



Amazônia: Reflexões e Planos para o Desenvolvimento Sustentável

Alcebiades de Leiros Cavalcante de Oliveira

Cristóvam Luiz Martins Carlos

Michele Lins Aracaty e Silva

Ires Paula de Andrade Miranda

Organizadores

Apoio cultural:



FOCOS

Fórum de Estudos Econômicos e Sociais
para o Desenvolvimento Sustentável.



Adquira o livro gratuitamente pelo QR-CODE

ALCEBIADES DE LEIROS CAVALCANTE DE OLIVEIRA
CRISTOVAM LUIZ MARTINS CARLOS
MICHELE LINS ARACATY E SILVA
IRES PAULA DE ANDRADE MIRANDA
(Organizadores)



AMAZÔNIA:
REFLEXÕES E PLANOS PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
Vol. II



Manaus- AM

2023

Capítulo XI

CONTRIBUIÇÕES DA EMBRAPA PARA O DESENVOLVIMENTO DA PISCICULTURA NO AMAZONAS NA ÁREA DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES

Cheila de Lima Bojink
Jony Koji Dairiki

Resumo

As ações de pesquisa da Embrapa Amazônia Ocidental voltadas para a nutrição e saúde de peixes contemplam estudos de estratégias alimentares, alternativas de ração para reduzir custos no sistema de produção e agregar valor nutricional, manejo de arraçoamento para evitar a degradação da qualidade da água de criação, práticas de manejo sanitário, tecnologias para o uso produtos à base de plantas medicinais no tratamento e prevenção de doenças e parasitas. O objetivo geral é contribuir para o aumento da produtividade e maior sustentabilidade na atividade de piscicultura na região amazônica. Os resultados obtidos demonstram que: práticas de manejo alimentar podem reduzir o custo com alimentação do tambaqui; é possível agregar valor nutricional na carcaça e filé de tambaquis com uso da sachá inchi, planta amazônica rica em ácido graxo ômega 3; a inclusão de ingredientes não convencionais, como o feijão caupi, na ração de matrinxãs e tambaquis pode ser utilizada com sucesso; produtos naturais como resíduos de bananeira e sorgo podem controlar a quantidade de parasitas sem comprometer o desempenho zootécnico; a levedura de cana-de-açúcar apresenta efeito probiótico em matrinxãs; e os resíduos da goiaba provenientes da agroindústria de polpa de frutas podem ser aproveitados na alimentação de tambaquis, como um modelo de economia circular. Essas tecnologias são práticas sustentáveis e econômicas, que proporcionam segurança alimentar aos consumidores e contribuem com o desenvolvimento da piscicultura no Amazonas.

Palavras-chave: Manejo alimentar; matrinxã; parasitas; sanidade; tambaqui.

Abstract

Embrapa Western Amazon's research actions focused on fish nutrition and health include studies of feeding strategies, feed alternatives to reduce costs in the production system and add nutritional value, feed management to avoid degradation of water quality, health management practices, technologies for the use of medicinal plant-based products in the treatment and prevention of diseases and parasites. The general objective is to contribute to increased productivity and greater sustainability in fish farming activities in the Amazon region. The results obtained demonstrate that: food management practices can reduce the cost of feeding tambaqui; it is possible to add nutritional value to the tambaqui carcass and fillet using sachá inchi, an Amazonian plant rich in omega 3 fatty acid; the inclusion of unconventional ingredients, such as cowpea, in the diet of matrinxãs and tambaquis can be used successfully; natural products such as banana residues and sorghum can control the number of parasites without compromising zootechnical performance; sugar cane yeast has a probiotic effect on matrinxãs; and guava residue from the fruit pulp agroindustry can be used to feed tambaquis, as a circular economy model. These technologies are sustainable and economical practices, which provide food security to consumers and contribute to the development of fish farming in Amazonas.

Keywords: Food management; matrinxã; parasites; sanity; tambaqui.

Introdução

As pesquisas desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Ocidental na área de nutrição e saúde de peixes visam o aumento da produtividade, redução dos custos de produção e o desenvolvimento sustentável da atividade. Os estudos contemplam as boas práticas de manejo da piscicultura para o correto monitoramento da qualidade ambiental, estratégias de uso de rações, para evitar a degradação da qualidade da água de criação, uso de ingredientes para agregação de valor nutricional, assim como a prevenção e controle de doenças. Dentre as espécies trabalhadas atualmente destacam-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*) e a matrinxã (*Brycon amazonicus*).

