

CIRCULAR TÉCNICA

83

Manaus, AM
Fevereiro, 2022

Sorgo de alto tanino na nutrição e sanidade de tambaquis parasitados por acantocéfalos e monogeneas

Gilberto Batista Viana Filho
Lorena Ianka Pontes da Silva
Celso Scherer Filho
Jony Koji Dairiki
Cheila de Lima Boijink

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Sorgo de alto tanino na nutrição e sanidade de tambaquis parasitados por acantocéfalos e monogeneas^{1, 2}

Foto: Viana Filho



Figura 1. Juvenil de tambaqui.

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Figura 1) é uma espécie nativa da América do Sul, dos rios Amazonas e Orinoco. Sua alimentação em vida livre consiste principalmente de frutos, incluindo aqueles com tegumentos mais resistentes, uma vez que possui dentes fortes, capazes de reduzir os alimentos a pequenas partículas (Araújo-Lima; Gomes, 2005; Froese, 2020).

Essa espécie é geralmente solitária na natureza. Os adultos permanecem nas florestas alagadas durante os primeiros 5 meses de inundação e consomem apenas frutas e grãos. Juvenis vivem nas águas negras das planícies aluviais até a maturidade sexual. Dependendo da sua fase de vida, alimentam-se de zooplâncton, insetos, caracóis e até mesmo de plantas em decomposição. As variações também ocorrem de acordo com as condições ambientais, que irão limitar ou não o acesso a determinados alimentos. Em âmbito nacional, o tambaqui é a espécie nativa mais produzida pela piscicultura, tem grande importância econômica e cultural, destacando-se principalmente na região Norte do País, onde é a espécie mais produzida. Além disso, possui características tais como alta resistência em águas com baixas concentrações de

¹ Cadastro nº A8E019E (SisGen)

² Gilberto Batista Viana Filho, bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Lorena Ianka Pontes da Silva, bolsista de apoio técnico, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Celso Scherer Filho, engenheiro-agrônomo, mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM. Jony Koji Dairiki, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM. Cheila de Lima Bojink, bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

minerais e oxigênio, resistência a doenças, ótimo desempenho zootécnico e grande demanda pelo mercado (Frimodt, 1995; Lovshin, 1995).

Essa espécie possui capacidade de prolongar a parte inferior da boca (prolapso labial) (Figura 2), popularmente conhecida como “aiú”, o que ocorre em situação de hipóxia, ou seja, quando há baixa concentração de oxigênio dissolvido na água. Nessas condições de estresse é comum visualizar natação lateral, em que as brânquias e o lábio inferior ficam voltados para a superfície da água, onde há maior quantidade de oxigênio. Essa característica morfológica possibilita que o tambaqui sobreviva em condições adversas por um determinado tempo. Por sua rusticidade e plasticidade, a domesticação e a criação dessa espécie em sistemas produtivos foram alcançadas (Melo et al., 2001; Izel; Melo, 2004).



Foto: Viana Filho

Figura 2. Prolongamento morfológico da parte inferior da boca, “aiú”.

Com o aumento da demanda de tambaqui para consumo, e tendo em vista que as reservas naturais dessa espécie são baixíssimas, tem-se trabalhado, na cultura intensiva (comumente praticada na região Norte), com número e densidade de animais mais elevados, o que pode ocasionar maior disseminação de problemas relacionados à saúde dos peixes. Muitos são os agentes que causam prejuízos à produção, dentre eles destacam-se os acantocéfalos e as monogeneas, endoparasitas responsáveis pelos maiores prejuízos econômicos da atualidade (Cardoso et al., 2017; IBGE, 2019; Tavares-Dias et al., 2021).

Estudos com coprodutos vegetais, como o extrato de alho (*Allium sativum*), o óleo essencial de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), o extrato de amendoeira-da-praia (*Terminalia catappa*) e as sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*), apontam possibilidades promissoras no controle parasitário e na redução do risco de resistência a antiparasitários químicos (Martins et al., 2001; Claudiano et al., 2009; Bojink et al., 2011; Fujimoto et al., 2012). Outra

linha de pesquisa que alia a nutrição à sanidade dos peixes investiga o uso de taninos associados a ingredientes não convencionais para formulação de rações.

Os taninos são compostos vegetais que se agrupam em dois tipos, os hidrolisáveis e os condensados. Os taninos hidrolisáveis são poliésteres de ácido gálico e outros ácidos fenólicos derivados desses, os quais são facilmente hidrolisáveis em meio ácido. Os taninos condensados são polímeros flavonoides que produzem antocianinas e catequinas sob hidrólise ácida (Mueller-Harvey; Mcallan, 1992). O sorgo (*Sorghum bicolor*) é um ingrediente energético de origem vegetal, com composição semelhante ao milho, e de baixo custo, principalmente as cultivares com alto teor de tanino, o que impacta no custo de produção de uma dieta com inclusão do sorgo, reduzindo o valor da ração produzida, além dos benefícios anti-helmínticos.

