

Restrição Alimentar para Diminuição do Custo da Alimentação de Juvenis de Tambaqui

Porcentagem da Biomassa



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



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

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
44**

**Restrição Alimentar para Diminuição do Custo
da Alimentação de Juvenis de Tambaqui
Porcentagem da Biomassa**

*Eliena Guimarães Farias
Adila Samara Frazão Meira
Lorena Ianka Pontes da Silva
Gilberto Batista Viana Filho
Gabriella Souza de Almeida
Cheila de Lima Boijink
Jony Koji Dairiki*

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

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Kátia Emídio da Silva

Secretária-executiva
Gleise Maria Teles de Oliveira

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

Supervisão editorial e revisão de texto
Maria Perpétua Beleza Pereira

Normalização bibliográfica
Maria Augusta Abtibol Brito de Sousa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Gleise Maria Teles de Oliveira

Foto da capa
Jony Koji Dairiki

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Ocidental

Restrição alimentar para diminuição do custo da alimentação de juvenis de
tambaqui: porcentagem da biomassa / Eliena Guimarães Farias... [et. al.]. –
Manaus : Embrapa Amazônia Ocidental, 2022.
25 p. : il. color. - (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia
Ocidental, ISSN 1517-2457; 44).

1. Tambaqui. 2. *Colossoma macropomum*. 3. Peixe. 4. Jejum. 5. Nutrição
animal. I. Farias, Eliena Guimarães. II. Meira, Adila Samara Frazão. III. Silva,
Lorena Ianka Pontes da. IV. Viana Filho, Gilberto Batista. V. Almeida, Gabriella
Souza de. VI. Boijink, Cheila de Lima. VII. Dairiki, Jony Koji. VIII. Série.

CDD 639.3

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Metodologia	9
Resultados e Discussão	16
Considerações Finais.....	23
Agradecimentos.....	23
Referências	23

Restrição Alimentar para Diminuição do Custo da Alimentação de Juvenis de Tambaqui

Porcentagem da biomassa¹

Eliena Guimarães Farias²

Adila Samara Frazão Meira³

Lorena Ianka Pontes da Silva³

Gilberto Batista Viana Filho³

Gabriella Souza de Almeida³

Cheila de Lima Bojink⁴

Jony Koji Dairiki⁵

Resumo – O objetivo do presente estudo foi avaliar a prática da restrição alimentar em juvenis de tambaqui visando à diminuição dos custos com ração sem comprometer o desempenho zootécnico, bem como avaliar a existência do crescimento compensatório. O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando seis tratamentos (0 – alimentação diária, 1 – 1 dia de jejum na semana, 2 – 2 dias de jejum na semana, 3 – 3 dias de jejum na semana, 4 – 4 dias de jejum na semana e 5 – 5 dias de jejum na semana) com cinco repetições. Foram utilizados tambaquis com peso médio inicial de 25,9 g ± 3,6 g e de comprimento médio inicial de 11,7 cm ± 0,6 cm, alojados em tanques de polietileno circulares de 70 L, com renovação constante de água oriunda de poço artesiano, aeração artificial, e alimentados por 45 dias com base na porcentagem da biomassa. Ao término do experimento, houve diferença significativa para peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar aparente (CAA). As melhores CAAs foram observadas em 2 e 3 dias de jejum, o melhor GP foi determinado em 1 dia de jejum semanal, além do tratamento controle (alimentação diária). Nas relações somáticas houve

¹ Cadastro nº A8E019E (SisGen).

² Zootecnista, mestre em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Universidade Federal do Amazonas (Ufam), Manaus, AM.

³ Bolsista de Iniciação Científica, Paic/Fapeam/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁴ Bióloga, doutora em Ciências Fisiológicas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM.

diferença estatística para todas as variáveis, e os valores dos tratamentos que mais se aproximaram da alimentação diária foram 1 dia e 2 dias de jejum semanais. Nos parâmetros hematológicos, a glicose apresentou diferença estatística. Com relação ao custo relacionado a fornecimento da ração, o tratamento com 2 dias de restrição semanal propiciou a maior redução de custo. Concluiu-se, com este estudo, que, com base no ganho de peso, juvenis de tambaqui podem apresentar ganho compensatório total se mantidos em 1 dia de restrição alimentar. Nessa condição, os custos com fornecimento de ração podem diminuir até 26,4%. Esses dois resultados fortalecem a recomendação dessa estratégia na produção de juvenis de tambaqui. Submeter juvenis de tambaqui a mais de 2 dias de restrição alimentar compromete o desempenho zootécnico, os índices viscerais, além de causar alterações hematológicas na glicose e hemoglobina.

Termos para indexação: *Colossoma macropomum*, diminuição do custo, estratégia alimentar, jejum.