A piscicultura no Amazonas é incentivada pelo alto consumo de peixes pela população, e privilegiada, por sua disponibilidade de recursos hídricos, clima e diversidade de espécies. Portanto, o desafio é desenvolver tecnologias que atendam as particularidades do Estado, gerem lucro e com baixo impacto negativo ao meio ambiente. Assim como outras culturas, a piscicultura é dependente de um ambiente estável e equilibrado para que não haja a proliferação de doenças, para isso são necessárias práticas que dependem muito do piscicultor.

Para contribuir com a atividade de forma sustentável a Embrapa Amazônia Ocidental vem desenvolvendo pesquisas com estratégias alimentares para minorar o custo da produção, a utilização produtos não convencionais e alternativas de prevenção e controle de doenças e parasitas, que podem proporcionar a redução de quimioterápicos na criação de peixes, aumentando à segurança alimentar dos consumidores, e reduzindo a exposição dos peixes e ambiente aquático a produtos que possam causar toxicidade.

Neste documento será apresentado um compilado de pesquisas na área de nutrição e saúde com seus respectivos resultados, desenvolvidos pela Embrapa Amazônia Ocidental para contribuir com o avanço da piscicultura no Estado do Amazonas.

Revisão de Literatura

A produção insuficiente para atender a demanda do Amazonas, vem incentivando piscicultores a aumentar sua produção, isso leva a um aumento na densidade de estocagem de animais no sistema de produção. No entanto, a intensificação exige um manejo alimentar mais criterioso, o uso de estratégias alimentares eficientes, alternativas de insumos regionais para alimentação, agregação de valor e a produção sustentável e segura, pois os resíduos e as excretas inevitavelmente ocasionam a disseminação de doenças e parasitas. Os parasitas mais relatados atualmente que podem causar prejuízos econômicos à produção, são os

acantocéfalos e monogeneas (CHAGAS et al., 2016; TAVARES-DIAS; MARTINS, 2017; Tavares-Dias et al., 2021).

Os acantocéfalos são vermes com uma probóscide provida de ganchos ou espinhos, utilizada para sua fixação na parede do intestino do hospedeiro. Estes vermes são considerados patogênicos em virtude da densidade dos vermes e a profundidade de penetração do verme causando danos ao epitélio intestinal do hospedeiro (FISCHER, 1998). Os monogeneas se fixam na pele, nadadeiras e brânquias dos peixes, suas lesões podem gerar portas de entrada para ação de bactérias e fungos oportunistas que causam doenças que prejudicam o desempenho zootécnico, causam mortandade e prejuízos econômicos na produção (MORAIS et al., 2015; CARDOSO et al., 2017).

Sendo assim, a proposta de uso de produtos naturais com conhecida característica medicinal parece ser alternativa interessante para amenizar os problemas apresentados, proporcionando ainda melhor qualidade do pescado, livre de produtos químicos. Alguns coprodutos vegetais como o extrato de alho (*Allium sativum*), o óleo essencial de alfavaca cravo (*Ocimum gratissimum*), o extrato de amendoeira (*Terminalia catappa*) e sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) já foram testados e apresentaram eficácia no controle parasitário (MARTINS et al., 2001; CLAUDIANO et al., 2009; BOIJINK et al., 2011; FUJIMOTO et al., 2012).

Considerando a importância do tambaqui e da matrinxã para a região norte e os problemas inerentes a sua produção intensiva, torna-se necessário investir em pesquisas que visem um manejo alimentar adequado e a busca de alternativas de prevenção e controle das doenças e parasitas que ocasionalmente possam surgir no sistema de produção. Assim como, estratégias focadas na nutrição identificando ingredientes não convencionais para ração de peixes, os quais apresentem um sinergismo entre o efeito antiparasitário e valores nutricionais para propiciar o melhor desempenho zootécnico dos animais.

