



# Productive performance and economic evaluation of tambaqui roelo in excavated fishponds, Manaus, Brazil<sup>1</sup>

## *Desempenho produtivo e avaliação econômica do tambaqui roelo criado em viveiros escavados, Manaus, Brasil*

Jesaias Ismael da Costa<sup>2\*</sup>, Ana Lucia Silva Gomes<sup>3</sup>, Geraldo Bernardino<sup>4</sup>, Omar Jorge Sabbag<sup>5</sup>, Maria Inez Espagnoli Geraldo Martins<sup>6</sup>

**Abstract:** Tambaqui is the most widely-cultivated native fish species in Brazil. Although most production occurs in fish ponds, the species is also raised in reservoirs, stream channels and net tanks. Despite its high yield and productive potential, cultivation of this species is not always economically viable. Consequently, the current study aimed to provide a technical and economic evaluation of tambaqui (*Colossoma macropomum*) production in the metropolitan region of Manaus. Eight projects were selected and, through a semi-structured questionnaire, production phases, production cycles, management adopted, infrastructure used, productive indexes and fiscal investment were analysed. Together this allowed total operational cost (TCO) and profitability indicators to be calculated. Stocking density used influenced apparent feed conversion, specific growth rate and final mean weight. Feed was the key item in the TOC, comprising 69.63%, followed by labor and depreciation. Producers sell to: cold-store companies (R\$ 4.10 kg<sup>-1</sup>), markets (R\$ 7.30 kg<sup>-1</sup>), direct consumers (R\$ 10.00 kg<sup>-1</sup>), supermarkets (R\$ 6.20 kg<sup>-1</sup>) and intermediaries (R\$ 5.50 kg<sup>-1</sup>). In general, the production of tambaqui proved to be fiscally viable, with a profitability index higher than 20%, and success being strongly related to the marketing channel used, sale price and price of feed.

**Key words:** Production cost. Fish farm. Profitability.

**Resumo:** O tambaqui é a espécie nativa mais produzida no Brasil, sua produção é realizada em barragens, viveiros, canais de igarapé e tanques-rede, com destaque para a produção em viveiros. Apesar de sua elevada produção e potencialidades produtivas, nem sempre a produção dessa espécie apresenta viabilidade econômica. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar técnica e economicamente a produção de tambaqui (*Colossoma macropomum*) roelo desenvolvida na região metropolitana de Manaus. Foram selecionados oito empreendimentos e, utilizando um questionário semiestruturado, foram identificadas fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos e desembolso monetário, que permitiram calcular o custo operacional total (COT) e indicadores de rentabilidade. A densidade de estocagem utilizada nos empreendimentos influenciou na conversão alimentar aparente, na taxa de crescimento específico e no peso médio final. A ração foi o item mais representativo do COT, com uma participação média de 69,63%, seguido da mão de obra e depreciação. Os produtores realizam produção e venda para: frigoríficos (R\$ 4,10 kg<sup>-1</sup>), feiras (R\$ 7,30 kg<sup>-1</sup>), o consumidor direto (R\$10,00 kg<sup>-1</sup>), supermercados (R\$ 6,20 kg<sup>-1</sup>) e intermediários (R\$ 5,50 kg<sup>-1</sup>). Em geral, a produção de tambaqui se mostrou rentável, com índices de lucratividade superior a 20%, sendo que o sucesso da atividade está relacionado ao canal de comercialização utilizado, preço de venda e preço da ração.

**Palavras-chave:** Custo de produção. Piscicultura. Rentabilidade.

\*Corresponding author

Submitted for publication on 20/03/2018 and approved 19/09/2018

<sup>1</sup>Article derived from the doctoral thesis "Caracterização, avaliação econômica e eficiência da criação de tilápia em tanques-rede e tambaqui em viveiros escavados" from the CAUNESP Post-graduate program in Aquaculture, 2016.

<sup>2</sup>Corresponding Author: Centro de Aquicultura -CAUNESP Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, s/n 14884-900 Jaboticabal - SP - Brasil, jesaiaslbr@gmail.com, Phone number: +55 16 997553290.

<sup>3</sup>Grupo de Pesquisa SIPX, Universidade Federal do Amazonas, Av. General Rodrigo Octávio, 6200 - Coroado I, 69077-000, Manaus - AM, Brasil.

<sup>4</sup>Secretaria de Produção do Estado do Amazonas, Secretaria Executiva de Pesca e Aquicultura, Av. Buriti, 1850, Distrito Industrial, 69075-000. Manaus - AM - Brasil, gbsecpesca@ig.com.br

<sup>5</sup>UNESP - Faculdade de Engenharia, Avenida Brasil, 56, Centro 15385-000 - Ilha Solteira - SP - Brasil, omar.sabbag@unesp.br

<sup>6</sup>Centro de Aquicultura -CAUNESP Rodovia Prof. Paulo Donato Castellane, s/n 14884-900 Jaboticabal - SP - Brasil, minezesp@fcav.unesp.br

## INTRODUCTION

The tambaqui (*Colossoma macropomum*), is a fish native to the Amazon and Orinoco basins. It has a frugivorous/zooplanktonic diet, and reaches up to 1 m in length and 30 kg in weight (ARAUJO-LIMA; GOULDING, 1997). It is the most commonly cultivated native fish species in Brazil (IBGE, 2014), primarily because of its excellent production characteristics, which include: rapid growth, physiological and anatomical adaptation to environments with low oxygen concentration (ARAUJO-LIMA, GOULDING, 1997; MARCOS *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2018), tolerance of high stocking densities (BRANDAO *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2016), and a strong, culturally-established, market, notably in the north of the country.

Tambaqui are raised in reservoirs, fish ponds, stream channels and net-tanks (LIMA *et al.*, 2015), with animals being sold by producers as young tambaqui (*tambaqui curumim*: 0.35 to 0.7 kg). (GANDRA *et al.*, 2006), and also as juveniles (*tambaqui roelo*: 0.70 to 2.5 kg), the stage produced in the vast majority of fish farms (GANDRA, 2010; LIMA *et al.*, 2015).