Feed restriction to reduce the cost of feeding tambaqui juveniles

Percentage of biomass

Abstract – The objective of the present study was to evaluate the practice of food restriction in tambaqui juveniles to reduce feed costs without compromising zootechnical performance, as well as evaluating the existence of compensatory growth. The trial was conducted in a completely randomized design (DIC), using 6 treatments (0 – daily feeding, 1 – one fasting day a week, 2 – two fasting days a week, 3 – three fasting days a week, 4 – four fasting days a week and 5 – five fasting days a week) with 5 repetitions. Tambaquis with an initial average weight of 25.9 ± 3.6 g and an initial average length of 11.7 ± 0.6 cm were used, housed in 70 L circular polyethylene tanks, with constant water renewal from an artesian well, artificial aeration and fed for 45 days based on % biomass. At the end of the experiment, there was a significant difference for the final weight (FW), weight gain (WG), feed intake (FI) and apparent feed conversion (AFC). The best AFC were observed on two and three fasting days, as well as the best WG which was determined on a weekly fasting day, in addition to the control treatment (daily feeding). In the somatic relationships, there was a statistical difference for all variables and the values of the treatments that were closest to the daily feeding were one and two days of fasting per week. In hematological parameters, glucose showed a statistical difference. Regarding the cost related to the supply of feed, the treatment with two days of weekly restriction provided the greatest cost reduction. It was concluded with this study, based on weight gain, tambaqui juveniles can present total compensatory gain if kept on a day of food restriction. In this condition, feed supply costs can decrease by up to 26.4%. These two results strengthen the recommendation of this strategy in the production of tambaqui juveniles. Submitting tambaqui juveniles to more than two days of food restriction compromises zootechnical performance, visceral indices, in addition to causing hematological changes in glucose and hemoglobin.

Index terms: *Colossoma macropomum*, cost reduction, food strategy, fasting.

Introdução

O Brasil é um grande produtor de peixes nativos, e a principal espécie criada e comercializada é o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Em 2020, a criação de peixes nativos contribuiu com uma produção de 278.671 t de pescado no País. No ano de 2021 houve decréscimo de 5,85% na produção (262.370 t), segundo dados da Associação Brasileira da Piscicultura (2021, 2022). Essa diminuição foi atribuída a diversos fatores, como as dificuldades apresentadas em alguns estados na obtenção da regularização ambiental, a necessidade de investimentos na infraestrutura de processamentos e de insumos, como a ração, além das dificuldades de comercialização impostas pela pandemia de Covid-19.

De acordo com Cyrino (2012), a alimentação é o item de maior dispêndio financeiro na criação de peixes, a qual pode chegar até 70% dos gastos, o que impacta diretamente o custo final da produção do pescado. O valor das rações extrusadas (Figura 1) oferecidas na região Norte estão acima do valor de mercado de outras regiões e tem como principal fator a agregação do frete (problema logístico). Além disso, a existência de poucas fábricas de ração regionais e o preço dos insumos adquiridos de outras regiões produtoras (milho, farelo de soja, farelo de trigo, entre outros), que também são impactados pelo frete, elevam o custo da ração produzida localmente (Souza, 2009).

Foto: Jony Koji Dairiki



Figura 1. Rações comerciais extrusadas utilizadas na alimentação de tambaqui.

Uma das soluções para minorar o problema da alimentação dos peixes regionais é a adoção de estratégias de alimentação que envolvem diferentes ciclos de privação alimentar com posterior realimentação. Esse manejo tem sido utilizado em pesquisas para diversas espécies de peixes, incluindo o tambaqui (Souza, 1998; Palma et al., 2010; Santos et al., 2015; Herrera et al., 2016; Santos et al., 2018), e estudado como forma de manter ou melhorar o desempenho zootécnico dos peixes de forma mais econômica para o produtor, além de verificar possíveis respostas compensatórias no desenvolvimento de cada espécie.

Segundo Ali et al. (2003), existem três classes referentes ao crescimento compensatório nos peixes: a primeira é o crescimento compensatório total, na qual os peixes que foram submetidos ao jejum conseguem alcançar o mesmo tamanho que os peixes que não ficaram em jejum; a segunda é o crescimento compensatório parcial, quando os peixes privados de alimentação atingem taxas de crescimento moderadamente rápidas, entretanto não atingem o mesmo tamanho que os peixes que foram alimentados continuamente; e a terceira é a sobrecompensação ou crescimento excessivamente compensatório, que ocorre quando os peixes que foram submetidos a restrição alimentar atingem tamanho superior àqueles que não foram submetidos a restrição alimentar.

A adoção de estratégias que otimizem a produção e diminuam os custos do piscicultor é essencial (Corrêa et al., 2009). Desse modo, o uso de estratégias alimentares, dentre elas a prática da restrição alimentar, que possa maximizar o desempenho zootécnico e tornar a produção do tambaqui menos onerosa é de extrema importância.

Metodologia

Antes da realização do ensaio, todos os procedimentos foram regularizados mediante solicitação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais (Ceua) da Embrapa Amazônia Ocidental (Protocolo nº 07/2018 – Certificado de Aprovação) e obtiveram regularização para acesso ao patrimônio genético (animais envolvidos no experimento) por meio da inscrição do cadastro A8E019E, pela plataforma do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen)

do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN)/Ministério do Meio Ambiente (MMA). O ensaio foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes do setor de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado na Rodovia AM-010, Km 29, na cidade de Manaus, Amazonas (Figura 2).

Foto: Eliena Guimarães Farias



Figura 2. Laboratório de Nutrição e Saúde de Peixes.

