

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DE ESTOCAGEM NO DESEMPENHO ZOOTÉCNICO DO PACU DURANTE A PRÉ-ENGORDA

Influence of stocking density in the zootechnical performance of Pacu during the pre grow-out phase

**Luiz Henrique Castro David^{1*}, Rogério Corrêa da Rocha², Thiago Bif Piazza³,
Maurício Gustavo Coelho Emerenciano⁴, Giovanni Lemos de Mello⁵**

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Centro de Aquicultura da Unesp (CAUNESP/UNESP), Jaboticabal, SP, Brasil. Bolsista Capes. E-mail: luiz.h@outlook.com

² Acadêmico do curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Laguna, SC, Brasil. E-mail: rogeriocr87@gmail.com

³ Acadêmico do curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Laguna, SC, Brasil. E-mail: thiagopiazasc@gmail.com

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZOO/UDESC), Universidade do Estado de Santa Catarina, campus Chapecó, SC, Brasil. CSIRO Agricultura e Alimentação, Programa de Aquicultura, Centro de Pesquisas da Ilha de Bribie, Woorim, QLD, Austrália. E-mail: mauricioemerenciano@hotmail.com

⁵ Professor do curso de Engenharia de Pesca, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Laguna, SC, Brasil. E-mail: giovannidemello@gmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de três densidades de estocagem (50, 100 e 150 peixes/m³) na pré-engorda de juvenis de pacu (5,19 ± 0,40 g). O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Aquicultura (LAQ), UDESC/Laguna (SC). Foram utilizados no total 180 juvenis de pacu distribuídos em nove unidades experimentais, dispostas em três sistemas de recirculação de água idênticos, com três réplicas. Os peixes foram alimentados diariamente até a saciedade aparente, duas vezes ao dia, com ração peletizada (27% PB), durante 69 dias. A sobrevivência foi de 100% em todos os tratamentos. Não houve diferenças significativas no peso final, fator de condição, taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso e conversão alimentar aparente entre as diferentes densidades testadas. A TCE média geral de 1,50 ± 0,09 %/dia, similar a outros estudos com a espécie nesta faixa de peso, sugerindo que as condições experimentais e densidades avaliadas foram adequadas. Isso mostra que o pacu apresenta potencial para a pré-engorda em altas densidades.

Palavras-chave: espécie nativa, *Piaractus mesopotamicus*, sistema de recirculação aquícola.

Recebido em: 12/10/2018
Aprovado em: 25/04/2019
Publicado online em: 1º/11/2019

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the influence of three stocking densities (50, 100 and 150 fish/m³) on growth of pacu juveniles (5.19 ± 0.40 g). The study was developed at the Aquaculture Laboratory (LAQ), UDESC / Laguna (SC). A total of 180 pacu juveniles were used, these were distributed in nine experimental units, arranged in three identical water recirculation systems, with three replicates. Fish were fed with pelleted feed (27% CP) twice daily until to apparent satiety for 69 days. Survival was 100% in all treatments. There were no significant differences in the final weight, condition factor, specific growth rate (TCE), weight gain and apparent feed conversion between the different densities tested. The mean TCE was 1.50 ± 0.09%.dia⁻¹, similar to other studies with the species in this weight range, suggesting that the experimental conditions and densities evaluated were adequate. This shows that pacu presents potential for growth at high densities.

Keywords: native species, *Piaractus mesopotamicus*, recirculating aquaculture system.

INTRODUÇÃO

Segundo dados da produção aquícola nacional, os principais grupos de peixes produzidos no Brasil são as tilápias, na região Sudeste, e os peixes redondos no Norte do país. Entre os peixes redondos, destacam-se o tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Piaractus mesopotamicus*), pirapitinga (*Piaractus brachyomus*) e seus híbridos interespecíficos (IBGE, 2017).

O pacu está entre os peixes de maior valor comercial na pesca e na piscicultura brasileira, além de despertar interesse em outros países da América do Sul ao longo da Bacia do Rio Paraná, como Paraguai, Uruguai e Argentina (Jomori *et al.*, 2005; Valladão *et al.*, 2016). Sua precocidade, rusticidade, carne saborosa, alto valor comercial e boa aceitação do mercado consumidor, além do ótimo crescimento, fácil aceitação da alimentação artificial, podem garantir o sucesso da sua criação (Gelman *et al.*, 2004; Jomori *et al.*, 2005; Borges *et al.*, 2013). O pacu destaca-se também para o cultivo devido à fácil adaptação ao confinamento e pela baixa exigência de proteína na dieta (Fernandes *et al.*, 2000; Signor *et al.*, 2010).

No entanto, ainda existe carência de informações a respeito da utilização de espécies nativas com potencial para a piscicultura brasileira. Para o pacu são igualmente escassos os subsídios necessários para o desenvolvimento do seu cultivo. De acordo com Brandão *et al.* (2004), para o desenvolvimento da cultura de uma espécie de peixe, o primeiro passo deve ser a definição da densidade de estocagem ideal, pois esta é de suma importância para atingir níveis ótimos de produtividade.