A seleção de ingredientes para a formulação de rações para peixes é realizada em função de seu valor nutricional, geralmente obtido por análise centesimal e por suas características físico-químicas após processamento. Todavia, é necessário avaliar se a matéria-prima utilizada apresenta ou não fatores antinutricionais, pois a presença desses fatores pode interferir no desempenho zootécnico, sendo, então, limitante a sua utilização.

Dentre as muitas matérias-primas utilizadas na alimentação e na fabricação de rações de modo geral, o sorgo (*S. bicolor*) (Figura 3) é uma das mais amplamente utilizadas. No entanto, sua aplicação pode ser limitada a algumas espécies e categorias animais. Uma substância é considerada antinutricional quando interfere na digestibilidade ou na resposta animal, que pode ser vinculada 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 antinutricional (Gatlin et al., 2007). No caso do sorgo, o tanino, que pode limitar a digestibilidade de proteína, tam-



Foto: Viana Filho

Figura 3. Sorgo de alto tanino.

bém apresenta propriedades anti-helmínticas, como comprovado em estudos *in vitro* e *in vivo* em outras espécies animais, como, por exemplo, ruminantes (Otero; Hidalgo, 2004; Olivo et al., 2007). Logo, é necessário conhecer as respostas fisiológicas nas diferentes espécies, inclusive de peixes, para a determinação dos melhores níveis de inclusão do sorgo com tanino, de modo a não interferir no desempenho zootécnico sem perder sua ação fitoterápica no controle helmíntico (Benevides et al., 2011; Oliveira et al., 2011).

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 (Liener, 1980; Chubb, 1982). O sorgo de alto tanino possui maior quantidade de tanino para evitar a predação por pássaros (Rodrigues et al., 1992). Na Embrapa Milho e Sorgo (MG) foram avaliados diversos acessos na busca por variedades mais nutritivas para a alimentação animal (Carneiro et al., 2002).

Com menor custo de produção, se comparado ao milho (Miranda et al., 2015), o sorgo torna-se um ingrediente com bom custo-benefício, sobretudo no estado do Amazonas, onde não são produzidos grãos, inclusive o de sorgo, por isso a importação de 100% dos utilizados no estado, o que onera o processo de fabricação de rações para peixes. Adquirindo o sorgo por um valor mais econômico que o milho, e dependendo do nível de inclusão do primeiro na formulação da ração, há diminuição no custo da fabricação da ração, interferindo assim na ampliação da margem de lucro dos produtores, uma vez que os custos com a alimentação dos peixes seriam menores.

Outro problema a ser solucionado está relacionado com o controle de parasitoses, especialmente nos sistemas intensivos de produção de tambaquis, que são acometidos por acantocéfalo e monogeneas. Os acantocéfalos (Figura 4) são endoparasitos que têm ciclo de vida indireto, precisando de mais de uma espécie para completar seu ciclo. As características principais desses parasitos são: presença da probóscide (cabeça com espinhos) e ausência do trato digestório nos adultos, fato que os obriga a parasitar o intestino do hospedeiro (Malta et al., 2001; Thatcher, 2006; Pavanelli et al., 2008; Santos et al., 2013).

Foto: Viana Filho

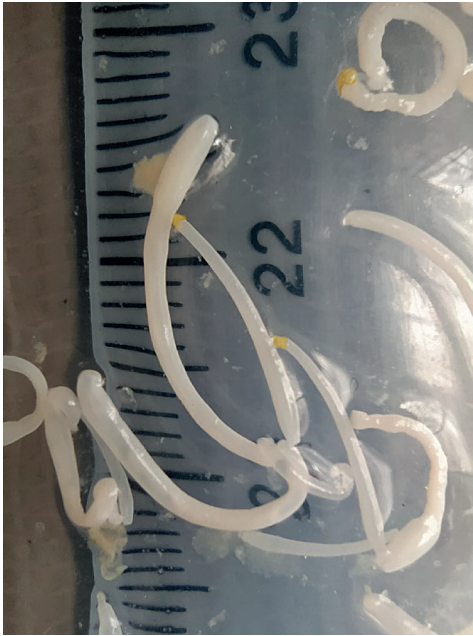


Figura 4. Acantocéfalos *Neoechinorhynchus buttnerae* retirados do intestino de tambaqui.

hospedeiro, desencadeia a inflamação e posterior necrose nos locais de fixação. Quando há uma taxa de infestação muito alta, ocorre a oclusão parcial ou completa do lúmen do intestino, especialmente em juvenis, ocasionando perda de peso, retardo do crescimento e até mesmo maior mortalidade dos peixes. Entretanto, se for reduzida a infestação, o parasitismo pode passar despercebido, afetando, todavia, o desempenho final dos peixes (Thatcher, 2006; Eiras, 2013; Santos et al., 2013; Chagas et al., 2015; Maciel et al., 2016).