Metodologia

Instalações atuais do Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes

Localizado na Sede da Embrapa Amazônia Ocidental (Km 29 da Rodovia AM-010) a área contempla um viveiro escavado de 153 m³ (FIGURA 1). O Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes conta atualmente com as seguintes estruturas: sistema de 24 caixas d'água de polietileno de 1.000 litros para experimentação, inclusive para animais destinados a engorda e terminação (Figura 2); sistema de 10 caixas d'água de polietileno de 1.000 litros

destinadas ao recebimento e adaptação dos peixes antes da experimentação (Figura 3); sistema de 30 aquários de polietileno de 70 litros para ensaios com peixes juvenis com aeração, entrada de água proveniente de poço artesiano e controle da temperatura por meio de termostatos e aquecedores (Figura 4); sistema de 120 tanques flutuantes de polietileno de 60 litros para condução de experimentos em viveiro escavado com influência do plâncton; e sistema de 12 tanques rede de nylon de 1 metro cúbico para condução de experimentos em viveiro escavado com influência do plâncton. Com a adequação é possível realizar os ensaios com animais sem dificuldades e intercorrências, dessa forma, produzindo resultados fidedignos para a sociedade.

Figura 1: Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental



Figura 2: Vista interna Sistema de caixas d'água de 1.000 L (24 U.E.)



Fonte: Autores

Figura 3. Sistema de recebimento de peixes - caixas d'água de 1.000 L (10 unidades)



Figura 4. Bateria de caixas plásticas de 70 L (30 U.E.)



Fonte: Autores

Anexo ao Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes foi construída em 2021 a Fábrica de Ração Demonstrativa (FRD) da Embrapa Amazônia Ocidental, que servirá para transferência de tecnologia e apoio as pesquisas de nutrição e saúde de peixes de interesse comercial, nas dependências do Campo Experimental da Sede/Setor de Piscicultura. A capacitação de técnicos, estudantes e, principalmente de produtores sobre as Boas Práticas de Produção de Ração (BPPR) é imprescindível para disseminar tecnologias que visam diminuir os custos da fabricação e concomitantemente com o da produção de peixes, especialmente no Estado do Amazonas (Figura 5).

No mesmo complexo também contamos um Laboratório de análises fisiológicas e Qualidade de Água (Figura 6).

Figura 5. Vista interna da Fábrica de Ração Demonstrativa

Figura 6. Laboratório para Análise de Qualidade de da Água



Fonte: Autores

Ensaio realizado no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes

Antes da realização dos ensaios, os procedimentos experimentais utilizados nas pesquisas são submetidos ao Comitê de Ética do Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Amazônia Ocidental para aprovação e o acesso ao patrimônio genético dos animais envolvidos é regularizado por meio de cadastro na plataforma SISGEN do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN) do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

De maneira geral, os ensaios realizados no laboratório são organizados em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com o uso de repetições e a aleatorização das unidades experimentais realizadas com a ferramenta eletrônica Edgar II (Brown, 2005).

Lotes de juvenis de tambaqui e matrinxã são submetidos a biometrias e alimentados diariamente com rações experimentais com base na % da biomassa do lote ou saciedade aparente. As rações experimentais são confeccionadas com auxílio do programa computacional de formulação de rações SUPERCAC (2013) considerando a produção de ração com o custo mínimo, no entanto atendendo as principais exigências nutricionais para cada fase de crescimento e espécie.

Principais parâmetros zootécnicos, fisiológicos e parasitários avaliados

Os principais índices de desempenho zootécnico avaliados são: 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.

Para determinação das relações corporais, imprescindíveis para o monitoramento da qualidade de carcaça e para a verificação de possíveis desordens nutricionais são utilizadas: 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 são coletados dados para cálculo do coeficiente intestinal (CI) = proporção do tamanho do intestino em relação ao comprimento total do animal.

As análises sanguíneas são realizadas para verificação da condição de saúde dos animais, e se os mesmos após o período experimental apresentam alguma alteração fisiológica causada pela alimentação com as rações experimentais. Para as avaliações parasitárias, os intestinos e brânquias dos animais são removidos, e fixados em formol (5%) para posterior contagem de acantocéfalos e monogeneas com uso de um Estereomicroscópio Binocular FWL SMZ 7.5. De posse dos resultados são estabelecidos o índice de intensidade média de parasitos (n° total de parasitos / n° de peixes) e a prevalência (n° de hospedeiros infectados / n° total de peixes x 100), segundo recomendações de Martins et al. (2001).

