

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 16 (5)

May 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/16520231689>

Article link: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1689>



Análise de custo-benefício do uso de extrato hipofisário de carpa e de análogos de GnRH na desova induzida de tambaqui *Colossoma macropomum*

Cost-benefit analysis of the use of carp pituitary extract and GnRH analogues in the induced spawning of tambaqui *Colossoma macropomum*

Corresponding author

Rosilane Gomes de Souza de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas

rosilane@gmail.com

José Olenilson Costa Pinheiro

Embrapa Amazônia Ocidental

Manoel Xavier Pedroza Filho

Embrapa Pesca e Aquicultura

Fernanda Loureiro de Almeida O'Sullivan

Embrapa Amazônia Ocidental

Resumo. Na piscicultura, algumas espécies não desovam em condições de cultivo devido à falta de estímulos naturais essenciais para a maturação final dos gametas e a ovulação. Nesse caso, são necessários tratamentos com hormônios exógenos para a obtenção de larvas, que então mantêm toda a cadeia produtiva. Atualmente, a produção de larvas de tambaqui baseia-se na administração de extrato hipofisário de carpa (EHC), que é um produto biológico eficiente, porém sem identificação e quantificação dos bioativos nele presentes, além de representar um possível veiculador de doenças provenientes do peixe doador (carpa) ao tambaqui. Todavia, existem no mercado hormônios sintéticos (análogos de GnRH) capazes de induzir a reprodução do tambaqui em cativeiro e, que já foram testados para esse fim, com bons resultados. No entanto, ainda falta a análise do custo-benefício do uso dessas substâncias na reprodução induzida de peixes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o custo-benefício do uso de hormônios sintéticos comerciais análogos ao GnRH em relação ao EHC. Para isso, 28 fêmeas foram induzidas com gonadorelina (Profertil®), acetato de buserelina (Sincroforte®), análogo de GnRH de salmão - sGnRHa (Ovaprim®) e EHC (n = 7/tratamento). Foram avaliados o custo da dose por quilo de peso vivo (PV) e a resposta de desova a cada tratamento hormonal, considerando taxa de desova, fecundidade relativa, taxa de fertilização e taxa de eclosão. O sGnRHa foi o tratamento mais oneroso na produção de larvas eclodidas, seguido pela gonadorelina e EHC, enquanto a buserelina apresentou um custo até 90% inferior aos demais produtos.

Palavras-chaves piscicultura, economia, extrato hipofisário

Abstract. In the fish farming industry, some species do not spawn under farming conditions due to the lack of natural stimuli, which is essential for the final maturation of gametes and ovulation. In such cases, treatments with exogenous hormones are necessary to obtain larvae, which then maintain the entire production line. Currently, the production of tambaqui larvae is based on the administration of carp pituitary extract (CPE), which is an efficient biological product, but without identification and quantification of the bioactives present in it, in addition to representing a possible carrier of diseases from the donor fish (carp) to tambaqui. However, on the market there are synthetic hormones (GnRH analogues) able to induce the reproduction of tambaqui in captivity, and that have already been tested for this purpose, with good results. However, the analysis of the cost-efficiency of the use of these substances in the induced reproduction of fish are still lacking. The goal of this work was to evaluate the cost-effectiveness of using commercial synthetic hormones analogues to GnRH compared to CPE. For this, 28 females were induced with gonadorelin (Profertil®), buserelin acetate (Sincroforte®), salmon GnRH analogue - sGnRHa (Ovaprim®) and CPE (n = 7/treatment). The cost of each dose per kilogram of body weight (BW) and the spawning response to each hormonal treatment, considering spawning rate, relative fecundity, fertilization rate and hatching rate, were evaluated. sGnRHa was the most expensive treatment in the production of hatched larvae, followed by gonadorelin and CPE, while buserelin had a price up to 90% lower than the other products.

Keywords: fish farming, economics, pituitary extract.

