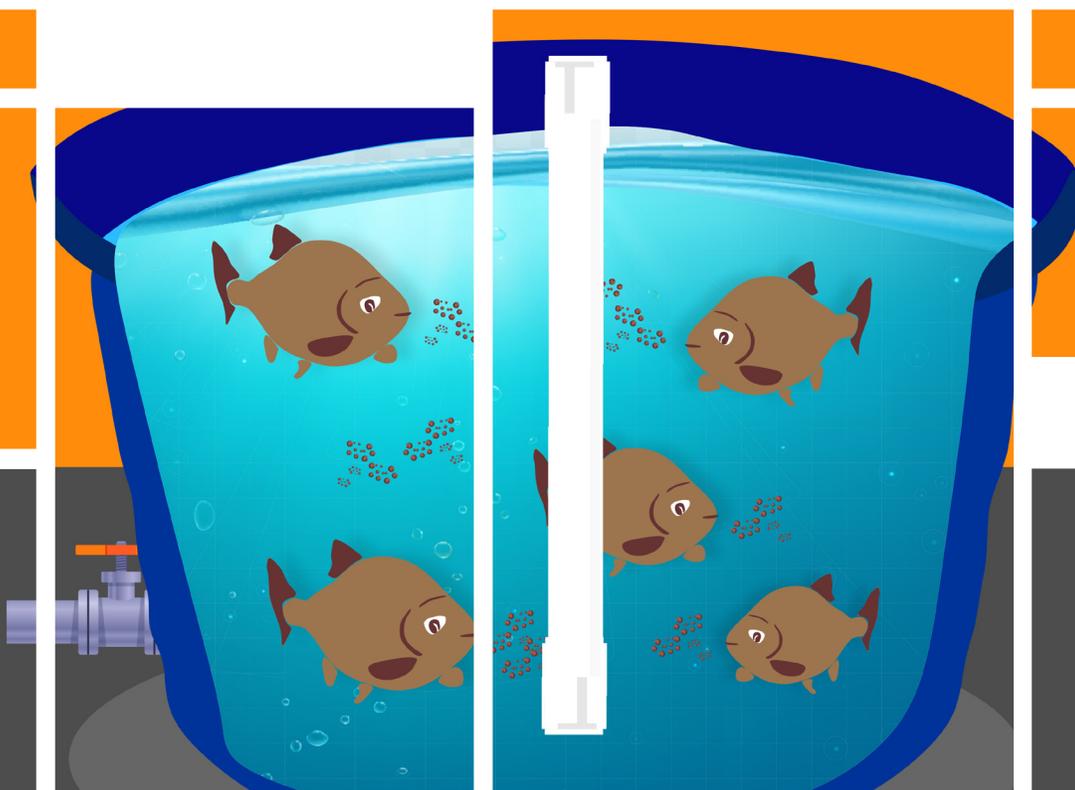




Crescimento do tambaqui em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pesca e Aquicultura
Ministério de Agricultura e Pecuária**

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 29

**Crescimento do tambaqui em
sistema de renovação contínua de
água em tanques circulares**

Ana Paula Oeda Rodrigues

Adriana Ferreira Lima

Leandro Kanamaru Franco de Lima

Antônio Marcos Jaques Ramos

Fernando Dutra Brignol

Luiz Eduardo Lima de Freitas

Giovanni Vitti Moro

**Embrapa Pesca e Aquicultura
Palmas, TO
2023**

Embrapa Pesca e Aquicultura
Avenida NS 10, Loteamento Água Fria,
Caixa Postal nº 90,
Palmas, TO
Fone: (63) 3229-7800
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente
Roberto Manolio Valladão Flores

Secretário-Executivo
Diego Neves de Sousa

Membros
*Alexandre Uhlmann, Clenio Araujo, Fabrício
Pereira Rezende, Hellen Christina de Almeida
Kato, Jefferson Cristiano Christofolletti, Luciana
Cristine Vasques Villela, Luiz Eduardo Lima de
Freitas*

Supervisão editorial
Fabrício Pereira Rezende

Revisão de texto
Everaldo Correia da Silva Filho

Normalização bibliográfica
Andréa Liliâne Pereira da Silva

Tratamento das ilustrações
Jonatham Cleimes

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Jonatham Cleimes

Ilustração da capa
Jonatham Cleimes

1ª edição
Publicação Digital (2023): 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 Pesca Aquicultura

Crescimento do tambaqui em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares /
Ana Paula Oeda Rodrigues...[et al.] -
Palmas, TO : Embrapa Pesca e Aquicultura, 2023.
PDF (24p.) : il. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Pesca e Aquicultura,
ISSN 2358-6273; 29).

1. Peixe de água doce. 2. *Colossoma macropomum*. 3. Tambaqui. 4. Sistema de produção. 5.
Piscicultura. I. Rodrigues, Ana Paula
Oeda. II. Embrapa Pesca e Aquicultura. III. Série.

CDD 639.32

Sumário

| | |
|------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 6 |
| Introdução..... | 7 |
| Materiais e Métodos | 8 |
| Resultados e Discussão | 12 |
| Conclusões..... | 19 |
| Agradecimentos..... | 19 |
| Referências | 20 |

Crescimento do tambaqui em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares

Ana Paula Oeda Rodrigues¹

Adriana Ferreira Lima²

Leandro Kanamaru Franco de Lima³

Antônio Marcos Jaques Ramos⁴

Fernando Dutra Brignol⁵

Luiz Eduardo Lima de Freitas⁶

Giovanni Vitti Moro⁷

Resumo – Este trabalho avaliou o crescimento do tambaqui em tanques circulares em sistema de renovação contínua de água, para subsidiar a produção da espécie em sistemas similares. A engorda de tambaquis produzidos em viveiros escavados também foi acompanhada para fins de comparação. Juvenis de tambaqui (94 g) foram estocados em oito tanques circulares de 1.000 L, na densidade de 118 peixes por metro cúbico, e em quatro viveiros escavados de 600 m², na densidade de 4.000 peixes por hectare. O tempo de produção do tambaqui para atingir aproximadamente 1.660 g foi maior em tanques circulares (489 dias) do que em viveiros (304 dias); o inverso foi observado para o ganho de peso diário (3 g dia⁻¹ e 5 g dia⁻¹, respectivamente). A conversão alimentar em ambos os sistemas, porém, foi semelhante (2,3). A produção em tanques circulares teve resultados positivos para o beneficiamento do tambaqui, gerando peixes com menor teor de gordura na carcaça e com maior rendimento de peso sem vísceras, de lombo e de carcaça residual do que a criação em viveiros. Conclui-se que o sistema de produção em tanques circulares contínua de água apresentou bons índices produtivos para o tambaqui, sendo necessários estudos complementares que aumentem sua viabilidade técnica e ambiental.