Juvenis de tambaqui, provenientes de piscicultor comercial do município de Rio Preto da Eva, foram utilizados no presente ensaio (Figura 3). No laboratório, os peixes foram aclimatados durante 10 dias em caixa de fibra contendo 2.000 L de água de poço artesiano em sistema aberto e aeração artificial por 1 semana. Foram utilizadas rações comerciais extrusadas contendo 45% de proteína bruta com pellets de 2,6 mm.



Foto: Jony Koji Dairiki

Figura 3. Juvenis de tambaqui utilizados no experimento.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com seis tratamentos e cinco repetições cada por 45 dias. As unidades experimentais foram aleatorizadas utilizando a ferramenta eletrônica Edgar II (Brown, 2005). Foram utilizados 180 juvenis de tambaqui com peso médio inicial de $25,9 \text{ g} \pm 3,6 \text{ g}$ e comprimento médio inicial de $11,7 \text{ cm} \pm 0,6 \text{ cm}$, distribuídos em 30 unidades experimentais (tanques circulares de polietileno de 70 L), cada uma com seis peixes (Figura 4).

Os tratamentos escolhidos foram: 0 – alimentação diária (controle); 1 – 1 dia de jejum por semana; 2 – 2 dias de jejum por semana; 3 – 3 dias de jejum por semana; 4 – 4 dias de jejum por semana; 5 – 5 dias de jejum por semana. Os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (9h e 15h). O ajuste da quantidade de alimentação foi elaborado de acordo com o peso da biomassa do lote, utilizando a taxa de arraçoamento entre 3% e 5% e para isso foram realizadas biometrias quinzenais para efetuar os reajustes necessários. Nas primeiras

duas biometrias (0 dia e 15 dias) foram adotados 5% da taxa de arraçoamento; após 30 dias, a taxa foi corrigida para 3% em todas as unidades experimentais.

Foto: Eliena Guimarães Farias



Figura 4. Disposição das unidades experimentais (tanques circulares de 70 L).

O monitoramento da qualidade da água foi realizado da seguinte forma: a temperatura foi registrada duas vezes ao dia (às 9h e às 15h), diariamente. O pH e o oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente com auxílio de pHmetro (modelo Hanna Checker MR1) e oxímetro (modelo YSI Ecosense DO20) digitais. Também foi realizada coleta de amostras de água dos tanques para análise dos níveis de amônia, alcalinidade, dureza e nitrito, as quais foram analisadas no Laboratório de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental.

A biometria final nos lotes de cada unidade experimental (Figura 5) foi realizada com o uso de anestésico (solução de eugenol na dose de 0,4 mL por litro de água), e com os dados obtidos foram calculados os seguintes índices de desempenho zootécnico: peso inicial (PI) e peso final (PF), ganho de peso (GP) = [(peso final) – (peso inicial)]. Para a obtenção do consumo

de ração e conversão alimentar aparente (CAA) = [(consumo de ração) ÷ (ganho de peso)] foi contabilizada a quantidade de ração consumida e para a análise de sobrevivência (S) = [(número de animais final ÷ número de animais inicial) x 100] foi contabilizado o número de peixes mortos durante o período experimental.



Foto: Eliena Guimarães Farias

Figura 5. Biometria final de exemplares de tambaqui após o período experimental.

Para cada unidade experimental foi coletado o sangue de três peixes por meio da punção da veia caudal (Figura 6) com seringa e agulha previamente umedecidas com solução anticoagulante (EDTA). Foi realizada a leitura da glicose sanguínea utilizando o aparelho medidor de glicose da marca Accu-Chek® Active Roche, em seguida o sangue foi depositado em tubos Eppendorf, que posteriormente foram transportados ao Laboratório de Piscicultura da Embrapa Amazônia Ocidental para obtenção dos parâmetros hematimétricos.

Foto: Eliena Guimarães Farias



Figura 6. Coleta de sangue por punção da veia caudal.

No laboratório a determinação do hematócrito (Hct) foi efetuada pela leitura dos tubos capilares com auxílio de cartões de leitura, em que os valores são expressos em porcentagem. A contagem de eritrócitos (Eri) foi elaborada diluindo o sangue em uma solução de azul de toluidina e formol citrato (1:200) e em seguida foram contabilizados utilizando microscópio e câmara de Neubauer. A concentração de hemoglobina (Hb) foi efetuada pela metodologia de Houston (1990), na qual a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro. Com os dados obtidos foram gerados os cálculos para os índices hematimétricos de Wintrobe, como volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Os mesmos peixes utilizados na análise sanguínea foram sacrificados posteriormente à coleta de sangue utilizando-se superdosagem de solução de eugenol (2 mL da solução para cada litro de água), em seguida foram dissecados para realização de pesagem do fígado, gordura e vísceras. Com os dados obtidos foram calculados os seguintes índices somáticos:

- Relação hepatossomática (RHS) = $\text{Peso do fígado} / \text{Peso do peixe} \times 100$ (%).
- Índice de gordura visceral (IGV) = $\text{Peso da gordura} / \text{Peso do peixe} \times 100$ (%).
- Relação viscerossomática (RVS) = $\text{Peso das vísceras} / \text{Peso do peixe} \times 100$ (%).