Introdução

O tambaqui *Colossoma macropomum* é um caracídeo amazônico que reúne características favoráveis ao cultivo como rápido crescimento, rusticidade, hábito alimentar onívoro, dentre outras (Araújo-Lima & GOMES, 2005). A espécie tem destacada importância econômica na aquicultura brasileira, sendo a segunda espécie cultivada em todo território nacional, representando 12,3% da produção total de peixes sob cultivo (IBGE, 2021). Em 2021, foram produzidas mais de 94,6 mil toneladas de tambaqui, sendo a terceira espécie mais exportada da piscicultura nacional, com receita de US\$ 550 mil (IBGE, 2021; Peixe BR, 2022). Esses índices ressaltam a importância do fornecimento constante de formas jovens a fim de atender à crescente demanda do mercado.

O tambaqui é um peixe reofílico, de desova total, que em confinamento se reproduz somente com intervenção hormonal. O extrato hipofisário, geralmente de carpa (EHC), é o tratamento comumente utilizado para a indução de desova da espécie (Hilsdorf et al., 2022; Zaniboni Filho & Barbosa, 1996). Porém as desvantagens do uso de EHC são a inconsistência em sua potência (Peter & Yu, 1997) e a alta dependência da disponibilidade de peixes doadores, além de representar um risco de suspensão do fornecimento de hipófises por surto de doenças (Aizen et al., 2017) e a possível veiculação de patógenos aos peixes receptores (Donaldson & Hunter, 1983).

Na indução reprodutiva de peixes em cultivo são também utilizados hormônios sintéticos, análogos do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRHa), disponíveis comercialmente, com concentração padronizada e durabilidade prolongada (Padula, 2005). Dentre eles, o Ovaprim® é um produto exclusivo para peixes, composto por análogo de GnRH de salmão e domperidona, um antagonista de dopamina. Sua eficácia foi comprovada em diferentes espécies exploradas comercialmente na aquicultura mundial (*Clarias gariepinus*, Sharaf, 2012; *Heteropneustes fossilis*, Hossain et al., 2013; *Pimelodus pictus*, Aya & Arias, 2011; *Acanthopagrus berda*, Abbas et al., 2019). O Profertil® (gonadorelina) é utilizado em

protocolos de inseminação artificial de mamíferos, porém já tem sido testado na indução reprodutiva de peixes comerciais neo-tropicais (*Piaractus mesopotamicus*, Carolsfeld et al., 1988; *Astyanax bimaculatus*, Felizardo et al., 2012; *Prochilodus lineatus*, Andrade et al., 2014). E o Sincroforte® (acetato de buserelina) é utilizado na sincronização de cio de mamíferos e também na desova de peixes nativos (*Leporinus macrocephalus* e *L. elongatus*; Pereira et al., 2017, 2018), inclusive com prescrição para peixes em sua bula.

Cada espécie de peixe responde de maneira peculiar a cada hormônio testado, à dosagem empregada e às condições do ambiente de cultivo (temperatura, fotoperíodo, etc). Por isso, diferentes resultados são obtidos nas diferentes espécies. Até o momento, as pesquisas envolvendo indutores sintéticos para a reprodução artificial de peixes se restringem às análises de resposta fisiológica aos tratamentos, como informações sobre a ovulação e os índices reprodutivos, sem ressaltar seus possíveis impactos econômicos na produção. Por outro lado, o sucesso da produção e o fortalecimento da cadeia produtiva de qualquer espécie aquícola dependem da capacidade de induzir a maturação final e desova com eficiência e economia. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o custo-benefício do uso de EHC, gonadorelina, buserelina e sGnRHa na reprodução artificial de *Colossoma macropomum* e comparar os custos de cada composto utilizado.

Material e Métodos

Manutenção dos animais, tratamentos hormonais e reprodução artificial

O experimento foi realizado no Centro de Tecnologia, Treinamento e Produção em Aquicultura - CTTPA/Balbina (Presidente Figueiredo – AM). Os peixes foram mantidos em tanques escavados de 2000 m², em uma densidade aproximada de 230g/m² e alimentados em dias alternados com ração comercial para peixes contendo 28% de proteína bruta, duas vezes/dia, até a saciedade aparente. A alimentação foi suspensa nos dias de reprodução.