Termos para indexação: *Colossoma macropomum*, sistema de produção, peixe nativo, viveiro escavado, Amazônia.

¹ Engenheira-agrônoma, mestre em Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

² Engenheira de pesca, mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, pesquisadora da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

³ Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

⁴ Engenheiro de pesca, mestre em Aquicultura, técnico de extensão rural do Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas, Manaus, AM

⁵ Zootecnista, mestre em Aquicultura, bolsista da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

⁶ Engenheiro de pesca, doutor em Aquicultura, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

⁷ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO

Tambaqui growth in circular tanks under continuous water supply

Ana Paula Oeda Rodrigues

Adriana Ferreira Lima

Leandro Kanamaru Franco de Lima

Antônio Marcos Jaques Ramos

Fernando Dutra Brignol

Luiz Eduardo Lima de Freitas

Giovanni Vitti Moro

Abstract – This study evaluated the growth of tambaqui raised in circular tanks under continuous water supply with the aim to support the species' production in similar systems. Grow-out of tambaqui in earthen ponds was also evaluated with the purpose of comparing both systems. Juveniles of tambaqui (94 g) were stocked in eight circular tanks of 1.000-L, with a density of 118 fish per cubic meter, and in four ponds of 600 m², with a density of 4.000 fish per hectare. Tambaqui production time to reach approximately 1,660 g was higher in circular tanks (489-days) than in ponds (304-days). The opposite was observed for daily growth gain (3 g day⁻¹ and 5 g day⁻¹, respectively). Feed conversion in both systems, however, was similar (2.3). The production in circular tanks had positive results for the processing of tambaqui, resulting in fish with lower fat content in carcass and higher yield of gutted fish, loin and residual carcass in comparison to pond farming. It is concluded that the production system in circular tanks under continuous water flow had good productive indexes for tambaqui. Complementary studies that optimize the technical and environmental viability of this system are necessary.

Index terms: *Colossoma macropomum*, production system, native fish, earthen pond, Amazon.

Introdução

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe nativo das bacias dos rios Orinoco e Amazonas. No Brasil e em outros países da Amazônia, o tambaqui possui grande importância econômica e aceitação pelo mercado consumidor. É a principal espécie nativa da piscicultura nacional e a segunda espécie de peixe mais produzida no País (IBGE, 2021), apresentando aumento crescente de sua produção também em países do continente asiático, como China, Indonésia, Malásia, Mianmar e Vietnã (Woynárovich; Van Anrooy, 2019). Possui grande rusticidade, tolerando níveis baixos de oxigênio dissolvido (Neves et al., 2020) e a ação tóxica da amônia na água (Ismiño-Orbe, 1997). Em adição, é um peixe com rápido crescimento e de fácil reprodução em cativeiro (Gomes et al., 2020).

A produção do tambaqui no Brasil é majoritariamente realizada de forma semi-intensiva em viveiros escavados, em monocultivo, com peso inicial em torno de 2 g a 5 g, peso final variando de 1 kg a 2,5 kg e produtividade anual entre 5 t ha⁻¹ e 12 t ha⁻¹ (Pedroza-Filho et al., 2016; Valenti et al., 2021). No entanto, estudos recentes buscam definir práticas de produção que garantam a criação do tambaqui em outros sistemas produtivos, como tanques-rede (Chagas et al., 2005; 2007; Silva et al., 2007; Inoue et al., 2014; Frisso et al., 2020) e sistemas de recirculação de água (Lima et al., 2019; Santos et al., 2021). Esses sistemas diminuiriam o uso de terra e água pela atividade, aumentando a eficiência no uso dos recursos naturais a partir da intensificação da produção (Boyd et al., 2020). Mais recentemente, o setor produtivo tem demonstrado interesse crescente pela produção de peixes, incluindo o tambaqui, em tanques elevados, feitos, em sua maioria, em lona de policloreto de vinila (PVC) ou em alvenaria, com renovação contínua de água. Nesse caso, a intensificação da produção diminuiria a demanda por recursos naturais, os quais concorrem diretamente com outras atividades humanas. A piscicultura nesse tipo de estrutura já vem sendo desenvolvida por alguns produtores de forma empírica, já que não existem estudos sobre técnicas disponíveis ou parâmetros de produção nesse sistema. Este trabalho acompanhou o crescimento de juvenis de tambaqui em tanques circulares em sistema de renovação contínua de água, com o objetivo de subsidiar técnicas de produção da espécie em sistemas similares. Em paralelo, para fins de comparação, foi acompanhada a engorda de tambaquis

produzidos em viveiros escavados.

Esta publicação possui aderência à meta 15.1 dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) Vida Terrestre, que prevê, até 2030, assegurar a conservação dos ecossistemas aquáticos e de sua biodiversidade.

Materiais e Métodos

Juvenis de tambaqui (93,5 g \pm 27,9 g) foram estocados em oito tanques circulares de polietileno reforçado com fibra de vidro, na densidade de 118 peixes por metro cúbico (11 kg m⁻³), de outubro de 2019 a fevereiro de 2020. Os tanques apresentavam volume total de 1.000 L, volume útil de 700 L e fundo cônico autolimpante (Figura 1), sendo abastecidos com água de poço semiartesiano. Os peixes foram mantidos nos tanques em sistema com renovação contínua de água (vazão de 4 L min⁻¹) e aeração forçada, durante todo o período de criação. A densidade de estocagem dos peixes no tanque foi ajustada por meio de classificações e descarte de animais em intervalos mensais ou bimensais, mediante observação de relações de dominância entre os peixes durante a alimentação, heterogeneidade de tamanho dos peixes e redução da velocidade de crescimento.

