gênero *Andira* são ricas em flavonoides, taninos, saponinas, terpenoides e alcaloides; classes de metabólitos de média a alta polaridade. O perfil químico descrito para essas espécies é muito semelhante ao observado em plantas com atividade anti-helmíntica comprovada, como *Combretum mucronatum* e *N. tabacum*. Isso sugere que, dentro de Fabaceae, frações de média polaridade tendem a ser particularmente promissoras quando o objetivo é obter frações ricas em constituintes químicos com potencial anti-helmíntico.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que extratos de média polaridade de *Andira vermifuga* apresentam expressiva atividade anti-helmíntica *in vitro* contra *Neoechinorhynchus buttnerae*, principal acantocéfalo associado a perdas produtivas no cultivo de tambaqui. O extrato metanólico e, sobretudo, as frações hidroalcoólicas dos extratos hexânico e em acetato de etila foram capazes de promover 100% de mortalidade dos parasitos nas maiores concentrações testadas, destacando-se a fração hidroalcoólica do extrato em acetato de etila pela rapidez de ação e eficácia em menores concentrações.

Esses achados reforçam a relevância de metabólitos de polaridade intermediária na atividade anti-helmíntica de espécies da família Fabaceae e apontam *A. vermifuga* como fonte promissora de compostos bioativos para o desenvolvimento de alternativas fitoterápicas no controle de acantocéfalos em *Colossoma macropomum*. No entanto, por se tratar de um estudo *in vitro*, são necessários experimentos adicionais para avaliar a eficácia *in vivo*, a segurança



para os peixes e o ambiente, bem como o isolamento e a caracterização dos constituintes ativos responsáveis pela atividade observada.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste artigo reconhecem o apoio financeiro recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) e a bolsa do Programa de Gratificação de Produtividade Acadêmica (GPA) da Universidade do Estado do Amazonas (UEA); Aos colegas que contribuíram direta e indiretamente para esta obra.



REFERÊNCIAS

AISYAH SALIH AH ISA MOHAMAD HAMIZAN MOHD; AHMAT, Norizan; Kamarozaman. **Flavonol and two phenolic compounds from the leaves of *Macaranga hosei* King ex Hook.** *Research Journal of Chemistry and Environment*, v. 24, n. 1, p. 122–125, 2020.

BRAGA, Maria de Nazaré da Silva; Batista, Daniele de Moraes *et al.* **Estudo etnobotânico de plantas medicinais da família Fabaceae na comunidade Cristolândia, Humaitá-Am.** *Revista Biodiversidade*, v. 21, n. 2, p. 14–26, 2022.

CHAGAS, Edsandra Campos *et al.* **Doenças negligenciada afeta peixe cultivados na Amazônia brasileira.** *Panorama da Aquicultura*, v. 26, n. 158, p. 22–29, 2016.

CONCEA - Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. **Diretriz da prática de eutanásia em animais incluídos em atividades de ensino ou de pesquisa científica.** Brasília, 2018. Disponível em:

https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/institucional/concea/arquivos/legislacao/resolucoes_normativas/Resolucao-Normativa-n-37-Diretriz-da-Pratica-de-Eutanasia_site-concea.pdf

DA CUNHA, Fernanda Pinheiro *et al.* **Non-lethal molecular diagnostic for acanthocephalosis in *Colossoma macropomum*.** *Aquaculture*, v. 11, p. 734860, 2020.

DA SILVA, Virgínia C. *et al.* **Atividade anti-helmíntica dos flavonóides isolados das raízes de *Andira anthelmia*.** *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 18, n. 4, p. 573–576, 2008.

DE OLIVEIRA, Maria Inês Braga *et al.* **In vitro anthelmintic efficacy of essential oils in the control of *Neoechinorhynchus buttnerae*, an endoparasite of *Colossoma macropomum*.** *Journal of Essential Oil Research*, v. 33, n. 5, p. 509–522, 2021.

DE PAULA LOURENÇO, José Nestor *et al.* **A percepção dos moradores de Parintins–Am, sobre arborização urbana.** Embrapa Amazônia Ocidental- Artigo em anais de congresso, 1999. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/683931/1/13re.pdf>>

DOS SANTOS, Welliton Bezerra *et al.* **Eficácia in vivo de óleo essenciais de espécies de Piperaceae no controle do acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae*.** *Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanitary*, v. 12, n. 4, p. 460–469, 2018.