Os ensaios de seleção e desova induzida ocorreram em 2019-2020 (outubro a fevereiro), durante a estação reprodutiva da espécie. Foram selecionadas 28 fêmeas ($5,98 \pm 0,2$ kg) e 46 machos ($4,13 \pm 0,75$ kg) aptos a indução hormonal, de acordo com os seguintes sinais externos de maturação gonadal: nas fêmeas, ventre macio e abaulado e papila genital hiperemiada; nos machos, emissão de sêmen após leve pressão abdominal (Woynárovich & Van Anrooy, 2019). Os animais selecionados foram transferidos para tanques de cerâmica, separadamente por sexo, com renovação constante de água.

As fêmeas foram distribuídas aleatoriamente em quatro tratamentos hormonais: T1 – EHC (extrato bruto hipofisário de carpa, Danúbio Aquacultura Ltda, Blumenau, SC) - 5,5 mg/kg, sendo 0,5 e 5,0 mg/kg, com intervalo de 12h; T2 – sGnRH (GnRH salmão combinado com domperidona, Ovaprim® Syndel Ltd., Nanaimo, BC, Canadá) - 5,0 µg/kg, dose única; T3 – Gonadorelina (GnRH mamífero, Profertil® Fabiani Saúde Animal, São Paulo, SP) - 60 µg/kg, dose única; T4 – Acetato de buserelina (GnRH mamífero, Sincroforte® Ourofino Saúde Animal, Cravinhos, SP) - 0,7 µg/kg, dose única. Foram utilizadas 7 fêmeas para cada tratamento. Os machos receberam 2,0 mg/kg de EHC, dividido em 0,5 e 1,5 mg/kg, com intervalo de 12h. As injeções foram aplicadas na base da nadadeira peitoral.

Após as injeções, a temperatura da água foi registrada a cada hora para o registro das horas-grau. O momento ideal para a desova foi identificado pelo comportamento característico da fêmea, como natação cíclica e tremores corporais (Woynárovich & Van Anrooy, 2019).

Os ovos obtidos foram pesados e fertilizados com pool de sêmen de 2 ou 3 machos. Os gametas foram primeiramente misturados a seco e depois hidratados com água de incubação ($29,01 \pm 0,13$ °C; pH $6,61 \pm 0,1$) e distribuídos em triplicatas em incubadoras cônicas, a razão de 1g/L.

Levantamento de custos dos compostos e dos indicadores de eficiência

Para cálculo da eficiência de cada composto, foram calculadas as médias de fecundidade relativa, as taxas de desova, de fertilização e de eclosão, e finalmente o número potencial de larvas por kg de peso vivo (PV) de matriz em cada tratamento, conforme descrito abaixo:

Fecundidade relativa: nº de ovos desovados por fêmea. Foram contados os ovos de três alíquotas (de 1 g) de ova de cada fêmea. A média das três contagens foi então utilizada para extrapolar o número de ovos em 1 kg.

Taxa de desova (%): no fêmeas que desovaram $\times 100 / \text{n}^\circ$ fêmeas induzidas.

Taxa de fertilização (%): nos ovos fertilizados $\times 100 / \text{n}^\circ$ total de ovos da amostra. A taxa de fertilização foi avaliada na fase final de gastrulação, aproximadamente seis horas pós-fertilização. Foram avaliados e contados os ovos de três amostras de aproximadamente 1 g de cada incubadora. Para identificar os ovos fertilizados, foi avaliada a translucidez de cada ovo, uma vez que os ovos inviáveis são opacos.

Taxa de eclosão (%): no embriões viáveis $\times 100 / \text{n}^\circ$ total de embriões da amostra. A taxa de eclosão foi avaliada pouco antes dos embriões em movimento romperem o ovo, aproximadamente doze horas pós-fertilização. Foram avaliados e contados os ovos de três amostras de cada incubadora.

Nº potencial de larvas por kg PV: fecundidade relativa \times taxa de desova \times taxa de fertilização \times taxa de sobrevivência embrionária.