Os dados de produção de tambaqui em tanques circulares em sistema de renovação contínua de água (método alternativo de produção) foram comparados com os dados de uma engorda de tambaqui realizada em viveiros escavados (sistema tradicional) de março de 2019 a janeiro de 2020. Juvenis de tambaqui (93,8 g \pm 15,0 g) foram estocados em quatro viveiros de 600 m² cada (Figura 1), abastecidos com água de uma represa local, recebendo água para renovação e reposição de perdas por evaporação e infiltração de, no máximo, 3% do volume ao dia. Antes da estocagem dos juvenis (374 kg ha⁻¹ ou 4.000 peixes por hectare), os viveiros foram drenados, desinfetados com cal virgem (100 g m⁻²) e calcareados (100 g m⁻²) após 24 horas, quando se iniciou o abastecimento de água. Não houve repicagem dos peixes mantidos em viveiros. Os peixes foram produzidos até alcançarem um peso médio de aproximadamente 1.660 g nos dois sistemas de produção, simulando o tempo de criação necessário para se alcançar o tamanho de comercialização na região do estudo (1.500 g–2.500 g).

Os peixes foram alimentados conforme a Tabela 1, duas vezes ao dia, seis dias por semana, com dieta comercial extrusada. Para os peixes criados nos viveiros, a taxa de alimentação se baseou em tabelas de alimentação de rações comerciais para peixes onívoros. Nos tanques circulares, os peixes foram alimentados de acordo com taxas previamente testadas em ensaios de nutrição conduzidos em nosso laboratório. Eventuais sobras eram pesadas diariamente para estimativa do consumo alimentar. Nos tanques circulares, a taxa de alimentação foi ajustada mensalmente, com exceção do sétimo e décimo mês, quando não foi possível realizar a biometria dos peixes nos tanques. Nos viveiros, o ajuste foi quinzenal. Para avaliação do crescimento e ajuste da quantidade de ração, cerca de 30 peixes nos viveiros e 5 a 10 peixes nos tanques eram amostrados com jejum prévio de 24 horas, anestesiados em solução de eugenol (20 mg L^{-1}) e pesados individualmente para posterior cálculo da biomassa média de cada unidade experimental. Nos dois dias posteriores à biometria, os peixes dos tanques foram submetidos a banhos de sal preventivos (2 g L^{-1}).

Os tanques circulares foram sifonados diariamente para a retirada de excesso de fezes e sobras de ração. Além disso, duas vezes por semana, a parte interna dos tanques era limpa com auxílio de esponja e vassoura. Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro dos valores considerados adequados para o tambaqui (Gomes et al., 2020). Oxigênio dissolvido, pH e temperatura foram medidos três vezes por semana com sonda digital e a amônia não ionizada, uma vez por semana, com kit colorimétrico, apresentando valores médios iguais a $5,0 \text{ mg L}^{-1} \pm 2,5 \text{ mg L}^{-1}$; $5,6 \pm 1,3$; $28,2 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,3 \text{ }^\circ\text{C}$ e 0 mg L^{-1} , respectivamente, nos tanques circulares e $3,6 \text{ mg L}^{-1} \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$; $7,3 \pm 0,1$; $28,6 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$ e $0,27 \text{ mg L}^{-1} \pm 0,02 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente, nos viveiros. O fotoperíodo para os tanques circulares foi de aproximadamente 12 horas, e, para os viveiros, seguiu o fotoperíodo natural.

Os valores de oxigênio, pH e temperatura observados em ambos os sistemas estão dentro do recomendado para a espécie, não comprometendo seu desempenho (Boyd; Lichtkoppler, 1979; Saint Paul, 1984; Val, 1995; Aride et al., 2007; Wood et al., 2018).

A curva de crescimento em peso dos peixes foi avaliada com base nas biometrias periódicas. Como houve ajustes na densidade de estocagem dos peixes nos tanques circulares ao longo do estudo, o consumo diário de ração por peixe foi calculado para obtenção do consumo total de ração individual. Com esse valor, a conversão alimentar foi estimada a partir da relação entre a média do consumo alimentar total por peixe e a média do ganho de peso individual dos tanques. Nos viveiros, a conversão alimentar foi estimada a partir da relação entre o total de ração consumida e o ganho de biomassa dos peixes em cada unidade experimental. O ganho de peso diário foi calculado com base no ganho de peso ao longo do tempo de criação em cada sistema testado. Com o objetivo de avaliar comparativamente os peixes produzidos nos tanques e nos viveiros, 15 peixes de cada sistema foram amostrados para análise de rendimento e composição centesimal da carcaça.

Para a análise de rendimento, todos os peixes foram identificados, insensibilizados em solução de eugenol (300 mg L^{-1}), eutanasiados mediante perfuração craniana seguida de secção da medula espinhal e pesados individualmente antes da realização do processamento. Foi considerado para a obtenção dos rendimentos corporais o peso total de cada tambaqui e de seus respectivos cortes. Apenas um manipulador foi o responsável pela realização do processo de filetagem e separação das partes para posterior pesagem. Do peixe inteiro, foram obtidos os pesos do peixe eviscerado, das bandas ou filés, dos lombos, das costelas e da carcaça residual. Os rendimentos corporais (em porcentagem) foram, então, obtidos por meio da multiplicação do peso de cada recorte pelo valor absoluto de 100, seguido pela sua divisão com o peso total do respectivo peixe (Contreras-Guzmán, 1994; Reidel et al., 2004).



Fotos: Ana Paula Oeda Rodrigues

Figura 1. Tanques de fundo cônico (autolimpantes), de 1.000 L de volume total(A); viveiros escavados de 600 m² utilizados na engorda de tambaqui (B).