Increasing the scale of production, as well increasing professionalism by using trained production managers (VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004; ILIYASU *et al.*, 2014) are ways to increase profitability in aquaculture (ALMEIDA *et al.*, 1994; SABBAG; COSTA, 2015). The average weight and selling price are effectively regulated by the consumer market, which forces the production of high-quality, low-cost fish.

Although tambaqui has a central place in Brazilian aquaculture, great uncertainties remain surrounding the technological package appropriate for each type of production base, including marketing and managerial information that would allow the producers to make decisions that would allow them to develop their businesses most effectively.

Rural enterprise management, when well performed, will identify existing problems in the production process, help reduce risks, improve production, rationalize expenditure, and inform decision making (SILVA *et al.*, 2011). Among existing management tools, production costs stands out because they inform company management decisions concerning what to produce and the practices to be used, including applying for agricultural subsidies, minimum prices, credit requirements and technique assistance needed (HOFFMAN *et al.*, 1987). In pisciculture, such tools have been used to evaluate the viability of breeding system (IZEL, MELO, 2004), potential species (DOMINGUES *et al.*, 2014, BRABO *et al.*, 2015), management forms and technologies (ANDRADE *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2016), disease impact (FARUK *et al.*, 2004), and infrastructure optimization (VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004).

## INTRODUÇÃO

O tambaqui (*Colossoma macropomum*), peixe nativo da bacia Amazônica e Orinoco, apresenta hábito alimentar frugivo/zooplanctófago, podendo alcançar até 1 m de comprimento e 30 kg de peso (ARAUJO-LIMA; GOULDING, 1997). É a espécie nativa mais criada no Brasil (IBGE, 2014), por apresentar excelentes características para produção, como: rápido crescimento, adaptação fisiológica e anatômica aos ambientes com baixa concentração de oxigênio (ARAUJO-LIMA; GOULDING, 1997; MARCOS *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2018), tolerância a elevadas densidades (BRANDAO *et al.*, 2004; GOMES *et al.*, 2006; COSTA *et al.*, 2016) e um grande mercado, principalmente na região Norte do País.

A criação de tambaqui é desenvolvida em barragens, viveiros, canais de igarapé e tanques-rede (LIMA *et al.*, 2015), com animais sendo comercializados pelos produtores como tambaqui curumim (0,35 a 0,7 kg), padrão encontrado na região metropolitana de Manaus (GANDRA, 2010; LIMA *et al.*, 2015), e tambaqui roelo (0,70 a 2,5 kg), produzido na grande maioria das pisciculturas (GANDRA, 2010; LIMA *et al.*, 2015).

O aumento da escala de produção, bem como a profissionalização da atividade por meio da experiência do gestor da atividade (VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004; ILIYASU *et al.*, 2014), tem sido reportado como uma forma de aumentar a lucratividade na aquicultura (ILIYASU *et al.*, 2014; SABBAG; COSTA, 2015). A massa média de abate e o preço de venda são regulados pelo mercado consumidor que exige dos produtores um pescado com elevada qualidade e baixo custo.

Apesar do tambaqui ter elevada importância para o desenvolvimento da aquicultura brasileira, observa-se que há grandes incertezas quanto ao pacote tecnológico adequado para cada tipo de produção e a crença de informações mercadológicas e gerenciais, que permitiriam aos produtores tomarem decisões corretas sobre o desenvolvimento de seu empreendimento.

A gestão da empresa rural, quando bem realizada, possibilita a identificação de problemas existentes no processo produtivo, auxilia na redução dos riscos, melhora a produção e os indicadores econômicos, além de subsidiar a tomada de decisões (SILVA *et al.*, 2011). Entre as ferramentas gerenciais existentes, o custo de produção se destaca por servir na administração da empresa na escolha do que produzir e das práticas a serem utilizadas, como subsídio para políticas agrícolas, estabelecimento de preços mínimos, necessidade de crédito e orientação aos trabalhos de assistência técnica (HOFFMAN *et al.*, 1987). Na piscicultura, essa ferramenta tem sido utilizada para mostrar a viabilidade de sistemas de criação (IZEL; MELO, 2004), viabilidade de espécies potenciais (DOMINGUES *et al.*, 2014; BRABO *et al.*, 2015), adequação de manejo e tecnologias (ANDRADE *et al.*, 2005; COSTA *et al.*, 2016), impacto de doenças (FARUK *et al.*, 2004) e otimização da infraestrutura (VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004).

In the case of tambaqui, local variations in conditions and capacities mean there is huge variation in systems used and the means used to decide on their implementation, and there are cases where the activity is profitable (BRANDAO *et al.*, 2004; IZEL; MELO, 2004; GOMES *et al.*, 2006; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016), and other where it is not (COSTA *et al.*, 2016; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Thus, the objective of the current study was to evaluate the technical and economic feasibility of tambaqui roelo cultivation in fish ponds in the metropolitan region of Manaus, Amazonas, Brazil.

## MATERIAL AND METHODS

Eight fish farms located in the metropolitan region of Manaus, Amazonas, Brazil, were selected having met the following criteria, that they: produced tambaqui roelo (> 0.9 kg); sold to a variety of outlets; were willing and able to make their data available; and, overall, were part of the range of production facilities sizes defined in Resolution/CEMAAM/Nº 01/08 of July 3, 2008 as : micro - MP (< 2 há, water surface; n = 0), small - (2 to 10 ha, water surface, n = 5, P1r, P2r, P3r, P4r and P5r), medium - EMP (10 to 50 ha, water surface, n = 3, M1r, M2r and M3r) and large - EGP (> 50 ha, water surface, n = 0).

Data were obtained via a semistructured questionnaire concerning the initial construction phases, current production cycles, adopted management practices, deployed infrastructure, production indexes, financial investment and commercialization channels. Combined, this allowed calculation of production costs and profitability indicators. Total production costs and profitability indexes were calculated using indexes of zootechnical performance and prices of items and products. Costs were determined on the basis of the total operating cost structure (TOC), adding the effective operating cost (EOC) to the other costs not involving actual cash expenditure such as depreciation. For EOC, all expenditures were considered effective, along with other costs, depreciation and family labor. The EOC was obtained by adding financial outlay on fingerlings, feed, labor, maintenance of infrastructure, energy, fuel, interest payments on bank loans, repairs, local land tax, fertilizer, liming and operating licenses. Depreciation of the infrastructure, equipment and utensils were calculated using the linear method (MATSUNAGA *et al.*, 1976).