Para a realização da análise econômica básica foi utilizada a metodologia descrita por Scherer Filho (2020). O custo para a produção de cada quilograma de peixe por tratamento foi calculado a partir do custo do quilograma da ração utilizada (em 2020 o saco de 25 kg custou R\$ 113,10), multiplicado pela conversão alimentar aparente de acordo com cada tratamento.

Para a análise estatística foi utilizado o programa computacional SISVAR versão 5.7 de 2018 (Build 91 – DEX/UFLA). Foram realizadas análises de uniformidade de médias, seguidas pela análise de variância ANOVA a 5% de significância ($P < 0,05$) e teste de Tukey (5%), nas quais as médias que diferiram estatisticamente foram apresentadas por letras minúsculas e as que não diferiram, seguidas por “ns”.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios para cada parâmetro de qualidade da água analisado.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros de qualidade da água.

Parâmetros	Médias*
Temperatura (°C)	28,1 ± 1,0
Oxigênio dissolvido (mg/L)	6,4 ± 1,6
pH	5,8 ± 0,2
Nitrito (mg/L)	0,0 ± 0,0
Amônia (mg/L)	0,7 ± 0,5
Alcalinidade (mg/L)	4,0 ± 1,7
Dureza (mg/L)	4,6 ± 0,4

* Média seguida por desvio padrão.

Não foram observadas alterações na qualidade da água entre os tratamentos. Os valores médios para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, nitrito, amônia, alcalinidade e dureza mantiveram-se dentro da faixa recomendada para a espécie. Houve diferença para os valores de desempenho zootécnico (Tabela 2) nas variáveis: peso final (PF), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar aparente (CAA), entretanto não houve diferença para as variáveis: peso inicial (PI) e sobrevivência (S). Os tratamentos que apresentaram os melhores ganhos de peso (Figura 7) foram 0 e 1, diferindo dos demais.

O consumo de ração foi menor no tratamento 5, entretanto as melhores conversões alimentares aparentes foram obtidas nos tratamentos 2 e 3 (Figura 8), indicando possível redução no fornecimento de ração semanal aos peixes. Os tratamentos que apresentaram diferenças entre as variáveis PF, GP, CR, CAA e taxa de crescimento específico justificam-se pelo número de dias em jejum de cada tratamento, iniciando com 0 (controle), no qual os peixes foram alimentados diariamente, seguindo ordem decrescente até 5, em que os peixes foram alimentados apenas 2 dias na semana.

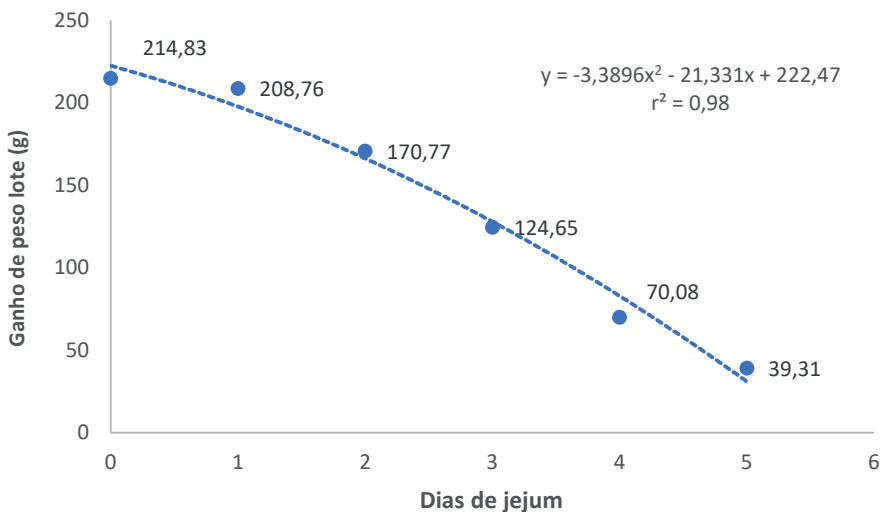


Figura 7. Médias relacionando os tratamentos com o ganho de peso.

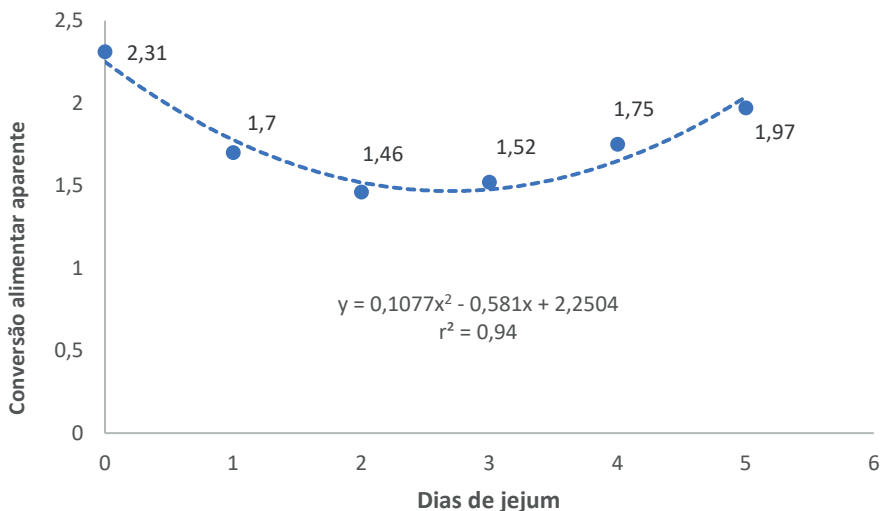


Figura 8. Médias relacionando os tratamentos com a conversão alimentar aparente.