Tabela 1. Taxa de alimentação e porcentagem de proteína bruta e granulometria das rações utilizadas para a engorda de tambaqui em tanques circulares com renovação contínua de água e em viveiros escavados.

| Faixa de peso (g) | Taxa de alimentação (% do peso vivo ao dia) | Proteína bruta (%) | Granulometria (mm) |
|--------------------|---------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Tanques circulares | | | |
| 100–400 | 3,5 | 32 | 4–6 |
| 400–600 | 2,5 | 32 | 6–8 |
| 600–1.100 | 1,5 | 28 | 8–10 |
| 1.100–1.700 | 1,0 | 28 | 8–10 |
| Viveiros escavados | | | |
| 60–200 | 4,5 | 32 | 4 |
| 200–500 | 3,5 | 32 | 6 |
| 500–700 | 2,5 | 32 | 6 |
| 700–1.700 | 2,5 | 28 | 10 |

A análise da composição centesimal da carcaça dos peixes seguiu a metodologia da Association of Official Analytical Chemists (2010) para determinação da matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo e proteína.

A umidade foi determinada pela diferença da matéria seca obtida por meio de secagem em estufa a 105 °C até peso constante. A matéria mineral foi analisada após incineração da matéria seca em forno mufla a 550 °C, durante 5 horas. O extrato etéreo foi obtido por extração em éter de petróleo pelo método de Soxhlet e a proteína foi analisada pelo método de Kjeldahl para obtenção do nitrogênio total da amostra, posteriormente multiplicado pelo fator 6,25.

Os dados de rendimento e composição de carcaça dos peixes provenientes dos diferentes sistemas de produção foram submetidos ao teste t de Student ($p < 0,05$). As premissas de normalidade e homocedasticidade dos resíduos foram testadas e, quando não atendidas, procedeu-se ao teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (SAS 9.0, SAS, Cary, NC, USA).

O estudo foi conduzido de acordo com o Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen – AB3C898) e com a legislação brasileira que regulamenta o uso e cuidado de animais para fins educacionais e científicos (Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – Concea), sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Pesca e Aquicultura (Protocolo CEUA/CNPASA 03/2020).

Resultados e Discussão

Crescimento

Nos tanques circulares, foram necessários 489 dias de produção para que os peixes atingissem o peso médio final de 1.696 g \pm 238 g, o que resultou em um ganho de peso diário de 3,3 g dia⁻¹ e ganho de peso total de 1.600 g (Figura 2A). A conversão alimentar estimada dos peixes produzidos nos tanques no período foi 2,3. A densidade de estocagem, ajustada ao longo do período de estudo, iniciou com 118 peixes por metro cúbico e terminou com 11 peixes por metro cúbico, com uma média de 15,1 kg \pm 3,1 kg de peixes por metro cúbico (Figura 2B). A sobrevivência dos peixes nos tanques foi praticamente 100%, já que durante o período do estudo foi contabilizada apenas a mortalidade de um peixe em um dos tanques do ensaio.

Nos viveiros, foram necessários 304 dias para os peixes atingirem o peso médio final de $1.628 \text{ g} \pm 64 \text{ g}$, o que resultou em um ganho de peso diário de $5,1 \text{ g dia}^{-1}$ e ganho de peso total de 1.535 g (Figura 3). A conversão alimentar estimada dos peixes produzidos nos viveiros no período foi 2,2. A produtividade final média nos viveiros foi de $0,7 \text{ kg m}^{-2} \pm 0,02 \text{ kg m}^{-2}$. A sobrevivência dos peixes foi de $94,4\% \pm 1,6\%$.

A criação do tambaqui em viveiros escavados em uma piscicultura comercial no estado do Amazonas foi descrita por Izel e Melo (2004). A engorda foi iniciada com peixes de 100 g , na densidade de $0,4$ peixe por metro quadrado, ofertando-se ração comercial extrusada com 28% de proteína bruta (PB) em taxas semelhantes às utilizadas no presente trabalho. Ao final de 240 dias, os peixes alcançaram 1.800 g , com ganho de peso diário de 7 g dia^{-1} . Ainda no Amazonas, a produção intensiva de tambaqui em viveiros escavados com aeração possibilitou uma densidade de $0,7$ peixe por metro quadrado, com peso final de 2.620 g , conversão alimentar igual a $2,1$ e ganho de peso diário de aproximadamente $8,2 \text{ g dia}^{-1}$, após 300 dias (Izel et al., 2013). Dados semelhantes foram levantados por Pedroza-Filho et al. (2016) com piscicultores de tambaqui em viveiros escavados nos estados de Mato Grosso e de Rondônia, que relataram realizar a criação do tambaqui iniciando com 2 g e finalizando entre 2.000 g e 2.500 g , no período de um ano, com densidade média de $0,9$ peixe por metro quadrado e conversão alimentar estimada entre $1,8$ e $1,9$. No mesmo trabalho, relata-se que a produção do tambaqui no estado do Tocantins e região do município de Pimenta Bueno, RO é finalizada com peixes pesando entre 1.100 g e 1.600 g , após aproximadamente 1 ano, com conversão alimentar estimada em $1,8$. Apesar das divergências entre os trabalhos mencionados, a criação do tambaqui em viveiro escavado resulta em peixes de tamanho similar ou superior ao alcançado neste estudo nos viveiros e nos tanques circulares. O tempo de criação do tambaqui dos trabalhos mencionados foi similar ao observado na produção em viveiros; no entanto, foi bastante inferior ao observado na produção em tanques circulares. Isso se deve à menor densidade de estocagem praticada em viveiros escavados, somada à contribuição do alimento natural como complemento à ração na nutrição do tambaqui, resultando em melhor eficiência de utilização do alimento e, conseqüentemente, maior crescimento (Arbeláez-Rojas et al., 2002). Mesmo com a presença de alimento natural nos viveiros, a conversão

alimentar foi similar à obtida nos tanques, ou seja, a produção em água clara não resultou em prejuízos à conversão alimentar, a despeito de ter influenciado o tempo de criação.