Na criação de tambaqui, verifica-se grande variabilidade nos dados em função das características singulares das regiões, do período de análise e dos sistemas adotados, havendo casos em que a atividade se mostra rentável (BRANDAO *et al.*, 2004; IZEL; MELO, 2004; GOMES *et al.*, 2006; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016) e em outros casos não (COSTA *et al.*, 2016; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Desse modo, objetivou-se com este estudo avaliar a viabilidade técnica e econômica do tambaqui roelo cultivado em viveiros escavados na região Metropolitana de Manaus.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas oito pisciculturas localizadas na região metropolitana de Manaus e que atendessem aos seguintes critérios: produzir tambaqui “roelo” (>0,9 kg); realizar a comercialização para diversos canais de venda; disponibilidade de fornecimento de dados pelos produtores; e diversas escalas de produção com base na Resolução/CEMAAM/Nº 01/08 – de 03 de Julho de 2008, que classifica as pisciculturas em: micro - MP (< 2 ha de lâmina e água; n=0), pequena - EPP (2 a 10 ha de lâmina de água; n=5; P1r, P2r, P3r, P4r e P5r), média - EMP (10 a 50 ha de lâmina de água; n=3; M1r, M2r e M3r) e grande - EGP (> 50 ha de lâmina de água; n = 0).

Os dados foram obtidos por meio da aplicação de um questionário semiestruturado com o qual foram identificadas as fases de criação, ciclos de produção, manejos adotados, infraestrutura utilizada, índices produtivos obtidos, desembolso monetário e canais de comercialização, que permitiram calcular o custo de produção e os indicadores de rentabilidade. Por meio de índices de desempenho zootécnico obtidos e preços dos fatores e produtos, foram calculados o custo de produção e os índices de rentabilidade. Os custos foram determinados com base na estrutura de custo operacional total (COT), somando-se o custo operacional efetivo (COE) com os outros custos que não são desembolsos monetários efetivos. No COE, foram considerados todos os desembolsos efetivos e com outros custos, depreciação e mão de obra familiar. O COE foi obtido somando-se os gastos com alevinos, ração, mão de obra, manutenção da infraestrutura, energia, combustível, juros bancários, reparos, imposto territorial rural, adubação, calagem e licença de operação. A depreciação da infraestrutura, equipamentos e utensílios foram calculadas pelo método linear (MATSUNAGA *et al.*, 1976).

Productivity indicators were: production size, yield (t ha<sup>-1</sup> year), yield (kg per year), average final weight, production cycle size (days), apparent feed conversion (AFC), specific growth rate (SGR) and cycles per year. The following economic indicators were considered: total operating cost (TOC), gross profit (GP = Price \* production), operating profit (OP) = GP-TOC and profitability index PI = OP/GP \*100 (MARTIN *et al.*, 1995). To calculate overall profitability, operating profit and profitability index, the proportion of fish destined for each marketing outlet were considered. All values used in the current study are for January 2015, with 1US\$ = R\$ 2.638. When a product has more than one value, such as different value for tambaqui curumim and roelo, costs were calculated based on values for tambaqui roelo alone.

## RESULTS AND DISCUSSION

On the studied fish farms, animals are initially stocked at a weight of 0.005 kg, and a mean density of 0.48 fish m<sup>-2</sup> and, after a period varying from 360 (P1r, M1r and M2r) to 435 days (P3r), individuals reach a mean weight of 2.09 kg, this being a mean general productivity of 6.68 t ha<sup>-1</sup> year (Table 1).

Foram tomados como indicadores produtivos: tamanho da propriedade destinada a produção, produtividade (t ha<sup>-1</sup> ano), produção (kg por ano), peso médio final, tamanho do ciclo de produção (dias), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e ciclos por ano. Foram considerados os seguintes indicadores econômicos: custo operacional total (COT), receita bruta (RB=Preço \* produção), lucro operacional (LO) = RB-COT e índice de lucratividade (MARTIN *et al.*, 1995). Para determinar a receita, lucro operacional e índice de lucratividade foi considerada a proporção de pescado destinado a cada canal de comercialização. Todos os valores utilizados no trabalho são referentes a janeiro de 2015, com 1US\$=R\$2,638. Nas propriedades que possuem mais de uma atividade ou produto, como tambaqui curumim e roelo, os custos foram apropriados para a produção de tambaqui roelo, de modo que somente os custos referentes a esse produto foram contabilizados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas pisciculturas estudadas, os animais são estocados com peso inicial de 0,005 kg, em uma densidade média geral de 0,48 peixes m<sup>-2</sup> e, após um período que varia de 360 (P1r, M1r e M2r) a 435 dias (P3r), os animais atingem peso médio geral de 2,09 kg e produtividade média geral de 6,68 t ha<sup>-1</sup> ano (Tabela 1).

**Table 1** - Productivity Indicators for tambaqui roelo yields in excavated fish-ponds in the Manaus, Amazonas, metropolitan region, January 2015

**Tabela 1** - Indicadores produtivos da produção de tambaqui roelo em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, em janeiro de 2015

Productivity Indicators	SSP (EPP)					Média	MSP (EMP)			Mean	Overall mean
	P1r	P2r	P3r	P4r	P5r		M1r	M2r	M3r		
Water surface area (ha)	2.16	2.10	4.50	2.00	1.60	2.47	6.00	11.00	10.00	9.00	4.92
Mean density (fish m <sup>-2</sup> )	0.42	1.20	0.20	0.40	0.50	0.54	0.14	0.68	0.30	0.37	0.48
Production cycle (days)	360.00	390.00	435.00	390.00	390.00	393.00	360.00	360.00	390.00	370.00	384.38
Productivity (t ha <sup>-1</sup> yr)	3.89	2.23	5.75	8.00	2.50	4.47	3.57	20.00	7.50	10.36	6.68
Mean final weight (kg)	1.75	0.95	2.50	2.00	2.00	1.84	2.50	2.50	2.50	2.50	2.09
Apparent Food Conversion - AFC	1.79	2.38	2.25	2.57	2.36	2.27	1.31	2.02	1.60	1.64	2.04
Specific Growth Response- SGR (%)	2.27	1.94	1.96	2.13	2.13	2.09	2.37	2.37	2.18	2.31	2.17

Legend: SSP: small-scale producer; MSP: medium-scale producer.