A estimativa do custo de cada composto também foi determinada por quilo PV considerando a média de preços de mercado de cada produto em Dezembro de 2021. Vale registrar que não foram considerados o custo dos hormônios utilizados nos machos, nem os custos de instalações, ração e mão de obra, uma vez que estes valores não se alteram com o tipo de hormônio utilizado.

Por fim, o custo de cada composto para obtenção de um milhão de larvas foi calculado pela razão entre o custo da dose por kg PV e o número potencial de larvas eclodidas por kg PV (Lee et al., 1988), conforme abaixo:

Custo do composto para produção de um milhão de larvas: Custo da dose (/kg PV) \times 1.000.000 / nº potencial de larvas (/kg PV).

Princípios éticos

Essa pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) - Embrapa Amazônia Ocidental (nº 05 / 2018, SEI 21158.003669 / 2018-77) e foi aprovada dentro dos Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

Resultados e discussão

A compreensão da composição do custo de produção de uma atividade agropecuária é condição fundamental para a gestão do agronegócio. Os hormônios exógenos, comumente usados na piscicultura nativa brasileira com intuito de induzir a reprodução artificial destes peixes, representam uma variável na composição do custo da indústria de alevinos e por isso devem ser considerados e avaliados como tal. Na desova induzida, a seleção do estimulante hormonal adequado determina o sucesso da ovulação.

Neste trabalho, três compostos sintéticos comerciais e o extrato de hipófise de carpa (EHC)

foram utilizados para induzir a desova de tambaqui. Foram avaliados o potencial de cada produto em induzir a desova, a qualidade e quantidade dos ovos e o custo da dose. Por último, todos estes dados foram usados para estimar o custo de cada composto para produzir um milhão de larvas de tambaqui (Tabela 1).

No Brasil a piscicultura nativa se baseia principalmente no uso do extrato hipofisário de carpa (Zaniboni Filho & Barbosa, 1996), uma vez que os estudos com hormônios sintéticos são recentes e existe a crença que estes compostos sejam muito caros. Realmente, o composto sintético

desenvolvido especificamente para induzir a desova em peixes, o sGnRH, é um produto importado de preço elevado. Além disso, precisa ser mantido refrigerado, o que dificulta muito seu transporte e consequente utilização em propriedades distantes dos centros urbanos. Por outro lado, existem outros compostos disponíveis há décadas no mercado análogos ao GnRH, como a gonadorelina e o acetato de buserelina. Ambos foram desenvolvidos para a pecuária terrestre (Padula, 2005), mas têm a mesma eficiência em estimular os hormônios endógenos da reprodução também em peixes.

Tabela 1. Índices produtivos e custo de diferentes agentes hormonais na produção de larvas de tambaqui *Colossoma macropomum*

Agente	Custo/ kg PV (R\$)	Taxa de desova (%)	Fecundidade (ovos.10 ³ /kg)	Taxa de fertilização (%)	Taxa de eclosão (%)	Estimativa de larvas (milheiros / kg)	Custo por milhão de larvas produzidas (R\$)
sGnRH (Ovaprim®)	8,77	86	1434,50	50	57	357,62	24,52
Gonadorelina (Profertil®)	7,28	86	1414,00	58	52	373,33	19,50
Extrato hipofisário (EHC)	10,34	100	1390,57	77	73	782,85	13,20
Buserelina (Sincroforte®)	1,03	57	1367,25	67	84	441,59	2,33

Dentre os três compostos sintéticos avaliados, o sGnRH (Ovaprim®) foi o que apresentou o maior custo (R\$ 24,52/milhão de larvas), tendo sido influenciado pelo elevado preço do produto e também pelas menores taxas de fertilização e eclosão. Além disso, por ser produzido no Canadá, seu preço varia de acordo com a cotação de moeda estrangeira, e o produto necessita de armazenamento em baixas temperaturas (abaixo de 20 °C), tornando seu uso no campo mais difícil, principalmente em regiões tropicais.