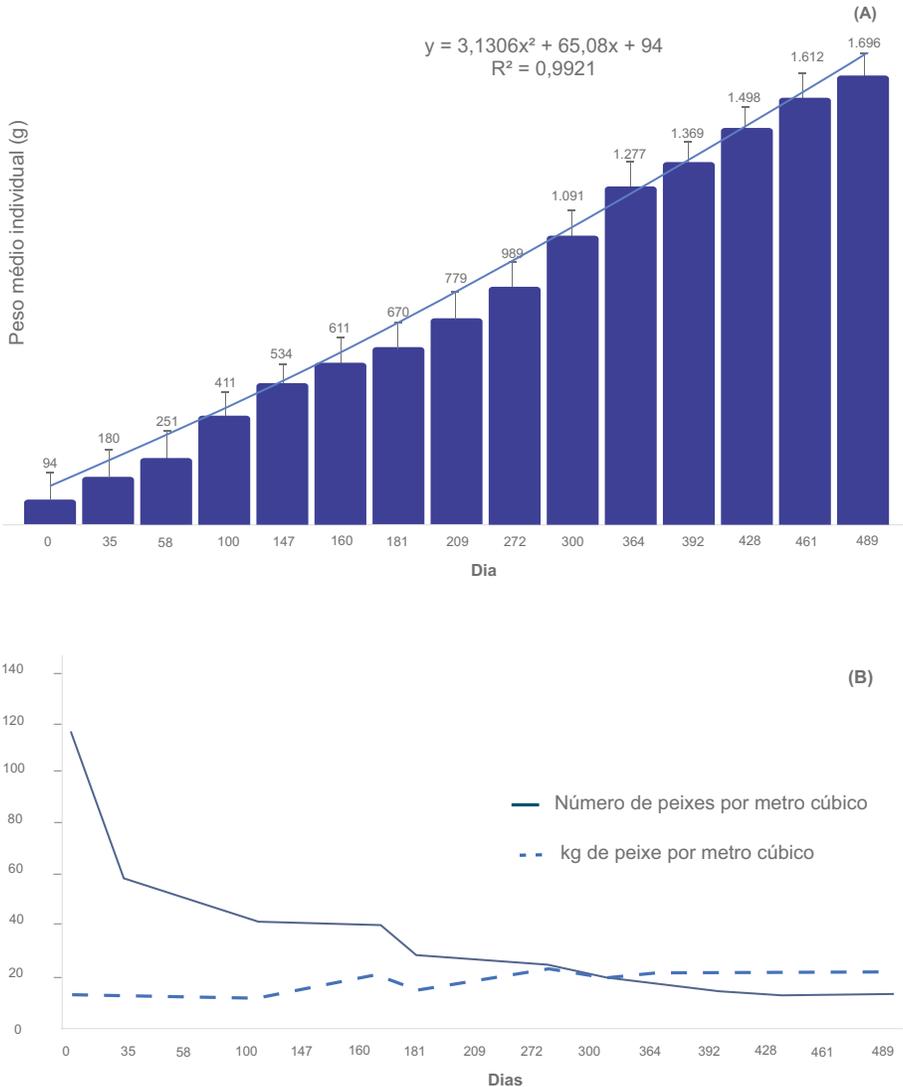


Figura 2. Crescimento em peso (A) e densidade de estocagem de tambaquis criados em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares (B).

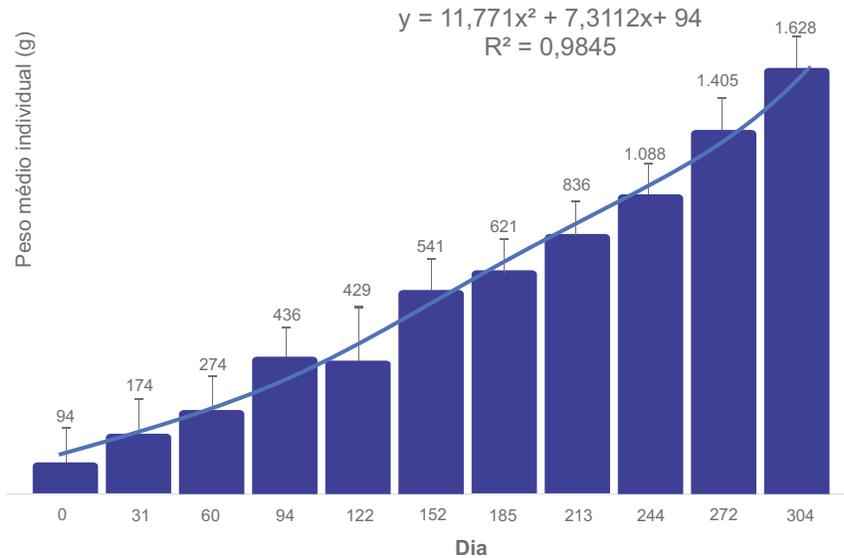


Figura 3. Crescimento em peso de tambaquis criados em viveiros escavados.

A produção de tambaqui em tanques ou sistemas com pouca ou nula presença de produtividade primária como alimento complementar foi avaliada por poucos trabalhos, durante períodos de tempo mais curtos, que resultaram, portanto, em menor peso final e conversão alimentar. A engorda de tambaqui em sistema de recirculação de água apresentou dados relativamente semelhantes aos obtidos neste trabalho para ganho de peso diário, conversão alimentar e produtividade (López; Anzoátegui, 2013). Nesse sistema, ao final de 303 dias, tambaquis com peso inicial de 8 g alcançaram 810 g, com conversão alimentar de 1,7, ganho de peso diário igual a 2,7 g dia⁻¹ e produtividade de 11,2 kg m⁻³, recebendo ração com, no mínimo 25% PB, duas vezes ao dia, até a saciedade aparente. Com 272 dias de criação, os peixes deste estudo, produzidos em tanques circulares, atingiram peso médio de 898 g, conversão alimentar de 1,8 e ganho de peso diário de 3 g dia⁻¹. Santos et al. (2021) também avaliaram o crescimento do tambaqui em sistema de recirculação de água, em que peixes de 35 g alcançaram entre 739 g e 1.129 g ao final de 173 dias de cultivo, com ganho de peso diário e produtividade variando de 4 g dia⁻¹ a 6 g dia⁻¹ e 7 kg m⁻³ a 8 kg m⁻³, respectivamente. Observa-se, portanto, maior velocidade de crescimento do