Legenda: EPP: empreendimento de pequeno porte; EMP: empreendimento de médio porte.

General mean specific growth rate was 2.17%, with a wide variation in apparent feed conversion between 1.31 (M1r) and 2.57 (P4r), and a final mean weight values of between 0.95 and 2.5 kg. These variations seem to be related to the densities in which animals were stocked because higher densities gave the lowest productivity performances (Table 1). Productivity in tambaqui is directly related to stocking density, with the ideal being that which provides the animals with good cultivation conditions (though this itself varies locally). The ideal density will show when there is good weight gain, short production cycles and high productivity (BRANDAO *et al.*, 2004; AYROZA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2016). Based on the data obtained in the current study, it appears that densities between 0.14 fish m<sup>2</sup> (M1r) and 0.30 fish m<sup>2</sup> (M3r) allow fish to reach a mean final weight of 2.50 kg, with feed conversions lower than 1.6, and productivity greater than 10 t ha<sup>-1</sup>, indicating that, regionally, the ideal density for the production of this animal may lie within this range.

Overall average yield, 6.68 t ha<sup>-1</sup> year (Table 1), is within acceptable for the production of tambaqui when compared to productivity values from other regions (5 and 12 t ha<sup>-1</sup> year), even with aerator use (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). However, these values are much lower than those achieved for fish-pond production of tilapia, where yields exceed 50 t ha<sup>-1</sup> year, even in regions with low temperatures throughout the year (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). This is possibly due to differences in existing technologies for the production of both species, indicating a weak point in tambaqui production which requires development of technologies to increase yield by improving the productivity and economic performance of the species.

M1r was the site with best mean AFC (1.31) and SGR (2.37%), and the lowest stocking density (0.14 fish m<sup>-2</sup>). Conversely, the highest stocking density (1.20 fish m<sup>-2</sup>), lowest final mean weight (0.95 kg), and the second highest mean AFC (2.38) were recorded from P2r. However, for one cycle production values were so high (R \$ 7.94 kg<sup>-1</sup>) that there was an overall loss of R \$ 2.44 kg<sup>-1</sup> (Table 1). AFCs higher than 1.8 are reported in the literature for the fattening phase of this species (MEROLA; SOUZA, 1988; MEROLA; PAGANFONT, 1988; ARBELAEZ-ROJAS *et al.*, 2002; GOMES *et al.*, 2006; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

A taxa de crescimento específico média geral obtida foi de 2,17%, havendo ampla variação na conversão alimentar aparente entre 1,31 (M1r) e 2,57 (P4r) e no peso médio final entre 0,95 e 2,5 kg. Essas variações parecem estar relacionadas às densidades nas quais os animais se encontram estocados, pois, nas maiores densidades, obtiveram-se os piores desempenhos produtivos (Tabela 1). O desempenho produtivo do tambaqui está diretamente relacionado com a densidade, sendo ideal aquela que proporciona aos animais boas condições de cultivo. A densidade ideal vai refletir em bom ganho de peso, menor ciclo de produção e maior produtividade (BRANDAO *et al.*, 2004; AYROZA *et al.*, 2011; COSTA *et al.*, 2016). Com base nos dados obtidos nas propriedades, observa-se que as densidades de 0,14 peixes m<sup>2</sup> (M1r) e de 0,30 peixes m<sup>2</sup> (M3r) permitiram alcançar o peso médio final de 2,50 kg, conversões alimentares inferiores a 1,6 e produtividade superior a 10 t ha<sup>-1</sup>.ano, mostrando que a densidade para a produção desse animal pode estar dentro dessa faixa.

A produtividade média geral de 6,68 t ha<sup>-1</sup> ano (Tabela 1), ao ser comparada com outras regiões que apresentam produtividades entre 5 a 12 t ha<sup>-1</sup> ano, mesmo com uso de aeradores, encontra-se dentro do aceitável para a produção de tambaqui (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Entretanto, ao se comparar com a produção de tilápia em viveiros que apresenta produções superiores a 50 t ha<sup>-1</sup> ano, mesmo em regiões que apresentam baixas temperaturas ao longo do ano, esses valores são muito inferiores (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Esse fato se deve possivelmente às diferenças nas tecnologias existentes para a produção das duas espécies, evidenciando um ponto frágil na produção de tambaqui, que necessita do desenvolvimento de tecnologias que incrementem a produtividade melhorando o desempenho produtivo e econômico da espécie.

O M1r foi o empreendimento no qual os animais apresentaram as melhores médias de CAA (1,31) e de TCE (2,37%) e a menor densidade de estocagem (0,14 peixes m<sup>-2</sup>). De modo contrário, no P2r foi observada a maior densidade de estocagem (1,20 peixes m<sup>-2</sup>), menor peso médio final (0,95 kg) e a segunda maior média de CAA (2,38), mesmo com um ciclo de produção próximo à média, resultando no maior custo médio de produção (R\$ 7,94 kg<sup>-1</sup>) e prejuízo de R\$ 2,44 kg<sup>-1</sup> (Tabela 1). CAA superiores a 1,8 são reportados na literatura para a fase de engorda dessa espécie (MEROLA; SOUZA, 1988; MEROLA; PAGANFONT, 1988; ARBELAEZ-ROJAS *et al.*, 2002; GOMES *et al.*, 2006; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016).

Recorded AFC results are high compared to that of tilapia, which achieves 1.4 in excavated fish ponds (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016), which is the most-cultivated fish species in Brazil (IBGE, 2014). This indicates a lack of specific feed, inadequate feeding management and a need for genetic improvement of the species, so that it can achieve the maximum productive potential (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). The only fish farm that obtained a AFC below 1.4 was M1r. Izel and Melo (2004) report that such AFC values are obtained when the food supply is strictly controlled. However, in the case of tambaqui, low mean AFC (<1.4) is mostly reported in the initial cultivation stages, for fish up to 0.05 kg (BRANDAO *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2016).