Análises estatísticas

Todos os dados coletados são submetidos à uma análise exploratória pelos testes utilizados: ponto discrepante, homogeneidade da variância e escala da variável resposta. São

realizadas a análise de variância e o teste de comparação de médias Tukey ($\alpha=0,05$) por meio do uso do sistema computacional GraphPad INSTAT (versão 3) ou SAS (SAS, 2006).

Resultados e Discussão

Estratégias Alimentares

O uso de estratégias de manejo alimentar pode propiciar as economias necessárias para tornar a piscicultura amazense competitiva (FARIAS, 2021). No Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental foram analisadas estratégias alimentares na fase juvenil e de engorda do tambaqui. Foram avaliadas a diminuição do número de alimentações diárias (frequência), a prática de jejum e realimentação. Os principais resultados foram: (1) A diminuição da frequência alimentar para juvenis de tambaqui, desta forma, o piscicultor pode alimentar os animais em uma única refeição e com isso economizar trabalho e mão de obra. (2) Juvenis de tambaqui alimentados com base na % de biomassa podem ser submetidos a até dois dias de restrição alimentar e apresentam crescimento compensatório parcial, além de diminuir em até 36,8% os custos com fornecimento de ração. (3) O tempo de trânsito gastrointestinal para juvenis de tambaqui é de quatro dias e meio (108 horas). (4) Tambaquis destinados a engorda e submetidos a até um dia de restrição alimentar podem apresentar crescimento compensatório parcial. Nesta fase, a economia de ração é menos proeminente, uma vez que a melhor redução foi de 14,33% (3 dias de jejum). (5) Juvenis de tambaqui alimentados até saciedade aparente podem ser submetidos a até dois dias de restrição alimentar e apresentam crescimento compensatório parcial, além de diminuir em até 34,31% os custos com fornecimento de ração. (6) A possibilidade de recomendar a restrição alimentar de um dia sem prejudicar o desempenho zootécnico, as relações corporais e as respostas fisiológicas do tambaqui. (7) A qualidade da água monitorada durante os supracitados ensaios podem ser acessados na publicação técnica (FERREIRA et al., 2021).

Agregação de valor nutricional – Sacha inchi *Plukenetia volubilis*

Para avaliar a agregação de valor nutricional na carcaça e filés de juvenis de tambaqui foi utilizada a sachá inchi, uma planta cultivada na Amazônia Peruana e com potencial de produção no Brasil. As sementes de sachá inchi apresentaram características interessantes como um adequado nível proteico (26 %), vitaminas A e E e principalmente ácidos graxos polinsaturados, sendo predominantemente o ácido linolênico (ômega 3). As folhas são

abundantes e para a obtenção da torta residual da extração do óleo de sachá inchi (TREOSI) as sementes sem casca da planta foram maceradas por meio de prensagem hidráulica (15 t/10 min) para a separação do óleo e obtenção da torta residual. Foram utilizadas as sementes, as folhas secas, e a TREOSI na alimentação de juvenis de tambaqui em três experimentos distintos (DAIRIKI et al., 2018).

Lotes de juvenis de tambaqui (0,53 a 4,90 g) foram alocados em 24 gaiolas flutuantes de 60 L em 12 caixas d'água de 1.000 L em um sistema de recirculação de água e aeração constante. Os animais foram alimentados por 60 dias com rações experimentais em duas refeições diárias até a saciedade aparente com seis níveis de inclusão de cada produto na ração (0, 10, 20, 30, 40 e 50 %). Houve aceitação das rações e diferença significativa entre os tratamentos. Juvenis de tambaqui apresentaram melhor desempenho zootécnico quando alimentados com rações contendo 10 % de inclusão de sementes e folhas de sachá inchi e com até 40 % da TREOSI. Além disso, foi comprovada a incorporação de ácidos graxos polinsaturados na carcaça dos animais, especialmente com o uso de sementes e TREOSI, evidenciando o sucesso da adoção da estratégia da agregação de valor nutricional por meio da nutrição de juvenis de tambaqui com os produtos da sachá inchi.