Como seu ciclo de vida é dependente da cadeia trófica, é necessário um artrópode como hospedeiro intermediário e um vertebrado como hospedeiro definitivo, no caso o tambaqui. A intensidade da infestação depende da dieta alimentar do hospedeiro e da acessibilidade aos hospedeiros intermediários. Sabe-se que a introdução de peixes contaminados no sistema de produção é o principal fator que contribui para o desenvolvimento dessa parasitose, além da presença de hospedeiros intermediários compatíveis no cultivo, que con-

O primeiro relato de infestações maciças de acantocéfalos no estado do Amazonas foi no ano de 2001, e a partir deste houve aumento da sua abrangência estadual. Na região de Rio Preto da Eva, houve registro de ocorrência do acantocéfalo *Neoechinorhynchus buttnerae* em média de 26,7% dos peixes examinados, alcançando até 1.055 parasitos por hospedeiro, o que foi considerado uma alta carga parasitária (Castro et al., 2020).

Lesões ou perfurações da parede intestinal são os efeitos negativos mais frequentes do parasito, que, ao fixar sua proboscide na parede do intestino do peixe

tribuem para a permanência e multiplicação dos parasitos (Iwashita; Maciel, 2013; Santos et al., 2013).

Outro problema recorrente na piscicultura do tambaqui são as monogeneas, pertencentes ao filo dos platelmintos e classe monogenea. São esses vermes que estão entre as parasitoses mais comuns que acometem os peixes em criação e de vida livre, de água doce e salgada, podendo ser micro ou macroscópicos. Esse grupo de parasitos é bastante diversificado e, durante sua evolução, desenvolveu diferentes estratégias de fixação sobre seus hospedeiros, bem como diferentes estratégias reprodutivas, além de causarem problemas especialmente nos animais jovens. A monogeníase em peixes de criação é responsável por atacar a pele, as nadadeiras e brânquias dos peixes, sendo poucas espécies endoparasitas. As lesões causadas por monogeneas podem gerar portas de entrada para ação de bactérias e fungos oportunistas que causam doenças prejudiciais ao desempenho zootécnico, causam mortandade e prejuízos econômicos na produção (Garcia et al., 2003; Paixão et al., 2013; Moraes et al., 2015; Cardoso et al., 2017).

Diante das possibilidades do uso do sorgo de alto tanino e da problemática de infestação parasitária nas pisciculturas intensivas, o objetivo deste trabalho foi avaliar níveis de inclusão do sorgo de alto tanino na nutrição e sanidade de tambaquis parasitados oriundos de uma piscicultura no estado do Amazonas.

Metodologia



Foto: Fernando Goss

Figura 5. Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental.

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental (Figura 5), localizada próximo à cidade de Manaus, AM. Os procedimentos experimentais utilizados na pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética do Uso de Animais (Ceua) da Unidade (Protocolo n° 09/2018) e o acesso ao patrimônio genético dos animais envolvidos na pre-

sente pesquisa, regularizados por meio do cadastro A8E019E na plataforma Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

Em primeiro lugar contatou-se a Embrapa Milho e Sorgo (MG) para aquisição de variedade de sorgo de alto tanino, entretanto não foi possível obtê-la. Desta forma, o sorgo de alto tanino foi adquirido em uma casa agropecuária no estado de São Paulo, devido à falta do produto nas casas agropecuárias locais durante o período correspondente ao trabalho realizado. Os demais ingredientes foram adquiridos em casas agropecuárias regionais.

Com auxílio do programa computacional de formulação de rações Supercrac (2013), foram elaboradas as rações experimentais com quatro níveis diferentes de inclusão do sorgo de alto tanino: 0%, 15%, 30% e 45% (Tabela 1). Foi considerada a produção de ração com o custo mínimo, atendendo, entretanto, as principais exigências nutricionais (3.600 kcal/kg e 28% de PB).

Tabela 1. Formulação das rações experimentais.

Alimentos	Tratamentos			
	0%	15%	30%	45%
Milho (%)	44,0	26,7	12,4	0,0
Farelo de soja (%)	24,3	24,3	23,8	23,0
Sorgo de alto tanino (%)	0,0	15,0	30,0	45,0
Farinha de sangue (%)	11,0	11,0	11,0	11,0
Farinha de carne e ossos (%)	10,0	10,0	10,0	10,0
Inerte (%)	7,6	9,8	9,6	7,9
Fosfato bicálcico (%)	2,0	2,0	2,0	2,0
Premix mineral e vitamínico* (%)	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal (%)	0,1	0,1	0,1	0,1
Nutrientes				
Amido (%)	27,4	25,2	24,8	25,6
Energia bruta (kcal/Kg)	3.593,2	3.500,0	3.500,0	3.561,3
Fibra bruta (%)	2,6	2,7	2,8	2,9
Fósforo disponível (%)	1,1	1,1	1,1	1,1

Tabela 1. Continuação.

Nutrientes	Tratamentos			
	0%	15%	30%	45%
Gordura (%)	3,0	2,7	2,6	2,5
Proteína bruta (%)	28,0	28,0	28,0	28,0

*Premix mineral e vitamínico comercial para peixes onívoros.