The EOC ranged from 81 to 98% of TOC, values in line with those reported by Pedroza Filho *et al.* (2016), for fattening tambaqui in fish-ponds, where TOC values between 80 and 90% were reported. AFC varied between 51.17% (M1r) and 84.66% (P5r) of TOC, which was also influenced by the price of feed and cost of other items. Such variation is similar to that reported by Pedroza Filho *et al.* (2016), who reported AFC values varying 60 and 80% of TOC.

The results of current study indicate that feed is the item driving the cost of production and that the producer must be very careful to monitor price variations of this item, as well as to ensure good feed-distribution management (VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). However, in this study, it was also observed low feed usage, below 60%, due to the good feed conversion found at M1r (1.31) and P1r (R \$ 1,71 kg<sup>-1</sup>), and high cost of other items (such as depreciation at P1r: 16.29% of TOC) (Table 2). Asche *et al.* (2008) argue that feed use is directly related to production volume, so that an increase in the share that feed contributes to total costs indicates a better use of capital and labor, which can be explained by the increase in production.

There was great variation in the extent to which depreciation contributed to TOC (between 1.93%, P5r, and 16.96%, P1r) (Table 2). During the fattening of tambaqui in fish ponds, depreciation contributed between 5 and 17% of TOC (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Thus, the large contribution (> 10%) of this item to the cost of production, as found in P1r, M1r and M2r, indicates that infrastructure at these sites is underutilized. This may be linked to the production scale of the small and medium-sized enterprises studied, which, combined with the low productivity (average 6.68 t ha<sup>-1</sup> year), make it impossible to reduce depreciation-related costs, and thus reduce overall costs of the product.

Os resultados observados para CAA são elevados se comparados ao da tilápia, de 1,4 em viveiros escavados (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016), que é a espécie mais produzida no Brasil (IBGE, 2014), evidenciando a falta de rações específicas, manejo alimentar inadequado e melhoramento genético da espécie, para que essa expresse seu máximo potencial produtivo (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). A única piscicultura que obteve uma CAA abaixo de 1,4 foi a M1r. Izel e Melo (2004) relatam que esses valores de CAA são obtidos quando se realiza um controle rigoroso no fornecimento do alimento. Na criação de tambaqui, baixas médias de CAA (<1,4) são reportadas, na maioria dos casos, em fases iniciais de até 0,05 kg (BRANDAO *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2016).

O COE apresentou participação que varia de 81 a 98% do COT, corroborando com os resultados observados por Pedroza Filho *et al.* (2016), para engorda de tambaqui em viveiros, que obtiveram contribuição entre 80 a 90% do COT. Em função da variação na CAA, a ração apresentou participação entre 51,17% (M1r) e 84,66% (P5r) do COT, influenciada também pelo preço da ração e custo com os demais itens. Essa variação é semelhante a reportada por Pedroza Filho *et al.* (2016), que encontrou valores de participação no COT entre 60 e 80%.

Os resultados de pesquisas indicam que a ração é o item direcionador do custo de produção e que o produtor deve ter bastante cuidado na variação de preços desse item, bem como do manejo que está sendo adotado (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016; VERA-CALDERÓN; FERREIRA, 2004). Entretanto, nesse estudo, observou-se também baixa participações da ração, inferiores a 60%, em razão da boa conversão alimentar, observada em M1r (1,31) e em P1r (R\$ 1,71 kg<sup>-1</sup>), e do elevado custo dos demais itens, como a depreciação em P1r (16,29% do COT) (Tabela 2). Asche *et al.* (2008) afirmam que a alimentação está diretamente relacionada ao volume de produção, assim, o aumento da participação da alimentação no custo indica melhor exploração do capital e do trabalho, que pode ser explicada pelo aumento da produção.

Foi observada grande variação na participação da depreciação no COT, entre 1,93% (P5r) e 16,96% (P1r) (Tabela 2). Na engorda de tambaqui em viveiros, a depreciação contribuiu entre 5 e 17% do COT (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). De modo que as elevadas participações (>10%) desse item no custo de produção, observadas em P1r, M1r e M2r, indicam que a estrutura se encontra subutilizada. Esse fato pode estar associado à escala de produção dos empreendimentos amostrados, todos de pequeno ou médio porte, que associada à baixa produtividade (média 6,68 t ha<sup>-1</sup> ano) impossibilita a diluição dos custos com depreciação, de modo a diminuir o custo médio final do produto.

**Table 2** - Mean total operational costs (R\$ kg<sup>-1</sup>) and economic indicators tambaqui production in excavated fish-ponds -in the Manaus, Amazonas, metropolitan region in reais (R\$ kg<sup>-1</sup>), January 2015. 1US\$ = R\$ 2.638

**Tabela 2** - Custo operacional total médio (R\$ kg<sup>-1</sup>) e indicadores econômicos da produção de tambaqui em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, em reais (R\$ kg<sup>-1</sup>) de janeiro de 2015. 1US\$ = R\$ 2,638