A gonadorelina (Profertil®) foi o segundo produto mais oneroso (R\$ 19,50/milhão de larvas), com índices produtivos semelhantes aos encontrados para sGnRH, seguido pelo extrato hipofisário de carpa (EHC, R\$ 13,20/milhão de larvas), que foi o produto com maior preço por dose (R\$ 10,34/kg PV), porém com os índices mais elevados de desova, fertilização e eclosão. O Profertil® é composto por diacetato de gonadorelina liofilizado e ampola diluente, e, uma vez diluído deve ser conservado em geladeira e utilizado no prazo de 7 dias, conforme instruções do fabricante.

A buserelina (Sincroforte®) apresentou o melhor custo-benefício, com um valor de apenas R\$ 2,33/milhão de larvas, o que representa 17% do

custo do outro produto mais barato (EHC). Apesar de ter apresentado a taxa de desova mais baixa dentre os quatro produtos, a buserelina teve seu resultado econômico compensado pela alta taxa de eclosão dos ovos (84%) e pelo baixo preço-dose do produto (R\$ 1,03/kg PV). Em comparação ao EHC, seu custo foi 820% mais barato. Além do custo baixo na produção de larvas de tambaqui, a buserelina tem outra grande vantagem: pode ser administrada em dose única, reduzindo o manejo e, consequentemente, o estresse dessas fêmeas. O Sincroforte® é uma solução injetável de acetato de buserelina, pronta para uso e não necessita de refrigeração.

Conclusão

Nossos resultados indicam que todos os agentes sintéticos testados têm grande potencial como indutores alternativos na produção de larvas de tambaqui, e apresentam custo-benefício diferentes entre si. Entretanto, enquanto que a buserelina (sob nomes comerciais Sincroforte®, Porceptal®, Prorelinn®) e a gonadorelina (Profertil®, Fertagyl®, Gestran®) são produzidas no Brasil por diferentes laboratórios e estão disponíveis em lojas agropecuárias, o sGnRH (Ovaprim®, Dajin®,

Aquaspawn®, Ovopel®) são adquiridos somente através de importação. O baixo preço da dose associado à alta qualidade dos ovos, indica que a busserelina tem um grande potencial para se tornar uma alternativa economicamente viável para a indústria de produção de larvas de tambaqui. Certamente estudos futuros devem adequar a dose da busserelina, para que sua eficiência biológica seja similar ao extrato de hipófise.

Referências

ABBAS, G.; KASPRZAK, R.; MALIK, A.; GHAFAR, A.; FATIMA, A.; HAFEEZ-UR-REHMAN, M.; KAUSAR, R.; AYUB, S.; SHUAIB, N. Optimized spawning induction of blackfin sea bream, *Acanthopagrus berda* (Forsskål, 1775) in seawater ponds using Ovaprim hormone, with general remarks about embryonic and larval development. *Aquaculture*, v. 512, p. 734387, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734387>

AIZEN, J.; HOLLANDER-COHEN, L.; SHPILMAN, M.; LEVAVI-SIVAN, B. Biologically active recombinant carp LH as a spawning-inducing agent for carp. *Journal of Endocrinology*, v. 232, n. 3, p. 391–402, 2017. <https://doi.org/10.1530/JOE-16-0435>

ANDRADE, E. S.; CARVALHO, A. F. S.; FERREIRA, M. R.; PAULA, F. G.; RODRIGUES, F. S.; FELIZARDO, V. O.; REIS NETO, R. V.; MURGAS, L. D. S. Indutores hormonais na reprodução artificial de curimba (*Prochilodus lineatus*). *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 38, n. 4, p. 230–236, 2014. [http://cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v38n4/pag230-236%20\(RB519\).pdf](http://cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/v38n4/pag230-236%20(RB519).pdf)

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; GOMES, L. C. Tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Baldisserotto, B.; Gomes, L. C. (Eds.). *Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil*. Santa Maria, UFSM, 470 p. 2005. Pp. 175-193.