Foto: Jony Dairiki

Figura 6. Mistura de ingredientes para fabricação das rações experimentais.

foram armazenadas em frascos plásticos e conservadas ao abrigo da luz em ambiente refrigerado (4 °C) até o momento do uso.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro tratamentos (0%, 15%, 30% e 45% de inclusão de sorgo) e três repetições. As unidades experimentais (UEs) foram constituídas por lotes de tambaqui parasitados naturalmente por acantocéfalos e monogeneas de um piscicultor comercial do estado do Amazonas (cinco peixes por UE com peso médio inicial de 531 g \pm 142 g) distribuídos em caixas d'água de 1.000 L, com entrada de água oriunda de poço artesiano e aeração suplementar por meio de compressor radial de ar com distribuição por mangueiras

Os ingredientes foram finamente moídos, homogeneizados, misturados (Figura 6) e processados em máquina peletizadora (Figura 7). Em função da baixa temperatura empregada no processo de peletização, se comparado com a extrusão, o tanino foi preservado nesse processo. As rações foram secas em estufa de ventilação forçada (45 °C) por 24 horas e desintegradas em partículas de 8 mm. Todas as rações



Foto: Viana Filho

Figura 7. Peletizadora experimental.

e pedras porosas. A aleatorização das UEs 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 pH, com a utilização de um pHmetro de bolso digital.

Os peixes foram alimentados por 45 dias com 1,5% da biomassa do lote. No final do período experimental foram coletadas amostras representativas para determinação das relações corporais, imprescindíveis para o monitoramento da qualidade de carcaça e para 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. Concomitantemente foram coletados dados para cálculo do coeficiente intestinal (CI) = proporção do tamanho do intestino em relação ao comprimento total do animal.

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. O desempenho zootécnico, quando substituído ou acrescentado novo ingrediente à dieta animal, costuma responder de diferentes formas, podendo ser observadas mudanças na aceitabilidade da dieta ou até sinais de estresse. Como forma de contornar essa problemática, houve a necessidade de adaptação a novas dietas, substituindo aos poucos a ração comercial extrusada pelas rações experimentais peletizadas. Ao final do período de adaptação, os animais não apresentaram nenhuma rejeição às dietas.

As análises sanguíneas foram realizadas para verificação da condição de saúde dos animais, e se eles, após o período experimental, apresentaram alguma alteração fisiológica causada pela alimentação com o sorgo de alto tanino. O sangue foi coletado por punção caudal (Figura 8), com uso de seringas e agulhas umedecidas internamente com EDTA a 3%. Avaliou-se o hematócrito (HTC), em que a porcentagem de eritrócitos foi determinada pela centrifugação de tubos capilares em centrífuga de micro-hematócrito

Foto: Viana Filho



Figura 8. Punção caudal para coleta de amostra sanguínea.

Microspin (velocidade de 10.000 rpm) logo após a coleta, com leitura dos valores realizada com auxílio de cartões de leitura, sendo o valor expresso em porcentagem. A glicose sanguínea foi medida no momento da retirada do sangue utilizando-se um kit medidor de glicose da Accu-Chek® Active Roche, cujo resultado é dado em mg/dL (Figura 9).

A concentração de hemoglobina (HGB) foi determinada pelo método da cianometahemoglobina, segundo Houston (1990). A leitura da absorbância foi realizada a 540 nm em espectrofotômetro, e, após os cálculos, o valor é dado em g/dL. Para a contagem de eritrócitos (ERI), o sangue foi diluído em solução de azul de toluidina e formol-citrato (1: 200), sendo os eritrócitos contados em câmara de Neubauer sob microscópio de luz; após os cálculos, o valor expresso é dado em eritrócitos/ μ L de sangue. Foram calculados os índices hematimétricos:

- Volume corpuscular médio (VCM = fL): $(HTC / ERI) \times 10$.
- Hemoglobina corpuscular média (HCM= g/dL): $(HGB / ERI) \times 10$.
- Concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM = g/dL): $(HGB / HTC) \times 100$.



Foto: Viana Filho

Figura 9. Uso do glicosímetro digital.

Foto: Viana Filho



Figura 10. Intestinos parasitados coletados para análise parasitológica.

Os dados foram tabulados em Excel e submetidos à análise de variância ($\alpha=0,05$) e ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$) por meio do sistema computacional GraphPad INSTAT (versão 3).

Resultados

Os parâmetros de qualidade da água, monitorados durante todo o período experimental, apresentaram os seguintes valores: temperatura = $27,11 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,68 \text{ }^\circ\text{C}$; pH = $5,67 \pm 0,23$ e oxigênio dissolvido = $5,90 \pm 0,58 \text{ mg/L}$. Estes estão de acordo com os sugeridos para a criação da espécie em ambiente tropical (Aride et al., 2004).

Na Tabela 2 estão dispostos os resultados para as variáveis de desempenho zootécnico. Não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Após a coleta dos dados para avaliação do desempenho zootécnico, os animais foram sacrificados por perfuração da fontanela craniana, os intestinos (Figura 10) e brânquias foram removidos e fixados em formol (5%) para posterior contagem de acantocéfalos e monogeneas com uso de estereomicroscópio binocular FWL SMZ 7.5 (Figura 11).



Foto: Jony Dairiki

Figura 11. Intestinos e brânquias fixados em formol 5% para posterior análise.

Tabela 2. Peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE), e sobrevivência (S) de tambaquis submetidos a diferentes níveis de inclusão de sorgo na alimentação.