tambaqui quando alimentado somente com ração contendo 32% PB e quando submetido a menores densidades de estocagem e ao manejo de classificação por tamanho, tal como foi aplicado no trabalho citado. Desempenho inferior ao encontrado em nosso trabalho foi observado na produção do tambaqui em Igarapé, em sistema intensivo de alta renovação de água (vazão entre 20 L s^{-1} a 30 L s^{-1}), no qual juvenis de tambaqui com peso inicial igual 86 g atingiram 272 g, com conversão alimentar de 1,8 e ganho de peso diário de 1 g dia^{-1} , após 170 dias de criação, confirmando a preferência natural da espécie por ambientes lênticos.

Análise de rendimento e composição centesimal da carcaça

Os peixes criados em tanques circulares com sistema de renovação contínua de água tiveram maior rendimento de peso sem vísceras, de lombo e de carcaça residual em comparação aos peixes produzidos em viveiros escavados de forma semi-intensiva ($p < 0,05$). O contrário foi observado para o rendimento de costela ($p < 0,05$), não havendo diferença significativa para o rendimento de banda ou filé. Com relação à composição centesimal da carcaça, foi observada diferença apenas para extrato etéreo, que foi significativamente maior nos peixes criados em viveiros escavados (Tabela 2).

Os resultados de rendimento corporal obtidos neste trabalho demonstraram vantagens industriais para o processamento de tambaquis cultivados em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares. De acordo com uma pesquisa realizada na cadeia produtiva da piscicultura no estado do Tocantins, foi observado que os tambaquis e seus híbridos são basicamente comercializados pelas unidades de beneficiamento de pescado como peixe fresco e apenas eviscerado (Pedroza Filho et al., 2014). Logo, sistemas de cultivo com maiores rendimentos de carcaça sem as vísceras podem indicar melhores ganhos comerciais baseados no preço de venda da unidade por quilograma do produto.

Tabela 2. Rendimento e análise centesimal da carcaça de tambaquis criados em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares e em sistema semi-intensivo em viveiros escavados.

| | Sistema de renovação contínua de água em tanques circulares | Sistema semi-intensivo em viveiros escavados | Valor de <i>p</i> |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------|
| Peso médio (g) | 1.740,9 ± 180,1 ^a | 1.708,5 ± 184,2 ^a | 0,6295 |
| Rendimento de peso sem vísceras (%)* | 91,0 ± 0,6 ^a | 86,2 ± 6,1 ^b | < 0,0001 |
| Rendimento de lombo (%) | 34,1 ± 1,7 ^a | 29,7 ± 2,4 ^b | < 0,0001 |
| Rendimento de costela (%) | 17,4 ± 0,7 ^b | 20,8 ± 0,8 ^a | < 0,0001 |
| Rendimento de banda ou filé | 51,6 ± 1,4 ^a | 50,5 ± 2,5 ^a | 0,1452 |
| Rendimento de carcaça residual (%) | 39,1 ± 1,4 ^a | 35,4 ± 2,1 ^b | < 0,0001 |
| Proteína bruta (%) | 19,2 ± 0,6 ^a | 19,4 ± 0,8 ^a | 0,4732 |
| Extrato etéreo (%)* | 7,9 ± 1,0 ^b | 10,8 ± 2,5 ^a | < 0,0007 |
| Matéria mineral (%) | 2,0 ± 0,2 ^a | 1,9 ± 0,3 ^a | 0,1628 |

^{a,b} Letras diferentes indicam diferenças entre os sistemas de produção avaliados (teste t de Student ou Kruskal-Wallis*, *p* < 0.05).

Com relação aos resultados de rendimentos de lombo e costela, as diferenças observadas para ambos os sistemas de cultivo avaliados neste estudo reforçam as vantagens para o cultivo em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares por causa dos ganhos significativos de lombo observados nos tambaquis. Esta parte do peixe é considerada nobre e possui alto potencial de exploração comercial. Conseqüentemente, obter os melhores rendimentos de exemplares de tambaquis nessas condições é estrategicamente vantajoso para incrementos na produção e no planejamento das indústrias processadoras.

É importante destacar que vários estudos já foram realizados para explorar os rendimentos corporais do tambaqui, considerando tamanho e peso dos peixes amostrados (Lima et al., 2018; Cirne et al., 2019; Oliveira et al., 2020), métodos possíveis de filetagem (Garcia; Maciel, 2021), comparativo com outras espécies de interesse econômico (Souza; Inhamus, 2011) ou com os seus híbridos (Barros et al., 2019) e utilização de rações comerciais e tempo de cultivo (Fernandes et al., 2010). Sendo assim, para efeito comparativo de resultados entre estudos, alguns fatores devem ser considerados, como as possíveis divergências ocasionadas por efeito da destreza dos diferentes operadores em cada situação e a padronização das condições experimentais (tempo de cultivo, condição alimentar, fator genético, etc.) sobre seus efeitos nos resultados. Ressalta-se, ainda, que este estudo e os dados apresentados na Tabela 2 corroboram os dados da literatura científica anteriormente citada para rendimentos de cortes de tambaquis e evidenciam achados significativos para o sistema de renovação contínua de água em tanques circulares sobre o sistema semi-intensivo em viveiros escavados.