AYA, B. E.; ARIAS, C. J. Reproducción inducida de *Pimelodus pictus* con extracto de hipófisis de carpa (EHC) y Ovaprim®. *Revista MVZ Córdoba*, v. 16, n.1, p.2317–2323,2011. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682011000100007

CAROLSFELD, J.; RAMOS, S. M.; ORMANEZI, R.; GOMES, J. H.; BARBOSA, J. M.; HARVEY, B. Analysis of protocols for application of an LHRH analog for induced final maturation and ovulation of female pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg 1887). *Aquaculture*, v. 74, n. 1–2, p. 49–55, 1988. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90085-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90085-3)

DONALDSON, E. M.; HUNTER, G. A. Induced final maturation, ovulation, and spermiation in cultured fish. In: Hoar, W.S., Randall, D.J., Donaldson, E.M.

Eds., *Fish Physiology*, v. 9, Academic Press, Orlando, FL. p. 351–403, 1983.

FELIZARDO, V. O.; MURGAS, L. D. S.; ANDRADE, E. S.; LÓPEZ, P. A.; FREITAS, R. T. F.; FERREIRA, M. R. Effect of timing of hormonal induction on reproductive activity in lambari (*Astyanax bimaculatus*). *Theriogenology*, v. 77, n. 8, p. 1570–1574, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.11.025>

HILSDORF, A. W. S. et al. The farming and husbandry of *Colossoma macropomum*: From Amazonian waters to sustainable production. *Reviews in Aquaculture*, v. 14, n. 2, p. 993–1027, 2022. <https://doi.org/10.1111/raq.12638>

HOSSAIN, M. B. et al. Comparative Study of Carp Pituitary Gland (PG) Extract and Synthetic Hormone Ovaprim Used in the Induced Breeding of Stinging Catfish, *Heteropneustes fossilis* (Siluriformes: Heteropneustidae). *Our Nature*, v. 10, n. 1, p. 89–95, 2013. <https://doi.org/10.3126/on.v10i1.7755>

IBGE. Tabela 3940: Produção da aquicultura, por tipo de produto Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA, 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3940>> Acesso em 21 out.2022.

LEE, C. S.; TAMARU, C. S.; KELLEY, C. D. The cost and effectiveness of CPH, HCG and LHRH-a on the induced spawning of grey mullet, *Mugil cephalus*. *Aquaculture*, v. 73, n. 1–4, p. 341–347, 1988. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(88)90067-1)

PADULA, A. M. GnRH analogues—agonists and antagonists. *Animal Reproduction Science*, v. 88, n. 1–2, p.115–126,2005. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.05.005>

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura - Anuário Brasileiro da Piscicultura Peixe BR, p. 140, 2022.

PEREIRA, T. S. B.; BOSCOLO, C. N. P.; MOREIRA, R. G.; BATLOUNI, S. R. The use of mGnRH_a provokes ovulation but not viable embryos in *Leporinus macrocephalus*. *Aquaculture International*, v. 25, n. 2, p. 515–529, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10499-016-0049-2>

PEREIRA, T. S. B.; BOSCOLO, C. N. P.; MOREIRA, R. G.; BATLOUNI, S. R. *Leporinus elongatus* induced spawning using carp pituitary extract or mammalian GnRH analogue combined with dopamine receptor antagonists. *Animal Reproduction*, v. 15, n. 1, p. 64–70, 2018. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-2017-AR983>

PETER, R. E.; YU, K. L. Neuroendocrine regulation of ovulation in fishes: Basic and applied aspects. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 7, n. 2, p.

173–197, 1997.

<https://doi.org/10.1023/A:1018431610220>

SHARAF, S. M. Effect of GnRH α , pimoziide and Ovaprim on ovulation and plasma sex steroid hormones in African catfish *Clarias gariepinus*. *Theriogenology*, v. 77, n. 8, p. 1709–1716, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.12.019>

WOYNÁROVICH, A.; VAN ANROOY, R. Field guide to the culture of tambaqui *Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper vol. 624. Rome, FAO. 132 pp. 2019. <https://www.fao.org/3/ca2955en/CA2955EN.pdf>

ZANIBONI FILHO, E.; BARBOSA, D. C. Priming hormone administration to induce spawning of some Brazilian migratory fish. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 56, p. 655–659, 1996.