Trat.	Variáveis					
	PF (g)	GP (g)	CR (g)	CAA (g/g)	TCE (%/dia)	S (%)
0%	641,7±45,6	110,9±45,6	225,2±1,0	2,2±0,8	0,4±0,2	100,0±0,0
15%	710,8±78,1	180,0±78,1	226,0±0,9	1,4±0,6	0,6±0,2	100,0±0,0
30%	662,7±11,7	131,9±11,7	253,2±39,8	1,9±0,1	0,5±0,1	90,0±14,1
45%	657,2±55,4	126,4±55,4	224,7±0,6	2,1±1,2	0,5±0,2	100,0±0,0

Não significativo pela análise de variância ($\alpha = 0,05$).

*Trat. = Tratamento.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados para as relações corporais e a glicose sanguínea. Na Tabela 4 são apresentadas as principais variáveis fisiológicas dos tambaquis alimentados com diferentes níveis de inclusão de sorgo na dieta. Em ambas as tabelas não houve diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 3. Relação hepatossomática (RHS), relação lipossomática (RLS), relação víscerosomática (RVS), comprimento total (CT), coeficiente intestinal (CI) e glicose sanguínea (GLI) de tambaquis submetidos a diferentes níveis de inclusão de sorgo na alimentação.

Trat.	Variáveis					
	RHS (%)	RLS (%)	RVS (%)	CT (cm)	CI (cm)	GLI (mg/dL)
0%	1,4±0,2	1,3±0,6	5,4±0,8	32,5±2,4	1,2±0,2	42,1±13,5
15%	1,3±0,3	1,3±0,4	5,1±0,9	32,6±2,1	1,2±0,2	37,5±9,7
30%	1,1±0,3	1,2±0,6	5,1±1,0	32,4±2,1	1,2±0,2	44,1±18,6
45%	1,3±0,4	1,2±0,5	5,2±1,1	32,5±2,5	1,2±0,3	51,0±16,5

Não significativo pela análise de variância ($\alpha = 0,05$).

*Trat. = Tratamento.

Tabela 4. Hematócrito (HTC), hemoglobina (HGB), número de eritrócitos (ERI), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) de tabaquis submetidos a diferentes níveis de inclusão de sorgo na alimentação.

Trat.	Variáveis					
	HTC (%)	HGB (g/dL)	ERI (eritrócitos/ μ L)	VCM (f/L)	HCM (g/dL)	CHCM (g/dL)
0%	23,6 \pm 2,4	7,2 \pm 0,8	1,3.10 ⁶ \pm 0,2	181,6 \pm 42,3	54,0 \pm 11,2	30,0 \pm 2,8
15%	20,3 \pm 5,0	7,3 \pm 0,4	1,2.10 ⁶ \pm 0,3	181,3 \pm 44,8	66,9 \pm 14,2	38,2 \pm 9,2
30%	22,8 \pm 4,0	7,4 \pm 0,9	1,4.10 ⁶ \pm 0,4	174,0 \pm 43,9	58,2 \pm 17,2	33,4 \pm 5,7
45%	19,2 \pm 3,1	7,2 \pm 0,9	1,3.10 ⁶ \pm 0,5	157,8 \pm 46,5	61,0 \pm 20,1	38,9 \pm 6,6

Não significativo pela análise de variância ($\alpha = 0,05$).

*Trat. = Tratamento.

Na Tabela 5 foram calculadas as intensidades médias de acantocéfalos e monogêneas de tabaquis submetidos a diferentes níveis de inclusão de sorgo de alto tanino na alimentação. Houve significativa redução do número de ambos os parasitas com o aumento da inclusão de sorgo.

Tabela 5. Intensidade média de acantocéfalos e monogêneas de tabaquis submetidos a diferentes níveis de inclusão de sorgo de alto tanino na alimentação.

Tratamento	Variáveis	
	Acantocéfalos	Monogêneas
0%	202,33 \pm 66,97a	261,36 \pm 62,89a
15%	121,08 \pm 54,07b	199,87 \pm 55,67b
30%	133,17 \pm 52,95b	79,29 \pm 11,57c
45%	113,17 \pm 42,65b	44,87 \pm 24,60c

Médias seguidas por letras diferentes possuem diferença significativa pelo teste Tukey a 5%.

Discussão

Mesmo com a utilização de animais adultos ($531 \text{ g} \pm 142 \text{ g}$) neste ensaio, os resultados obtidos foram promissores. Para as variáveis de desempenho zootécnico não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, corroborando com Sanchez et al. (2016), que avaliaram o desempenho e os parâmetros hematológicos de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) alimentados com dietas com diferentes substituições do milho pelo sorgo (25%, 50%, 75% e 100%) e não observaram diferenças entre os tratamentos. Rabelo et al. (2016), avaliando efeitos da substituição do milho pelo sorgo, observaram que o sorgo não altera o desempenho produtivo de jundiá (*Rhamdia quelen*). Todas são espécies onívoras de relevância comercial e produzidas na piscicultura nacional.