Uso de ingredientes não convencionais na nutrição e saúde da espécie

Feijão caupi (Tambaqui)

O tambaqui consome de forma eficiente alimentos de origem vegetal e por este motivo foi utilizado o feijão-caupi, uma leguminosa cultivada por pequenos produtores nas regiões Norte e Nordeste (CORREA et al., 2012; DAIRIKI, et al., 2013). As unidades experimentais foram constituídas por lotes de 20 juvenis de tambaqui (peso médio inicial de ± 10 g) alocados em caixas d'água de polietileno de 310 L. Níveis de inclusão (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 100 %) de feijão-caupi foram testados para determinação do nível máximo de inclusão e aceitação do produto. Os peixes foram alimentados por 60 dias com rações isoprotéicas (32 % PB) e isoenergéticas (3.600 kcal/kg EB) até a saciedade aparente em duas refeições. No final do período experimental foram determinadas as relações corporais: hepato, lipo e viscerossomática, e de desempenho: peso final, ganho de peso, consumo, conversão alimentar, taxa de crescimento específico e sobrevivência. Foram confeccionadas regressões polinomiais para determinação do nível ótimo de inclusão de feijão-caupi. Não houve diferença significativa entre os tratamentos. O nível de inclusão de 25 % de feijão-caupi foi considerado o melhor tratamento e com resultados próximos ao tratamento

controle. O fornecimento exclusivo do feijão-caupi - caracterizado pelo tratamento 100 % - prejudicou o desempenho animal durante o experimento e dessa forma pode se inferir que este alimento precisa ser suplementado com outros ingredientes.

Feijão caupi (Matrinxã)

O matrinxã *Brycon amazonicus* aproveita de forma eficiente alimentos de origem vegetal e por este motivo também foi utilizado o feijão-caupi *Vigna unguiculata* na sua alimentação (LITAIFF, et al., 2014). As unidades experimentais foram constituídas por lotes de 20 juvenis de matrinxã (peso médio inicial de $2,02 \pm 0,02$ g e comprimento médio inicial de $5,30 \pm 0,27$ cm) alojados em caixas d'água de polietileno de 310 L. Níveis de inclusão (0, 10, 20, 30, 40 e 50 %) de feijão-caupi foram avaliados para determinação do nível máximo de inclusão e aceitação do produto. Os peixes foram alimentados por 60 dias com rações isonitrogenadas (29 % PB) e isoenergéticas (4.500 kcal/kg EB) até a saciedade aparente em duas refeições. No final do período experimental foram determinadas as relações corporais: hepato, lipo e viscerossomática e de desempenho zootécnico: Foram confeccionadas regressões polinomiais para determinação do nível ótimo de inclusão. Houve diferença significativa entre os tratamentos para os dados de desempenho e relações corporais. De acordo com os parâmetros peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico concluiu-se que a matrinxã pode ser alimentada com inclusão até 40 % de feijão-caupi na ração.

Resíduos da bananicultura (Tambaqui)

O presente estudo avaliou os resíduos da bananicultura (cultivar BRS-Conquista) na nutrição e sanidade de juvenis de tambaqui (ROCHA et al., 2018 a, b; COSTA et al., 2018). Um ensaio em delineamento inteiramente aleatorizado em esquema fatorial: 3 (folha, engaço e coração de bananeira) X 6 níveis de inclusão (0, 10, 20, 30, 40 e 50 %) X 3 repetições foi realizado. As unidades experimentais foram constituídas por lotes de juvenis de tambaqui (10 peixes por gaiola de 60 L com peso inicial de $3,9 \pm 1,77$ g). Os animais foram alimentados com as rações experimentais por 60 dias ininterruptos e na biometria final foram avaliados os parâmetros de desempenho zootécnico, respostas fisiológicas e a contagem do número de monogeneas nas brânquias. Houve diferença significativa entre os níveis de inclusão e entre os resíduos avaliados. Os níveis máximos de inclusão dos farelos de coração e folhas de bananeira foram de 20 % que não afetaram o desempenho zootécnico. Os maiores

níveis de inclusão dos três resíduos promoveram um maior controle e diminuição no número de parasitas de brânquias, com destaque para o coração de bananeira que erradicou a monogenea no nível máximo de inclusão (50 %).