Animais alimentados diariamente apresentaram pior conversão alimentar, mas houve melhora gradativa desse parâmetro à medida que se realizou a prática do jejum. As melhores conversões alimentares

Tabela 2. Desempenho zootécnico (peso inicial – PI; peso final – PF; ganho de peso – GP; consumo de ração – CR; conversão alimentar aparente – CAA; sobrevivência – S) dos lotes (n = 6) de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar.

Trat.*	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CR (g)	CAA	S (%)
0	117,2 ± 8,2 ^{ns}	332,0 ± 45,4 ^c	214,8 ± 45,5 ^a	530,2 ± 0,0 ^f	2,3 ± 0,6 ^b	86,7 ± 29,8 ^{ns}
1	110,4 ± 4,6 ^{ns}	319,2 ± 12,7 ^c	208,8 ± 9,0 ^a	361,2 ± 0,0 ^e	1,7 ± 0,1 ^{ab}	90,0 ± 22,4 ^{ns}
2	112,2 ± 7,7 ^{ns}	283,0 ± 27,8 ^{bc}	170,8 ± 20,8 ^b	261,3 ± 0,0 ^d	1,5 ± 0,2 ^a	100,0 ± 0,0 ^{ns}
3	111,0 ± 7,1 ^{ns}	235,6 ± 15,8 ^b	124,6 ± 20,1 ^{bc}	197,7 ± 0,0 ^c	1,5 ± 0,3 ^a	80,0 ± 27,4 ^{ns}
4	111,8 ± 7,1 ^{ns}	181,9 ± 19,3 ^a	70,1 ± 12,9 ^c	131,6 ± 0,0 ^b	1,7 ± 0,4 ^{ab}	100,0 ± 0,0 ^{ns}
5	113,8 ± 4,5 ^{ns}	153,1 ± 21,4 ^a	39,3 ± 18,1 ^c	84,9 ± 0,0 ^a	2,0 ± 1,8 ^{ab}	80,0 ± 27,4 ^{ns}
CV (%)	5,0	9,8	17,0	0,0	15,1	23,0

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (P<0,05). Médias, ± desvio padrão.

*Tratamentos: 0 (controle), 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem à quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente.

apresentadas ocorreram nos tratamentos 2 e 3 se comparados ao tratamento 0 (Tabela 2). Resultado similar foi observado por Santos et al. (2018), que, ao avaliarem o desempenho produtivo de juvenis de tambaqui submetidos a diferentes restrições alimentares e realimentação em sistemas de tanque rede, encontraram as melhores conversões alimentares em 3 dias e 2 dias de restrição. Segundo esses autores, a quantidade de alimento ingerida pelo peixe e sua eficiência em transformar esse alimento em tecidos corporais têm relação estreita com a conversão alimentar.

Em comparação ao tratamento controle, observou-se que os melhores ganhos de peso e taxa de crescimento específico foram alcançados no tratamento 1, inferindo que 1 dia de jejum não prejudica o desempenho dos juvenis de tambaqui, corroborando os resultados obtidos por Paz et al. (2018), que, utilizando a mesma estratégia em seu estudo (1 dia de jejum na semana) com juvenis de tambaqui (*Piaractus mesopotamicus* x *Colossoma macropomum*), apresentaram

Tabela 3. Parâmetros hematológicos (glicose; hematócrito; hemoglobina; eritrócito, volume corpuscular médio – VCM; hemoglobina corpuscular média – HCM; concentração de hemoglobina corpuscular média – CHCM) dos lotes de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar.

Trat.*	Glicose (g/dL)	Hematócrito (%)	Hemoglobina (g/dL)	Eritrócito (n°/µL)	VCM (fL)	HCM (pcg)	CHCM (%)
0	54,9 ± 9,9 ^b	22,2 ± 3,6 ^{ns}	0,197 ± 0,02 ^{ab}	22,08 ± 5,3 ^{ns}	10,65 ± 3,71 ^{ns}	0,093 ± 0,02 ^{ns}	0,916 ± 0,41 ^{ns}
1	46,4 ± 13,7 ^{ab}	24,1 ± 3,7 ^{ns}	0,204 ± 0,01 ^{ab}	27,10 ± 6,1 ^{ns}	9,33 ± 2,78 ^{ns}	0,078 ± 0,01 ^{ns}	0,862 ± 0,36 ^{ns}
2	35,9 ± 14,9 ^{ab}	24,2 ± 4,0 ^{ns}	0,233 ± 0,01 ^b	27,55 ± 5,6 ^{ns}	9,25 ± 3,01 ^{ns}	0,086 ± 0,01 ^{ns}	0,936 ± 0,45 ^{ns}
3	35,6 ± 11,8 ^{ab}	24,4 ± 2,9 ^{ns}	0,213 ± 0,03 ^{ab}	31,80 ± 7,6 ^{ns}	8,06 ± 2,12 ^{ns}	0,068 ± 0,01 ^{ns}	0,873 ± 0,38 ^{ns}
4	35,2 ± 17,0 ^a	21,0 ± 2,6 ^{ns}	0,185 ± 0,03 ^a	24,30 ± 5,1 ^{ns}	9,11 ± 2,96 ^{ns}	0,079 ± 0,02 ^{ns}	0,883 ± 0,37 ^{ns}
5	37,5 ± 14,3 ^{ab}	21,5 ± 4,0 ^{ns}	0,175 ± 0,02 ^a	22,40 ± 8,3 ^{ns}	10,34 ± 2,80 ^{ns}	0,080 ± 0,02 ^{ns}	0,821 ± 0,06 ^{ns}
CV (%)	24,2	16,2	10,3	21,2	15,1	20,8	17,7