Costs	SSP (EPP)					MSP (EMP)					Overall mean
	P1r	P2r	P3r	P4r	P5r	Média	M1r	M2r	M3r	Mean	
<b>Effective Operational Cost (R\$ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>4.80</b>	<b>7.02</b>	<b>3.60</b>	<b>4.84</b>	<b>4.25</b>	<b>4.90</b>	<b>4.66</b>	<b>4.85</b>	<b>4.37</b>	<b>4.63</b>	<b>4.80</b>
Feed	3.07	5.94	3.14	4.11	3.66	3.98	2.64	3.76	3.54	3.31	3.73
Permanent Staff	1.07	-	-	0.32	0.13	0.51	1.4	0.26	0.5	0.72	0.61
Temporary staff	-	-	0.05	0.04	0.02	0.04	0.11	0.04	-	0.08	0.05
Fingerlings	-	-	0.06	0.06	-	0.06	0.04	0.03	-	0.04	0.05
Infrastructural maintenance	0.07	0.02	0.03	0.02	0.06	0.04	0.03	0.01	0.07	0.04	0.04
Electricity	0.08	0.34	0.02	0.06	0.01	0.10	0.21	0.22	0.05	0.16	0.12
Fuel	0.13	0.51	0.19	0.02	0.08	0.19	0.11	0.05	0.03	0.06	0.14
Operating Licence	-	-	0	-	0	0.00	-	0	-	-	0.00
Repairs	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rural land tax	0	0	0	0	-	0.00	-	0	-	-	0.00
Fertilizer	0.03	0.01	0.02	0.01	0	0.01	-	-	0.01	0.01	0.01
Liming	0.36	0.2	0.05	0.2	0.28	0.22	0.13	-	0.16	0.15	0.20
General costs	-	-	-	-	-	-	-	0.27	-	0.27	0.27
CESSR (2,3%)	-	-	-	-	-	-	-	0.18	-	0.18	0.18
Accountancy services	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0.01
Loan interest payments	-	-	0.04	-	-	0.04	-	-	-	-	0.04
<b>Other costs (R\$ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>1.09</b>	<b>0.92</b>	<b>0.64</b>	<b>0.76</b>	<b>0.08</b>	<b>0.70</b>	<b>0.49</b>	<b>0.55</b>	<b>0.23</b>	<b>0.42</b>	<b>0.60</b>
Depreciation	0.96	0.46	0.26	0.28	0.08	0.41	0.49	0.55	0.09	0.38	0.40
Payments to family staff	0.13	0.46	0.38	0.48	-	0.36	-	-	0.14	0.14	0.32
<b>Total Operational Costs (R\$ kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>5.90</b>	<b>7.94</b>	<b>4.24</b>	<b>5.60</b>	<b>4.33</b>	<b>5.60</b>	<b>5.15</b>	<b>5.40</b>	<b>4.60</b>	<b>5.05</b>	<b>5.40</b>

Legend: CESSR: Special rural social security contribution; SSP: small-scale producer; MSP: medium-size producer. A dash indicates a zero value, while 0.00 indicates a non-null value close to zero.

Legenda: CESSR: Contribuição especial de seguridade social rural; EPP: empreendimento de pequeno porte; EMP: empreendimento de médio porte. As casas com traço significam que o valor é zero. Os valores 0,00 representam que o valor é diferente de zero, mas muito próximo a zero.

About 37.5% of the enterprises sell to two types of commercial outlets in the same production cycle. Cold stores and the markets are the main commercial channels, collectively taking 63% of sales. But, according to interviewed producers, markets want larger fish (> 2 kg) and pay better (average of R\$ 8.50 kg<sup>-1</sup>) than refrigerators (average of R\$ 5.54 kg<sup>-1</sup>). Other commercial outlets were also recorded: direct to consumers (13% of sales: average price of R\$ 10.00 kg<sup>-1</sup>); supermarkets (13% of sales: average price of R\$ 6.20 kg<sup>-1</sup>), and middle-men (13% of sales: average price of R\$ 5.50 kg<sup>-1</sup>) (Table 3). This diversification of marketing outlets gives the producer greater security since they are not dependant on large buyers who, in general, pay less well. The knowledge of sales can be achieved, the prices that different outlets pay, and extent of existing demand, helps producers plan effectively, so reducing costs and increasing profitability (AYROZA *et al.*, 2011).

Em torno de 37,5% dos empreendimentos realizam a venda de sua produção para dois canais de comercialização no mesmo ciclo produtivo. Os frigoríficos e as feiras são as principais vias de comercialização, sendo canal para 63% dos empreendimentos. Mas, segundo os produtores entrevistados, as feiras exigem peixes maiores (>2 kg) e remuneram melhor (média de R \$8,50 kg<sup>-1</sup>) que os frigoríficos (média de R\$ 5,54 kg<sup>-1</sup>). Foi observada ainda outras formas de comercialização: direta ao consumidor (13% dos empreendimentos), com preço médio de R\$ 10,00 kg<sup>-1</sup>; supermercados (13% dos empreendimentos), com preço médio de R\$ 6,20 kg<sup>-1</sup>, e para intermediários (13% dos empreendimentos), com preço médio de R\$ 5,50 kg<sup>-1</sup> (Tabela 3). Essa diversificação nos canais de comercialização dá ao produtor maior segurança, por não dependerem dos grandes compradores que, em geral, remuneram pior. O conhecimento de como ocorre a comercialização, dos preços praticados nas diferentes vias e da demanda existente ajuda no planejamento do produtor, ocasionando redução nos custos e aumento da lucratividade (AYROZA *et al.*, 2011).

**Table 3** - Commercial outlets and economic indicators tambaqui production in excavated fish-ponds -in the Manaus, Amazonas, metropolitan region in reais (R\$ kg<sup>-1</sup>), January 2015. 1US\$ = R\$ 2.638

**Tabela 3** - Canais de comercialização e indicadores econômicos da produção de tambaqui em viveiros escavados na região metropolitana de Manaus, Amazonas, em reais (R\$ kg<sup>-1</sup>) de janeiro de 2015. 1US\$ = R\$ 2,638

Commercial outlets and economic indicators	SSP (EPP)					MSP (EMP)					Overall mean
	P1r	P2r	P3r	P4r	P5r	Mean	M1r	M2r	M3r	Mean	
Markets	7.00	-	-	-	-	7.00	10.00	-	-	10.00	8.50
Cold storage	-	5.50	6.20	5.00	-	5.73	5.50	-	5.50	5.50	5.54
Supermarkets	-	-	-	-	-	-	-	6.20	-	6.20	6.20
Consumer-direct sales	10.00	-	-	-	-	10.00	-	-	-	-	10.00
Middle-men	-	-	-	5.50	5.50	5.50	-	-	-	-	5.50
Mean sale price (R\$ kg <sup>-1</sup> )	8.50	5.50	6.20	5.00	5.50	6.14	7.75	6.20	5.50	6.48	6.27
Total operating costs (R\$ kg <sup>-1</sup> )	5.90	7.94	4.24	5.60	4.33	5.60	5.15	5.40	4.60	5.05	5.40
Operational Profit (R\$ kg <sup>-1</sup> )	1.53	-2.61	1.76	-0.60	1.17	0.25	1.70	0.80	1.08	1.19	0.60
Profitability Index (%)	20.59	-	29.28	-	21.27	23.71	21.94	12.90	19.60	18.15	20.93

Legend: SSP: small scale producer; MSP: medium-scale producer.