GARCEZ, Jânderson Rocha *et al.* **Cultivo de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques-rede: Aspectos técnicos.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, p. e45810817560, 16 jul. 2021.



GONZALES, Anai Flores *et al.* ***in vitro* efficacy and tolerance of the essential oils of three species of the *Lamiaceae* family against monogeneans from the gills of *Piaractus brachypomus* from the Peruvian Amazon.** *Aquaculture International*, v. 30, n. 5, p. 2245–2261, 1 out. 2022.

GONZALES, Anai Paola Prissilla Flores *et al.* **Anthelmintic efficacy of *Cymbopogon citratus* essential oil (Poaceae) against monogenean parasites of *Colossoma macropomum* (Serrasalminidae), and blood and histopathological effects.** *Aquaculture*, v. 528, p. 1–8, 2020.

HAIDER, Ali *et al.* ***in vitro* and *in vivo* Anthelmintic Activity of *Nicotiana tabacum* against *Haemonchus placei* in Cattle.** *Pakistan Veterinary Journal*, v. 44, n. 3, p. 745–750, 2024.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2018.** IBGE, 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2019.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>

IBGE. **Rebanhos e valor dos principais produtos de origem animal foram recordes em 2022.** Agência de Notícias IBGE, 2023. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37937-rebanhos-e-valor-dos-principais-produto-de-origem-animal-foram-recordes-em-2022>>

JERÔNIMO, Gabriela Tomas *et al.* ***Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala) infection in farmed *Colossoma macropomum*: A pathological approach.** *Aquaculture*, v. 469, p. 124–127, 2017.

KRAFT, Carola *et al.* **Andinermals A-C, antiplasmodial constituents from *Andira inermis*.** *Phytochemistry*, v. 58, p. 769–774, 2001.

NUNES, Bruna Rafaela Caetano *et al.* **Treatments for the control of *Neoechinorhynchus buttnerae* (Acanthocephala) in tambaqui *Colossoma macropomum*.** *Aquaculture International*, v. 31, n. 3, p. 1821–1835, 1 jun. 2023.

OECD-FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2019-2028.* [S.l.]: OECD, 2019.

OECD-FAO. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034.* [S.l.]: OECD Publishing, 2025.

ROCHA, Maria Juliete Souza *et al.* **Changes in hematological and biochemical parameters of tambaqui (*Colossoma macropomum*) parasitized by metazoan species.** *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology*, v. 27, n. 4, p. 488–494, 2018.



SEIXAS, A. T. *et al.* **Effect of nutraceuticals on acanthocephalan *Neoechinorhynchus buttnerae* and its toxicity to the host tambaqui *Colossoma macropomum*.** Journal of helminthology, v. 94, p. 1–5, 2019.

SILVA, VÍRGÍNIA CLAUDIA *et al.* **Constituintes fenólicos e terpenóides isolados das raízes de *Andira fraxinifolia* (Fabaceae).** Química Nova, v. 29, n. 6, p. 1184–1186, 2006.

SILVA-GOMES, Ana Lúcia *et al.* **The impact of *Neoechinorhynchus buttnerae* (Golvan, 1956) (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) outbreaks on productive and economic performance of the tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), reared in ponds.** Latin American Journal of Aquatic Research, v. 45, n. 2, p. 496–500, 2017.

SON, Ninh T.; ELSHAMY, Abdelsamed I. **Flavonoids and other Non-alkaloidal Constituents of Genus *Erythrina*: Phytochemical Review.** Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening, v. 24, n. 1, p. 20–58, 2021.

TAVARES-DIAS, Marcos; MARTINS, Maurício Laterça. **An overall estimation of losses caused by diseases in the Brazilian fish farms.** Journal of Parasitic Diseases, v. 41, n. 4, p. 913–918, 2017.

VALLADÃO, Gustavo Moraes Ramos *et al.* **Challenges in the control of acanthocephalosis in aquaculture: special emphasis on *Neoechinorhynchus buttnerae*.** Reviews in Aquaculture, v. 11, n. 3, p. 1–13, 2019.

VALLADÃO, Gustavo Moraes Ramos; GALLANI, Sílvia Umeda; PILARSKI, Fabiana. **South American fish for continental aquaculture.** Reviews in Aquaculture, v. 10, n. 2, p. 351–369, 2016.