O sorgo de alto tanino pode ser utilizado em dietas para tambaquis em até 45% de inclusão na formulação, sem nenhum efeito adverso ao desempenho animal, em um período de até 45 dias, corroborando Furuya et al. (2003), que indicaram o uso de até 44% de silagem de sorgo na dieta de juvenis de tilápia-do-nilo. Para recomendar o uso dessa dieta por períodos mais longos de arraçoamento, no entanto, novos experimentos devem ser realizados. O hábito alimentar onívoro do tambaqui e das espécies citadas anteriormente pode explicar a alta aceitação e a possibilidade da inclusão de níveis elevados de sorgo.

Segundo a literatura, a alimentação corresponde a cerca de 70% dos custos totais de produção, afirma Cyrino (2012). E tendo em vista que o sorgo é uma matéria-prima mais barata que o milho, podemos presumir que, com uma maior inclusão de sorgo na dieta desses animais, o custo da ração poderá ser menor. Segundo Sanchez et al. (2016), o custo da ração por quilo de peixe pode ser 14,4% menor quando o sorgo substituir o milho em 50%, em relação à ração com 100% milho. Assim, com uma alimentação mais barata, ao final do ciclo, os custos serão inferiores aos de uma produção com arraçoamento convencional, visto que as rações para peixes têm alto valor no mercado, devido às exigências de proteínas, principalmente nas fases iniciais.

Para as variáveis fisiológicas e hematológicas, não houve diferenças significativas entre os tratamentos, o que representa uma condição de homeostase, ou seja, os animais não sofreram qualquer problema fisiológico ocasionado pela dieta. Diferentemente de Pinto et al. (2004), que observaram em tilápias-do-nilo submetidas a dietas com ácido tânico menor deposição lipídica corporal com dietas de sorgo com alto teor de tanino.

A utilização de sorgo de baixo tanino para nutrição de juvenis de tambaqui em substituição ao milho propiciou uma redução de 27,4% no custo da alimentação quando o nível de inclusão desse ingrediente foi de 40% (Araújo, 2020); além disso, outro efeito positivo da inclusão do sorgo na dieta de tilápias-do-nilo em detrimento do milho foi a manutenção da qualidade da composição corporal e dos filés da espécie (Paiva, 2010), fatores estes não avaliados no presente trabalho, mas que podem ser melhor investigados em futuros trabalhos para complementação da pesquisa.

Houve relevante e significativa redução da intensidade média dos acantocéfalos e monogeneas com a inclusão do sorgo de alto tanino nas rações experimentais (Tabela 5). Fator positivo este e que abre uma nova perspectiva de uso desse ingrediente, ou seja, não somente no intuito de diminuir o custo da ração, mas com concomitante efeito na redução e no controle de parasitas, corroborando Getachew (1999), ao salientar que os taninos apresentam características favoráveis na alimentação animal, aumentando a tolerância dos animais às helmintoses. Conforme Pinto et al. (2000) e Minho et al. (2010), os taninos têm propriedades anti-helmínticas já comprovadas por estudos *in vitro* e *in vivo* com várias espécies animais. Essa característica faz com que haja grande interesse no estudo e no melhor entendimento de como utilizá-lo e qual concentração propicia melhor eficiência. A inclusão de 45% de sorgo na alimentação propiciou uma redução média de acantocéfalos de 44% e de monogeneas de 83%, sem comprometer o crescimento dos peixes, valores promissores para a busca de ingredientes que associem a nutrição e sanidade de peixes. Estudos posteriores com animais juvenis e com maior período experimental precisam ser realizados para complementariedade da pesquisa.

Considerações finais

Atrelado ao bom desempenho zootécnico, à manutenção das condições fisiológicas de homeostase e ao significativo controle dos principais parasitas acantocéfalo e monogeneas, este estudo recomenda a inclusão de até 45% de sorgo de alto tanino na dieta de tambaquis de 500 g como forma de unir benefícios na nutrição e na saúde dos peixes.

Esta publicação é resultado do Projeto Avaliação de Taninos em Dietas para Juvenis de Tambaqui no Controle de Helmintos e Desempenho Zootécnico sob coordenação da Dra. Cheila de Lima Boijink e apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), Processo: 062.01336/2018 do Edital N° 002/2018 – Universal Amazonas.

Referências

- ARAÚJO, H. S. **Sorgo sem tanino em dietas de juvenis de tambaqui**. 2020. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- ARAÚJO-LIMA, L. D.; GOMES, L. C. O tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEREROTTO, B.; GOMES, L. C. (ed.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2005.
- 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. 2427, 2004.
- BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 2, p. 67-79, jul. 2011.
- BOIJINK, C. L.; INOUE, L. A. K. A.; CHAGAS, E. C.; CHAVES, F. C. M. Boas práticas de manejo na piscicultura para conservação da qualidade ambiental: uso de produtos naturais como anti-helmíntico em tambaqui. Embrapa Amazônia Ocidental. In: SEMINÁRIO PRODUTIVIDADE AGROPECUÁRIA E BENEFÍCIOS SOCIOAMBIENTAIS DAS PESQUISAS DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 1., 2011, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2011. p. 41-45. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 88).
- 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: 24 mar. 2020.

- CARDOSO, P. H. M.; COSTA, A. R.; BALIAN, S. C.; PESTELLI, M. Relato de caso de parasitismo por Monogenea no peixe ornamental *Polypterus palmas* no Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 15, n. 1, p. 30-36, 2017.
- CARNEIRO, H.; RODRIGUES, J. A. S.; MIRANDA, J. E.; LIMA, A. R. Avaliação nutricional de diferentes acessos de sorgo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **A produção animal e a sociedade brasileira**: anais. Recife: UFRPE: SBZ, 2002.
- CASTRO, L. A.; JERÔNIMO, G. T.; SILVA, R. M.; SANTOS, M. J.; RAMOS, C. A.; PORTO, S. M. A. Occurrence, pathogenicity, and control of acanthocephalosis caused by *Neoechinorhynchus buttnerae*: a review. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 29, n. 3, e008320, 2020.
- CHAGAS, E. C.; MACIEL, P. O.; AQUINO-PEREIRA, S. L. Infecções por acantocéfalos: um problema para produção de peixes. In: TAVARES- DIAS, M.; MARIANO, W. S. (org.). **Aquicultura no Brasil**: novas perspectivas. São Carlos: Pedro & João Editores, 2015. v. 1, p. 305-328.
- 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.
- CLAUDIANO, G. S.; DIAS-NETO, J.; SAKABE, R.; CRUZ, C. Eficácia do extrato aquoso de "*Terminalia catappa*" em juvenis de tambaqui parasitados por monogenéticos e protozoários. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, 2009.
- CYRINO, J. E. P. Manejo alimentar eficaz viabiliza aquicultura lucrativa e sustentável. **Visão Agrícola**, n. 11, p. 73-76, 2012.
- EIRAS, J. C. Ciliophora. In: PAVANELLI, C.; TAKEMOTO, R. M.; EIRAS, J. C. (org.). **Parasitologia de peixes de água doce do Brasil**. Maringá: Eduem, 2013.
- FROESE, R. *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816). **Fishbase**. Disponível em: <http://www.fishbase.org/summary/Colossoma-macropomum.html>. Acesso em: 7 ago. 2020.
- FRIMODT, C. **Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish**. Osney Mead, Oxford: Fishing News Books, 1995. 215 p.
- FUJIMOTO, R. Y.; COSTA, H. C.; RAMOS, F. M. Controle alternativo de helmintos de *Astyanax cf. zonatus* utilizando fitoterapia com sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) e mamão (*Carica papaya*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 5-10, 2012.

FURUYA, W. M.; SILVA, L. C. R.; HAYASHI, C.; FURLAN, A. C.; NEVES, P. R.; BOTARO, D.; SANTOS, V. G. Substituição do milho pela silagem de sorgo com alto e baixo teor de tanino em dietas para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 243-247, 2003.

GARCIA, F.; FUJIMOTO, R. Y.; MARTINS, M. L.; MORAES, F. R. Parasitismo de *Xiphophorus* spp. por *Urocleidoides* sp. e sua relação com os parâmetros hídricos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 29, p. 123-131, 2003.

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.

GETACHEW, G. **Tannins in tropical multipurpose tree species**: localization and quantification of tannins using histochemical approaches and the effect of tannins on in vitro rumen fermentation. Stuttgart: Verlag Ulrich E. Grauer, 1999. 186 p.

HOUSTON, A. H. Blood and circulation. In: SCHRECK, C. B.; MOYLE, P. B. (ed.). **Methods of fish biology**. Maryland: American Fisheries Society, 1990. p. 273-334.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. 51 p.

IWASHITA, M. K.; MACIEL, P. O. Princípios básicos de sanidade de peixes. In: RODRIGUES, A. P. O.; LIMA, A. F.; ALVES, A. L.; ROSA, D. K.; TORATI, L. S.; SANTOS, V. R. V. (ed.). **Piscicultura de água doce**: multiplicando conhecimentos. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2004. 11 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 32).

LIENER, I. J. **Toxic constituents of plants feedstuffs**. New York: Academic Press, 1980.

LOVSHIN, L. L. The colossomids. In: NASH, C. E.; NOVOTNY, A. J. (ed.). **World animal science**: production of aquatic animals: fishes. Amsterdam: Elsevier Science, 1995. p. 153-159.

MACIEL, P. O.; BENAVIDES, M. V.; WEBBER, D. C.; CHAGAS, E. C.; BRANDÃO, F. R.; AQUINO-PEREIRA, S. L.; FUJIMOTO, R. Y. **Caracterização sanitária em cultivos de tambaqui no Estado do Amazonas** – polo de produção de Rio Preto da Eva. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2016. 33 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 27).

MALTA, J. C. O.; GOMES, A. L. S.; ANDRADE, S. M. S.; VARELLA, A. M. B. Infestações maciças por acantocéfalos, *Neochinorhynchus buttenerae* Golvan, 1956, (*Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae*) em tambaquis jovens, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultivados na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 31, n. 1, p. 133-143, 2001.

MARTINS, M. L.; ONAKA, E.; MORAES, F. R.; FUJIMOTO, R. Y. Mebendazole treatment against *Anacanthorus penilabiatu*s (*Monogenea, Dactylogyridae*) gill parasite of cultivated *Piaractus mesopotamicus* (*Osteichthyes, Characidae*) in Brazil. Efficacy and hematology. **Acta Parasitologica**, v. 46, p. 332-336, 2001.