Levedura de cana de açúcar (Matrinxã)

O matrinxã apresenta ótimas características de produção, entretanto o alto custo com a ração continua sendo um entrave para a piscicultura e uma das alternativas é a utilização de ingredientes não convencionais para baratear a ração, sendo a levedura de cana-de-açúcar, resíduo de indústrias sucroalcooleiras, uma boa opção (SCHERER FILHO, 2020; SCHERER FILHO et al., 2021). Foram avaliados os níveis de inclusão de levedura de cana-de-açúcar na ração para juvenil de matrinxã por meio da análise do desempenho zootécnico, dos custos das rações e de produção, das respostas hematológicas e pela resistência ao induzido pelo desafio bacteriano. Foram elaboradas seis rações experimentais isonitrogenadas e isoenergéticas com níveis de 0, 10, 20, 30, 40 e 50% de inclusão da levedura. Foram utilizados peixes com peso médio inicial de $10,5 \pm 0,4$ g alocados em sistema de caixas de 70 L em sistema de renovação de água e aeração por meio de compressor radial, com quatro repetições por tratamento e 15 peixes por repetição, alimentados por um período de 60 dias. Foram avaliados a sobrevivência, o consumo de ração, o peso final, o ganho de peso, a conversão alimentar aparente e a taxa de crescimento específico. Na biometria final, três peixes por repetição foram anestesiados, onde o sangue foi coletado por punção vaso caudal e em seguida foram abatidos para coleta de dados sobre as relações vicerossomáticas, relações hepatossomáticas e índices de gordura visceral. O restante dos peixes foi submetido a um desafio bacteriano com 1 mL de solução contendo a bactéria *Aeromonas hydrophila* por peixe, na concentração de $1,14 \times 10^8$ bactérias. mL⁻¹ por injeção intraperitoneal, a sobrevivência foi observada por um período de 96 horas. Todos os tratamentos, antes do desafio bacteriano, apresentaram uma sobrevivência acima de 90% e a inclusão de até 40% de levedura na ração não apresentou diferenças significativa no peso final, ganho de peso, conversão alimentar aparente e na taxa de crescimento específico e com base na regressão polinomial, o nível de 35,6% de levedura na ração apresentou o menor custo de produção. Além disso, a inclusão de até 30% de levedura reduziu a mortalidade no desafio bacteriano com *Aeromonas hydrophila*.

Sorgo de baixo tanino (Tambaqui)

Com o aumento do consumo de pescado pela população e como a pesca atingiu seu limite máximo, a única forma de atingir a crescente demanda é através da piscicultura. No entanto, tecnologias devem ser desenvolvidas visando um maior desempenho dos animais e redução dos custos com alimentação. A substituição dos ingredientes convencionais, denota opção viável para redução dos custos com ração. O sorgo sem tanino é um ingrediente energético que possui similaridade nutricional ao milho (ARAÚJO, 2020). Foi avaliada a substituição de milho por diferentes níveis de sorgo sem tanino na dieta de juvenis de tambaqui no desempenho zootécnico e no custo da formulação das rações. O ensaio foi conduzido em 6 tratamentos (substituição do milho em 0, 20, 40, 60, 80 e 100% pelo sorgo) x 4 repetições. As unidades experimentais foram constituídas por lotes de juvenis de tambaqui com 7 peixes por gaiola de 70 L com peso médio inicial de 30 g e comprimento médio inicial de 10 cm, alojados em caixas d'água de 1.000 L e os peixes foram alimentados por 60 dias. Foram avaliados os índices de desempenho zootécnico, aferição da glicose circulante e uma exploração do custo-benefício da ração formulada. Os resultados encontrados demonstraram que para ganho de peso o tratamento 20% foi o melhor comparado ao 0, 80 e 100%, no parâmetro relação lipossomática, 100% de substituição apresentou menor deposição de gordura peritoneal. O tratamento com menor custo de produção foi o de 80% de substituição, 27,4% inferior comparado ao controle, os outros parâmetros avaliados não apresentaram diferença estatística. Concluiu-se que o sorgo pode substituir o milho totalmente em dietas para juvenis de tambaqui sem quaisquer alterações negativas no desempenho zootécnico, porém o valor máximo de substituição recomendado corresponde a 85% que apresentou melhor desempenho, menor custo de produção e qualidade da carcaça do peixe produzido.

Sorgo de alto tanino (Tambaqui)

Foram elaboradas as rações experimentais com quatro níveis diferentes de inclusão de sorgo alto tanino: 0, 15, 30 e 45%. Foi considerada a produção de ração com o custo mínimo, no entanto atendendo as principais exigências nutricionais (3.600 kcal/kg e 28% de PB). As unidades experimentais (UE) foram constituídas por lotes de tambaqui parasitados naturalmente por acantocéfalos e monogeneas de um piscicultor comercial do estado do Amazonas (5 peixes por UE com peso médio inicial de 531±142 g) distribuídos em caixas

d'água de 1.000L com entrada de água oriunda de poço artesiano e aeração suplementar por meio de compressor radial de ar com distribuição por mangueiras e pedras porosas.