Conhecer a composição centesimal de peixes pode revelar sua importância para a nutrição humana e definir estratégias para o seu beneficiamento industrial. Proteínas, lipídeos e minerais, por exemplo, podem sofrer alterações durante o tempo de cultivo, a época de captura (Ogawa; Maia, 1999) e o tipo de sistema de produção (intensivo, semi-intensivo, extensivo) (Valente et al., 2011). A composição centesimal obtida neste estudo demonstrou que os tambaquis provenientes do cultivo em sistema semi-intensivo em viveiros escavados foram classificados como peixes gordos, levando-se em consideração uma classificação que define essa condição para análises de lipídeos totais superiores a 10% (Jabeen; Chaudhry, 2011). Nutricionalmente, esse valor é altamente desejado pela sua riqueza energética, entretanto, quanto maior for o teor de gordura nos produtos de pescado, maiores serão os riscos de rancificação oxidativa durante o armazenamento.

Lima et al. (2018) encontraram diferenças significativas nos teores de gordura em amostras analisadas de lombo (2,9%) e costela (5,1%) de tambaquis trabalhando com exemplares na mesma faixa de peso deste trabalho. Além disso, maiores deposições de lipídeos foram, também, observadas nos animais com maior peso corporal. Pela Tabela 2, observaram-se resultados

estatisticamente maiores de rendimento de costela (20,8%) e de composição lipídica (10,8%) nos animais cultivados em sistema semi-intensivo em viveiros escavados. Portanto, é provável que o maior rendimento de costela tenha sido responsável pelo maior teor de gordura encontrado nesse tratamento. Por sua vez, Valente et al. (2011) demonstraram que o acúmulo de gordura pode ser diretamente proporcional ao nível de intensificação do sistema produtivo, o que diverge dos resultados obtidos neste estudo, que resultou em maior teor de gordura corporal nos tambaquis produzidos em um sistema com menor densidade de estocagem e maior contribuição do alimento natural. Como os peixes de ambos os sistemas estudados apresentaram taxas de conversão alimentar da ração similares, o consumo adicional de plâncton pelos peixes produzidos em viveiros pode ter resultado em maior deposição lipídica na carcaça.

Conclusões

Ao considerar as diferenças entre os sistemas de produção avaliados, a criação de tambaqui em tanques circulares com renovação contínua de água resultou em bons índices de crescimento e conversão alimentar. Com relação aos dados de rendimento e composição centesimal, a produção em sistema de renovação contínua de água em tanques circulares apresentou resultados positivos para o beneficiamento do tambaqui. Esse tipo de sistema pode ser uma alternativa em propriedades que possuem restrição de espaço e/ou limitações técnicas para a construção de viveiros escavados. São necessários, porém, estudos complementares, em tanques maiores, que avaliem a melhor densidade de estocagem e a utilização de sistemas fechados de recirculação de água, visando a redução do ciclo produtivo e a otimização do uso de água, respectivamente.

Agradecimentos

Os autores são gratos aos bolsistas de graduação e fomento tecnológico pelo auxílio na condução deste estudo. Este trabalho pertence ao projeto BRSAqua – Ações estruturantes e inovação para o fortalecimento das cadeias produtivas da Aquicultura no Brasil, financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pelo Ministério da Agricultura e Pecuária

(Mapa), por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – nº. 421502/2017-7).

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, **Official Methods of Analysis**, 15th ed. Arlington, 2010.

ARBELÁEZ-ROJAS, G.A.; FRACALOSSO, D.M.; FIM, J.D.I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (igarapé channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1059-1069, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982002000500001>.

ARIDE, P. H. R.; ROUBACH, R.; VAL, A. L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier) to water pH. **Aquaculture Research**, v. 38, p. 588-594, 2007.

BARROS, F. A. L.; BRITO, M.A.S.; BRABO, M.F.; CORDEIRO, C.A.M. Características morfológicas e da carcaça de tambaqui abatidos com diferentes pesos. **Revista Agrarian**, v. 12, p. 89-96, 2019. DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i43.8132>.

BOYD, C. E.; D'ABRAMO, L. R.; GLENCROSS, B. D.; HUYBEN, D. C.; JUAREZ, L. M.; LOCKWOOD, G. S.; MCNEVIN, A. A.; TACON, A. G. J.; TELETSCHEA, F.; TOMASSO, J. R.; TUCKER, C. S.; VALENTI, W. C. Achieving sustainable aquaculture: historical and current perspectives and future needs and challenges. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 51, p. 578-633, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>

BOYD, C. E.; LICHTKOPPLER, F. Water quality management for fish pond culture. **Research and development series**, n. 22, 1979.

CHAGAS, E.C.; GOMES, L.D.C.; MARTINS, H.; ROUBACH, R. Tambaqui productivity reared in cages with different feeding rations. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1109-1115, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0103-84782007000400031>.

CHAGAS, E.C.; GOMES, L.D.C.; MARTINS, H.; ROUBACH, R.; LOURENÇO, J.N. de P. Tambaqui growth reared in cages in a floodplain lake under different feeding rate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 833-835, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2005000800015>.

CIRNE, L.G.A.; SILVA, J.R.; SOUZA, W.S.; BRITO, P.F.; FELTRAN, R.B.; PEREIRA, S.L.A.; GOMES, F.E.; MELO, D.R. Características morfológicas e da carcaça de tambaqui abatidos com diferentes pesos. **Magistra**, v. 30, p. 160-167, 2019.

CONTRERAS-GUZMÁN, E. S. **Bioquímica de pescados e derivados**. Jaboticabal: Funep, 1994.

FERNANDES, T.R.C.; DORIA, C.R.C.; MENEZES, J.T.B. Características de carcaça e parâmetros de desempenho do Tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818) em diferentes tempos de cultivo e alimentado com rações comerciais. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, p. 45-52, 2010.

FRISSE, R.M.; MATOS, F.T.; MORO, G.V.; MATTOS, B.O. Stocking density of Amazon fish (*Colossoma macropomum*) farmed in a continental neotropical reservoir with a net cages system. **Aquaculture**, v. 529, e735702, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735702>.

GARCIA, A.M.L.; MACIEL, H.M. Rendimento de tambaqui em diferentes métodos de filetagem. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-8, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13849>.

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: BALDISSEROTO, B. (org.). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. 3ª ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2020. cap. 8, p. 147-168.

IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/3940>. Acesso em: 18 maio 2023.

INOUE, L.A.K.A.; BEZERRA, A.C.; MIRANDA, W.S.; MUNIZ, A.W.; BOIJINK, C.L. Cultivo de tambaqui em gaiolas de baixo volume: efeito da densidade de estocagem na produção de biomassa. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, p. 437-443, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1089-6891v15i426758>.

ISMIÑO-ORBE, R.A. **Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do tambaqui (*Colossoma macropomum* Cuvier, 1818)**. 1997. 29p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus.

IZEL, A.C.U.; CRESCÊNCIO, R.; O´SULLIVAN, F.F.L. DE A.; CHAGAS, E.C.; BOIJINK, C. DE L.; SILVA, J.I. **Produção intensiva de tambaqui em tanques escavados com aeração**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2013. 4 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 39).

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. 20 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Documentos, 32).

JABEEN, F.; CHAUDHRY, A. S. Chemical compositions and fatty acid profiles of three freshwater fish species. **Food Chemistry**, v.125, n.3, p. 991-996, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.103>.

LIMA, J.; MONTAGNER, D.; DUARTE, S.S.; YOSHIOKA, E.T.O.; DIAS, M.K.R.; TAVARES-DIAS, M. Recirculating system using biological aerated filters on tambaqui fingerling farming. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 54, e00294, 2019.

LIMA, L.K.F.; NOLETO, S.S.; SANTOS V.R.V.; LUIZ D.; KIRSCHNIK, P.G. Rendimento e composição centesimal do tambaqui (*Colossoma macropomum*) por diferentes cortes e categorias de peso. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 12, p. 223-235, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20180022>.

LÓPEZ, P.; ANZOÁTEGUI, D. Engorde de la cachama (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816) cultivada en un sistema de recirculación de agua. **Zootecnia Tropical**, v. 31, p. 271-277, 2013.

NEVES, L.C.; FAVERO, G.C.; BEIER, S.L.; FERREIRA, N.S.; PALHETA, G.D.A.; MELO, N.F.A.C.; LUZ, R.K. Physiological and metabolic responses in juvenile *Colossoma macropomum* exposed to hypoxia. **Fish Physiology and Biochemistry**, v. 46, p. 2157-2167, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10695-020-00868-8>.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca: Ciência e Tecnologia de Pesca**. São Paulo: Varela, 1999. v. 1. 430 p.

OLIVEIRA, M.O.; LUIZ, D. B.; MARTINS, G.A.S.; SANTOS, V.R.V. Net cage tambaqui farming: microbiological quality, nutritional value and yield. **Archivos de Zootecnia**, v. 69, p. 66-71, 2020.

PEDROZA FILHO, M.X., RODRIGUES, A.P.O., REZENDE, F.P. **Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil**. Brasília. DF: CNA, 2015. 5 p. (CNA. Boletim ativos da aquicultura, 7).

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. **Diagnóstico da cadeia produtiva da piscicultura no estado de Tocantins**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2014. 66 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 5).

REIDEL, A.; OLIVEIRA, L.G.; PIANA, P.A.; LEMAINSKI, D.; BOMBARDELLI, R.A.; BOSCOLO, W.R. Avaliação de rendimento e características morfológicas do curimatá *Prochilodus Lineatus* (Valenciennes, 1836), e do piavuçu *Leporinus macrocephalus* (Garavello & Britski, 1988) machos e fêmeas. **Varia Scientia**, v. 4, p. 71-78, 2004.

SANTOS, F.A.C.; BOAVENTURA, T.P.; JULIO, G.S.C.; CORTEZZI, P.P.; FIGUEIREDO, L.G.; FAVERO, G.C.; PALHETA, G.D.A.; MELO, N.F.A.C.; LUZ, R.K. Growth performance and physiological parameters of *Colossoma macropomum* in a recirculating aquaculture system (RAS): Importance of stocking density and classification. **Aquaculture**, v. 534, 736274, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.736274>.

SAINT-PAUL, U. Physiological adaptation to hypoxia of a neotropical characoid fish *Colossoma macropomum*, Serrasalimidae. **Environmental biology of fishes**, v. 11, p. 53-62, 1984.

SILVA, C.R.; GOMES, L.C.; BRANDÃO, F.R. Effect of feeding rate and frequency on tambaqui (*Colossoma macropomum*) growth, production and feeding costs during the first growth phase in cages. **Aquaculture**, v. 264, p. 135-139, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2006.12.007>.

SOUZA, A.F.L.; INHAMUNS, A.J. Análise de rendimento cárneo das principais espécies de peixes comercializadas no Estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 41, p. 289-296, 2011.

VAL, A. L. Oxygen transfer in fish: morphological and molecular adjustments. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 28, p. 1119-1127, 1995.

VALENTE, L.M.P.; CORNET, J.; DONNAY-MORENO, C.; GOUYGOU, J.P.; BERGÉ, J.P.; BACELAR, M.; ESCÓRCIO, C.; ROCHA, E.; MALHÃO, F.; CARDINAL, M. Quality differences of gilthead sea bream from distinct production systems in Southern Europe: Intensive, integrated, semi-intensive or extensive systems. **Food Control**, v. 22, p. 708-717, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.11.001>.

VALENTI, W.C.; BARROS, H.P.; MORAES-VALENTI, P.; BUENO, G.W.; CAVALLI, R.O. Aquaculture in Brazil: past, present and future. **Aquaculture Reports**, v. 19, e100611, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100611>.

WOOD, C. M.; GONZALEZ, R. J.; FERREIRA, M. S.; BRAZ-MOTA, S.; VAL, A. L. The physiology of the Tambaqui (*Colossoma macropomum*) at pH 8.0. **Journal of Comparative Physiology B**, v. 188, p. 393-408, 2018.

WOYNÁROVICH, A.; VAN ANROOY, R. **Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816)**. Rome: FAO, 2019. 121 p. (Fisheries and Aquaculture Technical Paper. 624).



Pesca e Aquicultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA