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (P<0,05). Médias, ± desvio padrão.

*Tratamentos: 0 (controle), 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem à quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente.

ganho de peso e taxa de crescimento específico similares, demonstrando que juvenis dessa espécie conseguem compensar crescimento após 1 dia ou 2 dias de restrição alimentar na semana. Segundo os mesmos autores, durante a realimentação, ocorreu maior consumo de alimento (hiperfagia) ocasionando o restabelecimento do crescimento e das reservas corporais dos animais. Essa condição de hiperfagia não foi observada nos peixes avaliados no presente ensaio.

Não houve diferenças entre os tratamentos para as variáveis hematócrito, eritrócito, volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (Tabela 3). A restrição alimentar afetou apenas a glicose nos peixes, pois houve diferença significativa e discrepância considerável entre os tratamentos 0 (controle) e 4. A hemoglobina apresentou diferença significativa apenas entre os tratamentos 4 e 5 em relação ao

tratamento 2 e não diferiu significativamente entre 0, 1 e 3. Por se tratar de um desafio nutricional, em função dos dias de jejum aplicados em alguns tratamentos, a ausência de diferenças na maioria dos parâmetros hematológicos indica que os animais não apresentaram sinais referentes a estresse. Segundo Santos e Tavares-Dias (2010), as variáveis hematológicas são utilizadas como ferramentas úteis de diagnóstico para avaliação de condições estressoras referentes ao uso de tratamentos em peixes. A alteração desses parâmetros em condições severas evidencia desbalanços fisiológicos que podem causar prejuízos à saúde dos animais e posteriormente prejuízos na produção.

A prática da restrição alimentar afetou o nível de glicose dos juvenis de tambaqui, os peixes que foram alimentados diariamente mantiveram nível de glicose adequado em situação de repouso para a espécie, de acordo com Gomes et al. (2001), que mensuraram quantidades de glicose entre 50 mg/dL e 70 mg/dL. Os peixes que receberam alimentação restrita apresentaram glicose abaixo do considerado ideal possivelmente devido a menor disponibilidade de alimento proporcionada pela condição de jejum. Roa et al. (2019), ao avaliarem a produtividade de juvenis de tambaqui submetidos a ciclos curtos de restrição alimentar e realimentação, não encontraram diferença na quantidade de glicose entre os peixes privados de alimentação e os alimentados diariamente. De acordo com esses autores, é possível que esses peixes tenham mantido seus índices glicêmicos regulares utilizando como fonte de energia os triglicerídeos.

A hemoglobina apresentou alteração, entretanto não houve diferença significativa entre o tratamento controle e os que permaneceram em jejum 1 dia, 2 dias e 3 dias na semana. Similar ao presente estudo, outra pesquisa realizada com a mesma espécie demonstra que a hemoglobina não é alterada com 1 dia ou 2 dias de jejum em sistema de recirculação de água (RAS) (Assis et al., 2020).

Após 45 dias de experimento houve diferença para as variáveis peso do lote (PL), peso unitário (PU), comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), relação hepatossômática (RHS), índice de gordura visceral (IGV) e relação viscerossômática (RVS) entre os juvenis de tambaqui (Tabela 4). Em todas essas variáveis houve diferença significativa entre os tratamentos, os maiores valores sempre foram encontrados no tra-

Tabela 4. Parâmetros morfométricos (peso do lote – PL; peso unitário – PU; comprimento total – CT; comprimento padrão – CP; relação hepatossomática – RHS; índice de gordura visceral – IGV; relação vicerossomática (RVS) de juvenis de tambaqui submetidos a restrição alimentar.

Trat.*	PL (g)	PU (g)	CT (cm)	CP (cm)	RHS (%)	IGV (%)	RVS (%)
0	332,0 ± 45,4 ^c	62,8 ± 10,8 ^c	14,7 ± 0,9 ^c	12,1 ± 0,7 ^a	1,11 ± 0,24 ^e	0,45 ± 0,11 ^c	3,07 ± 0,67 ^c
1	319,2 ± 12,8 ^c	49,3 ± 8,5 ^{bc}	13,8 ± 0,5 ^{bc}	12,1 ± 1,6 ^a	0,93 ± 0,24 ^{de}	0,34 ± 0,24 ^{bc}	2,46 ± 0,43 ^{abc}
2	283,0 ± 27,8 ^{bc}	46,9 ± 8,0 ^b	13,5 ± 0,5 ^{bc}	11,2 ± 0,5 ^a	0,86 ± 0,13 ^{cd}	0,15 ± 0,08 ^{ab}	2,62 ± 0,34 ^{bc}
3	235,6 ± 15,8 ^b	38,0 ± 8,9 ^{ab}	13,0 ± 0,9 ^b	10,7 ± 0,8 ^{abc}	0,62 ± 0,14 ^{bc}	0,04 ± 0,02 ^a	2,38 ± 0,35 ^{abc}
4	181,9 ± 19,3 ^a	30,5 ± 5,6 ^a	11,7 ± 0,6 ^a	9,6 ± 0,4 ^{bc}	0,51 ± 0,08 ^{ab}	0,03 ± 0,04 ^a	1,90 ± 0,52 ^{ab}
5	153,1 ± 21,4 ^a	25,2 ± 3,5 ^a	11,2 ± 0,3 ^a	9,2 ± 0,4 ^a	0,34 ± 0,12 ^a	0,01 ± 0,02 ^a	1,77 ± 0,36 ^a
CV (%)	9,8	17,8	4,9	8,2	16,8	59,1	17,1

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (P<0,05). Médias, ± desvio padrão.

*Tratamentos: 0 (controle), 1, 2, 3, 4 e 5 correspondem à quantidade de dias de jejum/semana, respectivamente.

tamento 0, em que os peixes eram alimentados diariamente, seguindo uma ordem decrescente até o tratamento 5, no qual o alimento foi ofertado apenas duas vezes na semana, com exceção do RVS no tratamento 2, que foi maior quando comparado aos demais tratamentos e em relação ao tratamento controle.

No presente estudo podemos observar que os tratamentos que foram submetidos às restrições alimentares, quando comparados ao controle, apresentaram índices hepatossomático, viscerossomático e de gordura visceral reduzidos em razão da diminuição do consumo de ração e consequente perda de peso, uma vez que, em situação de jejum, o peixe utiliza as reservas energéticas estocadas no fígado e vísceras para a manutenção de suas funções vitais. Houve diferença entre os tratamentos e diminuição no índice hepatossomático à medida que os dias de jejum aumentavam. O mesmo ocorreu no estudo feito

por Assis et al. (2020), que investigaram a restrição alimentar em juvenis de tambaqui em sistemas de recirculação de água, assim como no presente estudo. Esses autores observaram a diminuição dos níveis de lipídeo hepático bem como a inalteração dos lipídeos musculares e gordura mesentérica quando compararam o tratamento controle com os animais que ficaram em jejum de 2 dias na semana. Entretanto perceberam que o lipídio hepático não foi suficiente para aumentar nem manter o fornecimento de energia para o organismo do animal, inferindo que a glicose supriu a necessidade energética dos peixes durante o período de jejum.

O custo para a produção de cada quilograma de peixe por tratamento foi apresentado na Tabela 5. O tratamento 2 apresentou a melhor conversão alimentar aparente e conseqüentemente o menor custo produzido por quilo de peixe, resultando em uma economia de 36,8% em relação ao tratamento 0 (controle).

Tabela 5. Custo da quantidade de ração para produção de cada quilograma de tambaqui e suas respectivas porcentagens de economia.

Tratamentos	Custo da ração/kg (R\$)	Conversão alimentar aparente	Custo da ração consumida/kg peixe (R\$)	% de economia
0	4,52	2,31	10,44	0
1	4,52	1,70	7,68	26,4
2	4,52	1,46	6,60	36,8
3	4,52	1,52	6,87	34,1
4	4,52	1,75	7,91	24,2
5	4,52	1,97	8,90	14,7

Este estudo demonstrou que 1 dia e 2 dias de restrição alimentar possibilitariam uma economia em torno de 26,4% a 36,8%, respectivamente, em relação ao custo com o fornecimento da ração. Para juvenis de tambacu (*P. mesopotamicus* x *C. macropomum*), Paz et al. (2018) demonstraram que a restrição alimentar de até 2 dias na semana possibilita reduzir até 10,8% o consumo de ração desse híbrido. Outros autores que encontraram respostas semelhantes foram Palma et al. (2010), que ao avaliarem a restrição alimentar em juvenis de tilápia-do-nilo observaram a redução da quantidade de ração em torno de 22,5% quando submetida à

restrição alimentar por 2 dias na semana. Esses estudos comprovam que 1 ou 2 dias de restrição por semana, ou seja, ciclos curtos de restrição alimentar (exemplo: aos sábados e domingos) podem ser aplicáveis na criação de tambaqui na fase juvenil sem danos ao seu desenvolvimento, além de reduzir o custo com alimentação para os criadores.

Considerações Finais

Com base no ganho de peso, juvenis de tambaqui podem apresentar ganho compensatório total se mantidos em 1 dia de restrição alimentar. Nessa condição, os custos com fornecimento de ração podem diminuir até 26,4%. Esses dois resultados fortalecem a recomendação dessa estratégia na produção de juvenis de tambaqui.