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 na verificação de possíveis desordens nutricionais. Foram avaliados os índices de desempenho zootécnico e as análises sanguíneas para verificação da condição de saúde dos animais, e se os mesmos após o período experimental apresentaram alguma alteração fisiológica causada pela alimentação com o sorgo de alto tanino. Após a coleta dos dados para avaliação do desempenho zootécnico os animais foram sacrificados por perfuração da fontanela craniana, os intestinos e brânquias foram removidos, e fixados em formol (5%) para posterior contagem de acantocéfalos e monogeneas.

Mesmo com a utilização de animais adultos (531 ± 142 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 pacus (*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 as 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, devem-se realizar novos experimentos. 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.

Resíduo de goiaba na alimentação de tambaqui

O resíduo de goiaba oriundo da agroindústria de polpa de frutas, foi utilizado para substituir o milho, para isso foi realizado um experimento com delineamento inteiramente casualizado com 4 níveis de resíduos de goiaba (25, 50, 75 e 100%) e um tratamento controle

(0%), totalizando 5 tratamentos com 4 repetições. Em cada unidade experimental, caixas d'água de 1.000 L, foram colocados 10 juvenis de tambaqui ($10,69 \pm 2,17$ g), estes animais foram alimentados por 60 dias até a saciedade aparente. Como o Amazonas depende de ingredientes convencionais de outras localidades, que tem seus valores acrescidos de frete e são repassados aos piscicultores, o uso dos resíduos da agroindústria podem ser uma alternativa gerando uma economia circular. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas em nenhuma das variáveis analisados o que comprova a possibilidade de substituição total do milho pelo resíduo da goiaba proveniente da agroindústria de polpa de fruta. Com isso, podemos propor à indústria processadora de polpas de frutas o modelo de economia circular com o aproveitamento do resíduo da goiaba na alimentação deste peixe.

Considerações Finais

Diante das problemáticas levantadas na cadeia produtiva do tambaqui e da matrinxã no Amazonas, a Embrapa Amazônia Ocidental gera resultados de pesquisa no âmbito de nutrição e saúde destas espécies disponibilizando práticas sustentáveis e econômicas, além de proporcionar segurança alimentar aos consumidores. Estas tecnologias contribuem com o desenvolvimento da piscicultura amazonense.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental pela infraestrutura, à Fapeam por meio da concessão das bolsas de Iniciação Científica, Apoio Técnico e pelo apoio financeiro por meio da aprovação dos Processos: 062.01336/2018 do Edital N° 002/2018 - Universal Amazonas e 062.01301/2018 do Edital N° 004/2018 – Amazonas Estratégico. Ao Instituto Nacional em Pesquisas da Amazônia (INPA) e a equipe liderada pela Dra. Ligia Uribe Gonçalves pela cessão da infraestrutura e o apoio técnico-científico para realização do ensaio de resíduos da bananicultura. Ao senador Plínio Valério pela concessão de recursos para a construção da Fábrica de Ração Demonstrativa e do Laboratório de Qualidade de Água pela aprovação de duas emendas parlamentares.

Referências

ARAÚJO, H. de S. Sorgo sem tanino em dietas de juvenis de tambaqui. 2020. 42 f.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas,

Manaus. Orientadora: Dra. Cheila de Lima Boijink; coorientadores: Dr. Jony Koji Dairiki; Dra. Cláudia Majolo.

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.

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.

CHAGAS, E. C.; ARAÚJO, L. D.; MARTINS, M. L.; GOMES, L. C.; MALTA, J. C. O.; VARELLA, A. B.; JERÔNIMO, G. T. Mebendazole dietary supplementation controls Monogenoidea (Platyhelminthes: Dactylogyridae) and does not alter the physiology of the freshwater fish *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818). **Aquaculture**, v.464, p. 185–189, 2016.

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.

CORREA, R. B.; MORAIS, I. da S. de; INOUE, L. A. K. A.; DAIRIKI, J. K. Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) processado na nutrição de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 9., 2012, Manaus. Anais... Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2012. p. 193-202. (Embrapa Amazônia Ocidental. **Documentos**, 100).