MELO, L. A. S.; IZEL, A. C. U.; RODRIGUES, F. M. **Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros de argila/barragens no Estado do Amazonas**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. 30 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 18).

MINHO, A. P.; FILIPPSEN, L. F.; AMARANTE, A. F. T.; ABDALLA, A. L. Efficacy of condensed tannin presents in acacia extract on the control of *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1360-1365, 2010.

MIRANDA, R. A. de; GONTIJO NETO, M. M.; GARCIA, J. C. Análise comparativa da lucratividade dos plantios de milho e sorgo na segunda safra em Rio Verde-GO. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2015.

MORAIS, M. S.; CHAGAS, E. C.; PEREIRA, S. L. A.; BOIJINK, C. L. Ocorrência de monogenea em tambaqui (*Colossoma macropomum*) criado em viveiro escavado no Polo de Rio Preto da Eva. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 11., 2014, Manaus. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 77-78.

MUELLER-HARVEY, I.; MCALLAN, A. B. Tannins: their biochemistry and nutritional properties. **Advances in Plant Cell Biochemistry and Biotechnology**, v. 1, p. 151-217, 1992.

OLIVEIRA, L. M. B.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; CAMURÇA-VASCONCELOS, A. L. F.; MACEDO, I. T. F. Plantas taníferas e o controle de nematóides gastrintestinais de pequenos ruminantes. **Ciência Rural**, v. 41, n. 11, p. 1967-1974, 2011.

OLIVO, C. J.; TECHIO PEREIRA, L. E.; MADRUGA DE CARVALHO, N.; FLORES VOGEL, F.; HEINZMANN, B. M.; NEVES, A. P. Uso da bananeira (*Musa* spp.) no controle de parasitas de animais domésticos: do empirismo à ciência. **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 11, 2007.

OTERO, M. J.; HIDALGO, L. G. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de ruminantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). **Livestock Research for Rural Development**, v. 16, n. 2, p. 1-9, 2004.

PAIVA, K. C. **Utilização de ração a base de sorgo na alimentação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre as características zootécnicas do peixe e características físicas, químicas, bioquímicas, histomorfológicas viscerais e sensoriais do filé**. 2010. 122 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara.

PAIXÃO, F. P.; SANTOS, R. F. B.; RAMOS, F. M.; FUJIMOTO, R. Y. Efeitos do tratamento com formalina e sulfato de cobre sobre os parâmetros hematológicos e parasitos monogenéticos em juvenis de *Hemigrammus* sp. (Osteichthyes: Characidae). **Acta Amazônica**, v. 43, n. 2, p. 211-216, 2013.

PAVANELLI, G. C.; EIRAS, J. C.; TAKEMOTO, R. M. **Doenças de peixes: profilaxia, diagnóstico e tratamento**. 3. ed. Maringá: Eduem, 2008. 311 p.

PINTO, L. G. Q.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Ação do tanino na digestibilidade de dietas pela tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, v. 22, p. 677-681, 2000.

PINTO, L. G. Q.; PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M. Efeito do tanino na digestibilidade dos nutrientes da ração pela tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 2, p. 181-186, 2004.

RABELO, P. C.; PESSINI, J. E.; SANCHEZ, M. S. S.; BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; BITTENCOURT, F.; SIGNOR, A. Sorghum in diets for silver catfish *Rhamdia quelen*. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 10, n. 4, p. 339-345, 2016.

RODRIGUES, W. A.; PAIVA, E.; SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S. Variabilidade para teor de tanino em sorgo (*Sorghum bicolor* L.) e sua associação com a resistência a pássaros. **Ciência e Prática**, v. 16, n. 1, p. 74-77, 1992.

SANCHEZ, M. S. S.; NASCIMENTO, M. S.; HISANO, H. Substituição do milho pelo sorgo em dietas para juvenis de pacu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1-8, 2016.

SANTOS, E. F.; TAVARES-DIAS, M.; PINHEIRO, D. A.; NEVES, L. R.; MARINHO, R. G. B.; DIAS, M. K. R. Fauna parasitária de tambaqui *Colossoma macropomum* cultivado em tanque-rede no estado do Amapá, Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 1, p. 105-112, 2013.

SUPERCRAC. 6.1 Premium. Ração de custo mínimo: TD Software 2013.

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.

THATCHER, V. E. Amazon fish parasites. In: ADIS, J.; ARIAS, J. R.; RUEDA-DELGADO, G.; WANTZEN, K. M. (ed.). **Aquatic biodiversity in Latin America**. 2nd. ed. Bulgaria: PENSOFT Publishers, 2006.

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, Km 29,
Estrada Manaus/Itacoatiara
69010-970, Manaus, Amazonas
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digital (2022)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



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
Abtíbol Brito de Sousa e Maria Perpétua
Beleza Pereira

Supervisão editorial e revisão de texto

Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica

Maria Augusta Abtíbol Brito de Sousa
(CRB 11/420)

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa

Gilberto Batista Viana Filho

CGPE 017396