Submeter juvenis de tambaqui a mais de 2 dias de restrição alimentar compromete o desempenho zootécnico, os índices viscerais, além de causar alterações hematológicas na glicose e hemoglobina.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Ocidental, pela infraestrutura; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), por meio da concessão das bolsas de iniciação científica, apoio técnico, mestrado e pelo apoio financeiro por meio da aprovação do Processo: 062.01301/2018 do Edital n° 004/2018 – Amazonas Estratégico com o projeto intitulado: Estratégias de Manejo Alimentar e Monitoramento da Qualidade da Água Visando à Redução dos Custos de Produção do Tambaqui no Estado do Amazonas, sob coordenação do Dr. Jony Koji Dairiki.

Referências

ALI, M.; NICIEZA, A.; WOOTTON, R. J. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. **Fish and fisheries**, v. 4, n. 2, p. 147-190, 2003.

ASSIS, Y. P. A. S.; PORTO, L. de A.; MELO, N. F. A. C. de; PALHETA, G. D. A.; LUZ, R. K.; FAVERO, G. C. Feed restriction as a feeding management strategy in *Colossoma macropomum* juveniles under recirculating aquaculture system (RAS). **Aquaculture**, v. 529, p. 735689, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2020**. São Paulo: ABP, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR 2021**. São Paulo: ABP, 2022.

BROWN, J. **EDGAR II**. Norwich, Inglaterra, 2005. Disponível em: <http://www.edgarweb.org.uk/choosedesign.htm>. Acesso em: 20 ago. 2019.

CORREA, R. de O.; TEIXEIRA, R. N. G.; FONSECA, V. da S.; ALBUQUERQUE, F. E. A. **Frequência alimentar de juvenis de tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818), cultivados em tanques-rede**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 5 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 221).

CYRINO, J. E. P. Manejo alimentar eficaz viabiliza aquacultura lucrativa e sustentável. **Visão Agrícola**, n. 11, p. 73-76, 2012.

GOMES, L. de C.; CHIPPARI-GOMES, A. R.; LOPES, N. P.; ROUBACH, R.; ARAUJO-LIMA, C. A. R. M. Efficacy of benzocaine as an anesthetic in juvenile tambaqui *Colossoma macropomum*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 32, n. 4, p. 426-431, 2001.

HERRERA, L. A.; SILVA, F. da C.; SANTOS, A. P. dos; SOUSA, O. M. de; SANCHES, E. G. Crescimento compensatório e privação alimentar no desempenho produtivo do rabalo-flecha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 6, p. 776-779, jun. 2016.

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

PALMA, E. H. de; TAKAHASHI, L. S.; DIAS, L. T. S.; GIMBO, R. Y.; KOJIMA, J. T.; NICODEMO, D. Estratégia alimentar com ciclos de restrição e realimentação no desempenho produtivo de juvenis de tilápia-do-Nilo da linhagem GIFT. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 421-426, 2010.

PAZ, A. L.; PASTRANA, Y. M.; BRANDÃO, L. V. Food deprivation does not affect growth performance of juvenile tambacu. **Acta Amazônica**, v. 48, p. 207-210, 2018.

ROA, F. G. B.; SILVA, S. S.; HOSHIBA, M. A.; SILVA, L. K. S. da; BARROS, A. F. de; ABREU, J. S. de. Production performance of tambaqui juveniles subjected to short feed-deprivation and refeeding cycles. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 45, n. 4, e466, 2019.

SANTOS, E. L.; SOARES, A. C. L.; TENÓRIO, O. L. D.; SOARES, E. C.; SILVA, T. J.; GUSMÃO JÚNIOR, L. F.; SANTOS, E. L. Performance of tambaqui submitted feed deprivation and refeeding in cages. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 931-938, 2018.

SANTOS, M. S. dos; VILLACORTA-CORRÊA, M. A.; OLIVEIRA, C. P. F. de; CASTRO-PÉREZ, C. A.; SAMPAIO, L. A. Crescimento compensatório de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) submetidos a jejum e realimentação. **Igapó – Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 9, n. 1, p. 43-58, 2015.

SANTOS, R. B. S.; TAVARES-DIAS, M. Células sanguíneas e resposta hematológica de *Oxydoras niger* (pisces, doradidae) oriundos da bacia do médio rio Solimões, estado do Amazonas (Brasil), naturalmente parasitados. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 36, n. 4, p. 283-292, 2010.

SCHERER FILHO, C. **Inclusão de levedura na ração para juvenil de matrinxã**. 2020. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

SOUZA, A. S. **Análise de desenvolvimento do tambaqui, *Colossoma macropomum* (Cuvier) 1818 (pisces, Serrasalminidae), utilizando a massa da mandioca branca, *Manihot esculenta* (Crantz) como complemento alimentar em viveiros de piscicultura em área de várzea.** 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2009.

SOUZA, V. L. **Efeitos da restrição alimentar e da realimentação no crescimento e metabolismo energético de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887).** 1998. 118 f. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, Jaboticabal, 1998. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/144135>. Acesso em: 24 ago. 2019.



Amazônia Ocidental

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 017709