COSTA, D. C. da; ROCHA, T. L. P. da; DAIRIKI, T. B. A.; GONÇALVES, L. U.; DAIRIKI, J. K.; BOIJINK, C. de L. Potencial anti-helmíntico dos resíduos da bananeira para controle de monogenea de tambaqui. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 8., 2018, Natal. Resumos aprovados. [S.l.: Aquabio], 2018. AQUACIÊNCIA 2018.]

DAIRIKI, J. K.; CORREA, R. B.; INOUE, L. A. K. A.; MORAIS, I. da S. de. Feijão-caupi autoclavado na nutrição de juvenis de tambaqui. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 4, p. 450-453, abr. 2013.

DAIRIKI, J. K.; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; LITAIFF, I. M.; MAEDA, J. de L.; BOIJINK, C. de L.; ROCHA, T. L. P. da; CHAVES, F. C. M. Nutrição de juvenis de tambaqui com sachá-inchi. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2018. 57 p. (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento 24** / Embrapa Amazônia Ocidental).

FARIAS, E. G. Restrição alimentar no manejo de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). 2021. 53 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Orientadora: Sanny Maria de Andrade Porto; coorientadores: Dra. Cheila de Lima Boijink; Dr. Jony Koji Dairiki.

FERREIRA, L. S. VIANA FILHO, G. B.; MEIRA, A. S. F.; BOIJINK, C. L.; DAIRIKI, J. K. Monitoramento químico da qualidade da água de sistemas experimentais do Laboratório de Nutrição e Saúde e Peixes da Embrapa Amazônia Ocidental. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2021, 23 p. (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento 38** / Embrapa Amazônia Ocidental).

FISHER, C. Ectoparasites of semi-intensively farmed tropical fish *Piaractus mesopotamicus*, *Prochilodus lineatus* and *Colossoma macropomum* in Brazil. **Bulletin of European Association of fish Pathology**, v. 15, n. 5, p. 148-151. 1998.

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.

LITAIFF, I. M.; DAIRIKI, J. K. Feijão-caupi na nutrição de juvenis de matrinxã. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 6., 2014, Foz do Iguaçu. AQUACIÊNCIA 2014.

MARTINS, M.L.; ONAKA, E.M.; MORAES, F.R.; FUJIMOTO, R.Y. Mebendazole treatment against *Anacanthorus penilabiatus* (Monogenea, Dactylogyridae) gill parasite of cultivated *Piaractus mesopotamicus* (Osteichthyes, Characidae) in Brazil. Efficacy and hematology. **Acta Parasitologica**, v. 46, n. 4, p. 332-336, 2001.

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.

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.

ROCHA, T. L. P. da; ARAÚJO-DAIRIKI, T. B.; GONÇALVES, L. U.; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Avaliação das respostas fisiológicas de tambaquis alimentados com resíduos de bananeira. In: CONGRESSO AMAZÔNICO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 3., 2018, Manaus. Anais... Manaus: Faculdade La Salle Manaus, 2018a. p. 58-60.

ROCHA, T. L. P. da; COSTA, D. C. da; DAIRIKI, T. B. A.; GONÇALVES, L. U.; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Desempenho zootécnico de juvenis de tambaquis alimentados com resíduos de bananeira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, 8., 2018b, Natal. Resumos aprovados. [S.l.: Aquabio], 2018. AQUACIÊNCIA 2018.

SAS Institute Inc. Base SAS® 9.1.3 **Procedures Guide**, Second Edition, Volumes 1, 2, 3, and 4. Cary, NC: SAS Institute Inc.. 2006, 1461 p.

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.

SCHERER FILHO, C. Inclusão de levedura na ração de juvenil de matrinxã. 2020. 56 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Orientadora: Dra. Cheila de Lima Boijink; Coorientador: Dr. Jony Koji Dairiki; coorientadora: Dra. Cláudia Majolo.

SCHERER FILHO, C.; SANTOS, G. A. N. dos; BOIJINK, C. de L.; DAIRIKI, J. K. Obtenção e uso de levedura da indústria de álcool para formulação de ração para peixes onívoros amazônicos. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2021. 22 p. (**Boletim de pesquisa e desenvolvimento 39** / Embrapa Amazônia Ocidental).

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

TAVARES-DIAS, M.; MARTINS, M. L. 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.

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.