Legenda: EPP: empreendimento de pequeno porte; EMP: empreendimento de médio porte.

Manaus metropolitan region is the main Brazilian market for tambaqui (GANDRA, 2010; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). High local demand raises average selling prices paid to producers (R\$ 6.27 kg<sup>-1</sup>), so that these are higher than those in other regions of Brazil, where the average price varies between R\$ 4.50 kg<sup>-1</sup> and R\$ 5.50 kg<sup>-1</sup> (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). This guarantees, for most producers, a high profitability index (> 20%), showing that this activity can be highly remunerative (Table 2). The highest recorded operating profit came from the P3r project (R\$ 1.76 kg<sup>-1</sup>), which had the best profitability index (29.28%) and, despite having a longer production cycle (435 days), obtained lower production costs (R\$ 4.24 kg<sup>-1</sup>), with productivity (5.75 t.ha<sup>-1</sup>.year) and selling price (R\$ 6.20 kg<sup>-1</sup>), intermediate compared to other studied operations (Table 2). However, the P2r and P4r projects both reported losses. For P2r, this was due to enhanced production costs caused by a high AFC (2.38), and the average price of feed (R\$ 2.49 kg<sup>-1</sup>). For P4r, negative profitability was due to low prices paid for the produced fish (R\$ 5.00 kg<sup>-1</sup>), and high AFC (2.57). Such data support the observations of Pedroza Filho *et al.* (2016), that the great variation in the price received by the producer mean it is necessary to monitor the market, and be aware of price changes in both currently-used and potential markets, and in used production technology and in the prices of inputs (especially feed). Similarly, Campos *et al.* (2015) report that the market (prices, logistics and volumes) and the profitability of the activity regulate the production increase capacity.

## CONCLUSIONS

Production of tambaqui roelo was shown to be highly profitable, with profitability indices exceeding 20%;

Profitability is related to the marketing outlet used, to selling price and price of feed;

Lower stocking densities lead to better technical results, including SGR, AFC and final average weight;

Feed prices contribute most to TOC (some 69.63% on average), and the price of this input, together with the AFC, determined the final unit cost for fish.

## ACKNOWLEDGEMENTS

To CNPq for the financial support. SEPA-SEPROR-AM for support in data collection.

A região metropolitana de Manaus é o principal mercado brasileiro de tambaqui (GANDRA, 2010; PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). A alta demanda eleva o preço de venda médio pago ao produtor (R\$ 6,27 kg<sup>-1</sup>), quando comparado a outras regiões do Brasil, onde o preço médio varia entre R\$ 4,50 kg<sup>-1</sup> e R\$ 5,50 kg<sup>-1</sup> (PEDROZA FILHO *et al.*, 2016). Essa melhor remuneração garantiu, para a maioria dos produtores, um elevado índice de lucratividade (> 20%), mostrando que essa atividade pode ser rentável (Tabela 2). O maior lucro operacional foi observado no empreendimento P3r (R\$ 1,76 kg<sup>-1</sup>), que apresentou o melhor índice de lucratividade (29,28%) e, apesar de possuir um maior ciclo de produção (435 dias), obteve menor custo de produção (R\$ 4,24 kg<sup>-1</sup>), com produtividade (5,75 t.ha<sup>-1</sup>.ano) e preço de venda (R\$ 6,20 kg<sup>-1</sup>) intermediários aos demais (Tabela 2). Entretanto, foi observado prejuízo nos empreendimentos P2r e P4r. No P2r, em razão do elevado custo de produção ocasionado pelos altos valores de CAA (2,38) e preço médio da ração (R\$ 2,49 kg<sup>-1</sup>). Na P4r, pelo baixo preço pago na produção (R\$ 5,00 kg<sup>-1</sup>) e alta CAA (2,57). Corroborando com relato de Pedroza Filho *et al.* (2016), que afirmaram ser necessário ficar atendo ao mercado, dada a grande variação no preço recebido pelo produtor, diretamente relacionado ao canal de comercialização, à tecnologia de produção utilizada e aos preços dos insumos (principalmente, ração). Da mesma forma, Campos *et al.* (2015) relatam que o mercado (preços, logística e volumes) e a lucratividade da atividade regulam o aumento da produção.

## CONCLUSÕES

A produção de tambaqui roelo mostrou-se rentável com índices de lucratividade superiores a 20%;

A lucratividade está relacionada com o canal de comercialização, preço de venda e preço da ração;

As menores densidades de estocagem levam a melhores resultados técnicos, como TCE, CAA e peso médio final;

A ração é o item mais representativo no COT, com participação média de 69,63%, em que o preço desse insumo, aliado à CAA, direcionou o custo unitário final do pescado.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e auxílio de bancada. À SEPA-SEPROR-AM pelo apoio na coleta de dados.

## CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- ANDRADE, R. L. B. D.; WAGNER, R. L.; MAHL, I.; MARTINS, R. S. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 1, p. 198-203, 2005-02 2005. ISSN 0103-8478. Disponível em: <<Go to ISI>://SCIELO:S0103-84782005000100032 >.
- ARAUJO-LIMA, C.; GOULDING, M. So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui. So fruitful a fish: ecology, conservation, and aquaculture of the Amazon's tambaqui., p. i-xii, 1-191, 1997 1997. Disponível em: <<Go to ISI>://ZOOREC:ZOOR13500000947 >.
- ARBELAEZ-ROJAS, G. A.; FRACALOSSO, D. M.; FIM, J. D. I. Body composition of tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon cephalus*, when raised in intensive (igarape channel) and semi-intensive (pond) culture systems. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 31, n. 3, p. 1059-1069, May-Jun 2002. ISSN 1516-3598. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000177461000001 >.
- ASCHE, F.; ROLL, K. H.; TVERTERÁS, S. Future Trends in Aquaculture: Productivity Growth and Increased Production. In: HOLMER, M., BLACK, K., DUARTE, C.M., MARBÀ, N., KARAKASSIS, I. (Org.). *Aquaculture in the Ecosystem*. London: Springer, 2008. cap. 9, p. 271-292.
- AYROZA, L. M. D. S.; ROMAGOSA, E.; AYROZA, D. M. M. R.; SCORVO-FILHO, J. D.; SALES, F. A. Costs and profitability of juvenile Nile Tilapia breeding using different stocking densities in net cages. **Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science**, v. 40, n. 2, p. 231-239, Feb 2011. ISSN 1516-3598. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000287810600001 >.
- BRABO, M. F.; REIS, M. H. D.; VERAS, G. C.; SILVA, M. J. M.; SOUZA, A. S. L.; SOUZA, R. A. L. Viabilidade econômica da produção de alevinos de espécies reofílicas em uma piscicultura na Amazônia Oriental. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 677-685, 2015.
- BRANDAO, F. R.; GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; ARAUJO, L. D. Stocking density of tambaqui juveniles during second growth phase in cages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 357-362, Apr 2004. ISSN 0100-204X. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000222693300009 >.
- CAMPOS, J. L.; ONO, E. A.; ISTCHUL, P. I. Tambaqui: considerações sobre a cadeia de produção e o preço. *Panorama da Aquicultura*. Rio de Janeiro. 25: 4 p. 2015.
- COSTA, J.; FREITAS, R.; GOMES, A. L.; CARNEIRO, D.; MARTINS, M. I. Effect of stocking density on economic performance for *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816), juvenile in earthen ponds. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 44, n. 1, 2016. DOI: 10.3856/vol44-issue1-fulltext-18
- DOMINGUES, E. C.; HAMILTON, S.; BEZERRA, T. R. Q.; CAVALLI, R. O. Viabilidade econômica da criação do beijupirá em mar aberto em Pernambuco. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 2, p. 237-249, 2014. ftp://ftp.sp.gov.br/ftpcesca/40\_2-237-249.pdf
- FARUK, M. A. R.; SARKER, M. M. R.; ALAM M. J.; KABIR, M. B. Economic loss from fish diseases on rural freshwater aquaculture of Bangladesh. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 7, n. 12, p. 2086-2091, 2004. DOI: 10.3923/pjbs.2004.2086.2091
- GANDRA, A. L. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. Montevideu: Infopesca, 2010. 91 p.
- GOMES, L. D.; CHAGAS, E. C.; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R. ONO, E. A.; LOURENÇO, J. N. P. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon floodplain lake. **Aquaculture**, v. 253, n. 1-4, p. 374-384, Mar 2006. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000236898700045 >.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. *Produção da Pecuária Municipal 2014*. AGRICULTURA, M. D. Rio de Janeiro. 1: 197 p. 2014.
- ILIASU, A.; MOHAME, Z. A.; ISMAIL, M. M.; ABDULLAH, A. M.; KAMARUNDIN, S. M.; MAZUKI, H. A review of production frontier research in aquaculture (2001-2011). **Aquaculture Economics & Management**, v. 18, n. 3, p. 221-247, 2014 2014. ISSN 1365-7305. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000340204000001 >.
- IZEL, A. C. U.; MELO, L. A. S. Criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em tanques escavados no Estado do Amazonas - Documentos 32. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental: 11 p. 2004.

LIMA, J. P.; SANTOS, S. M.; OLIVEIRA, A. T.; ARAUJO, R. L.; SILVA-JUNIOR, J. A. L.; ARIDE, P. H. R. Pró-Rural Aquicultura: relatos das principais ações de extensão tecnológica e um panorama do setor aquícola do estado do Amazonas, Brasil. **Nexus-Revista de Extensão do IFAM**, v. 1, n. 1, 2015. ISSN 2447-794X.

MARCOS, R.; POVH, J. A.; FORNARI, D. C.; DE OLIVEIRA, C. A. L.; RIBEIRO, R. P.; LOPERA-BARRERO, N. M.; MURARI, P. J. F. Weight gain and morphometric growth of genetically improved tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 2521-2527, 2016. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37n4Supl1p2521

MARTIN, N. B.; SCORVO-FILHO, J. D.; SANCHES, E. G.; NOVATO, P. F. C.; AYROZA, L. M. S. Custos e retornos na piscicultura em São Paulo. *Informações econômicas*. São Paulo, p. 9-47. 1995. <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/tec1-0195.pdf>

MATSUNAGA, M.; BELMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Agricultura em São Paulo*, v. 23, p. 123-139, 1976. <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=11566>

MEROLA, N.; SOUZA, J. H. Cage culture of the amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum*, at 2 stocking densities. **Aquaculture**, v. 71, n. 1-2, p. 15-21, Jun 1988. ISSN 0044-8486. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1988P531000003 >.

MEROLA, N.; PAGANFONT, F. A. Pond culture of the amazon fish tambaqui, *Colossoma macropomum* - A pilot-study. **Aquacultural Engineering**, v. 7, n. 2, p. 113-125, 1988. ISSN 0144-8609. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1988M587300004 >.

PEDROZA FILHO, M. X.; RODRIGUES, A. P. O.; REZENDE, F. P. Dinâmica da produção de tambaqui e demais peixes redondos no Brasil. Embrapa Pesca e Aquicultura-Outras publicações técnicas (INFOTECA-E), 2016. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1041302/1/CNPASA2015aa7.pdf>

SABBAG, O. J.; COSTA, S. M. A. L. Technical efficiency of tilapia production in Ilha Solteira, SP: A nonparametric analysis. **Boletim De Industria Animal**, v. 72, n. 2, p. 155-162, 2015. ISSN 0067-9615. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000364050000011 >.

SOUSA, R. G. C.; ROCHA, M. M.; PONTUSCHKA, R. B.; BARREIROS, H. T. Effects of mechanical aeration on tambaqui farming (*Colossoma macropomum*) in excavated tanks. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 5, n. 3, p. 113-119, 2015. <https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/6687>

VERA-CALDERÓN, L. E.; FERREIRA, A. C. M. Estudo da economia de escala na piscicultura em tanque-rede, no estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 1, p. 7-17, 2004. <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/2004/tec1-0104.pdf>