Nesse sentido, peixes criados em baixas densidades de estocagem apresentam bom crescimento e alta taxa de sobrevivência, porém com baixa produtividade e aproveitamento da área disponível (Gomes *et al.*, 2000). Em contrapartida, a adoção de altas densidades tem como propósito alcançar índices de produtividade elevados em menor espaço e tempo de criação reduzido, apesar de normalmente apresentarem menor crescimento (El-Sayed, 2002), ficarem estressados (Iguchi *et al.*, 2003) e estarem sujeitos à heterogeneidade de lote (Cavero *et al.*, 2003).

Tendo em vista a falta de informações sobre a densidade de estocagem para juvenis de pacu e a sua importância para alcançar altas produtividades, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de três densidades de estocagem (50, 100 e 150 peixes.m⁻³) no desempenho zootécnico de juvenis de pacu.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Aquicultura (LAQ), da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), localizado no município de Laguna, SC. Os peixes utilizados nesta avaliação foram obtidos da Piscicultura Panamá, Paulo Lopes (SC). Um lote homogêneo de aproximadamente 300 juvenis de pacus foi aclimatado, durante 7 dias, em dois tanques de polietileno (1000 L), a temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12:12. Após esse período, foram selecionados 180 juvenis com peso médio de $5,11 \pm 0,72$ g para realização da avaliação.

O experimento teve duração de 69 dias. Foram utilizados três sistemas de recirculação de água idênticos, cada um contendo três tanques de polietileno (200 L), conectados entre si a um sistema de recirculação e tratamento de água. Dessa forma, para cada tratamento havia três repetições. Os dispositivos experimentais possuíam filtros mecânico e biológico, termostato-aquecedores (300 W) e bomba submersa ($4000 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$) para o retorno da água, além do suprimento de aeração artificial. A partir do conjunto de nove unidades experimentais descrito anteriormente, delineou-se um experimento inteiramente casualizado, com três densidades de estocagem 50, 100 e 150 peixes/ m^3 , ou seja, 10, 20 ou 30 peixes em cada tanque de 200 L.

Os juvenis foram alimentados com dieta experimental peletizada (27% de proteína bruta, *pellets* de 2 mm) duas vezes ao dia (10h e 17h) até a saciedade aparente. As biometrias foram realizadas a cada 14 dias, medindo peso (P), comprimento padrão (CP) e comprimento total de todos os peixes das unidades experimentais, utilizando balança digital (precisão de 0,01 g) e ictiômetro (precisão de 1 mm). Os parâmetros calculados para a análise de desempenho zootécnico foram: fator de condição (K), taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso (GP), incremento de biomassa (IB) e a conversão alimentar aparente (CAa), sendo: $K = [\text{peso final (g)} / \text{comprimento final (cm)}^3] \times 100$; $\text{TCE} = (\ln_{pf} - \ln_{pi}) / t \times 100$; onde \ln_{pf} : logaritmo natural do peso final; \ln_{pi} : logaritmo natural do peso inicial e t: tempo de duração do experimento em dias; $\text{GP} = \text{peso final (g)} - \text{peso inicial (g)}$, por indivíduo; $\text{IB} = \text{biomassa final(g)} - \text{biomassa inicial(g)}$; $\text{CA} = \text{total de ração consumida (g)} / \text{ganho de peso (g)}$, no período experimental.

Os parâmetros de qualidade da água foram aferidos diariamente durante todo o período experimental. Sendo oxigênio dissolvido e temperatura, com auxílio de um oxímetro polarográfico YSI 55 (Yellow Springs Instrument Company, Yellow Springs, Ohio, USA) e pH, através de um pHmetro portátil. Semanalmente, foram monitorados os níveis de amônia total, nitrito, nitrato e ortofosfato, através de um fotolorímetro, modelo AT101 (Alfakit, Florianópolis - SC, Brasil), e alcalinidade, por meio de titulação ácida (Alfakit, Florianópolis, SC, Brasil).

Em relação à análise estatística dos dados de peso, comprimento total (CT), comprimento padrão (CP), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), fator de condição (K), incremento de biomassa (IB) e conversão alimentar aparente (CA) foram analisados individualmente por meio do teste de Grubbs para identificação de *outliers*, Shapiro-Wilk para testar a normalidade e Bartlett para o teste de homocedasticidade. Os dados biométricos de peso, CT e CP sofreram transformação logarítmica (log). Após identificar que os dados são normais e homocedásticos, as diferenças entre a média dos tratamentos foram testadas por meio de análise de variância (ANOVA-*oneway*), seguido de teste de Tukey (nível de significância de 5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de oxigênio dissolvido, temperatura e pH durante o período experimental foram de $7,34 \pm 0,30$ mg/L, $27,98 \pm 0,77$ °C, $7,65 \pm 0,39$, respectivamente, valores adequados para a espécie de acordo com Gelman *et al.* (2004). Os valores médios de amônia total, nitrito, nitrato, ortofosfato e alcalinidade foram de, respectivamente, $0,24 \pm 0,14$ mg/L, $0,01 \pm 0,00$ mg/L, $0,80 \pm 0,24$ mg/L, $4,15 \pm 1,12$ mg/L e $38,81 \pm 11,70$ mg/L de CaCO_3 . A variação dos compostos nitrogenados e do ortofosfato ao longo do experimento é apresentada na Figura 1.

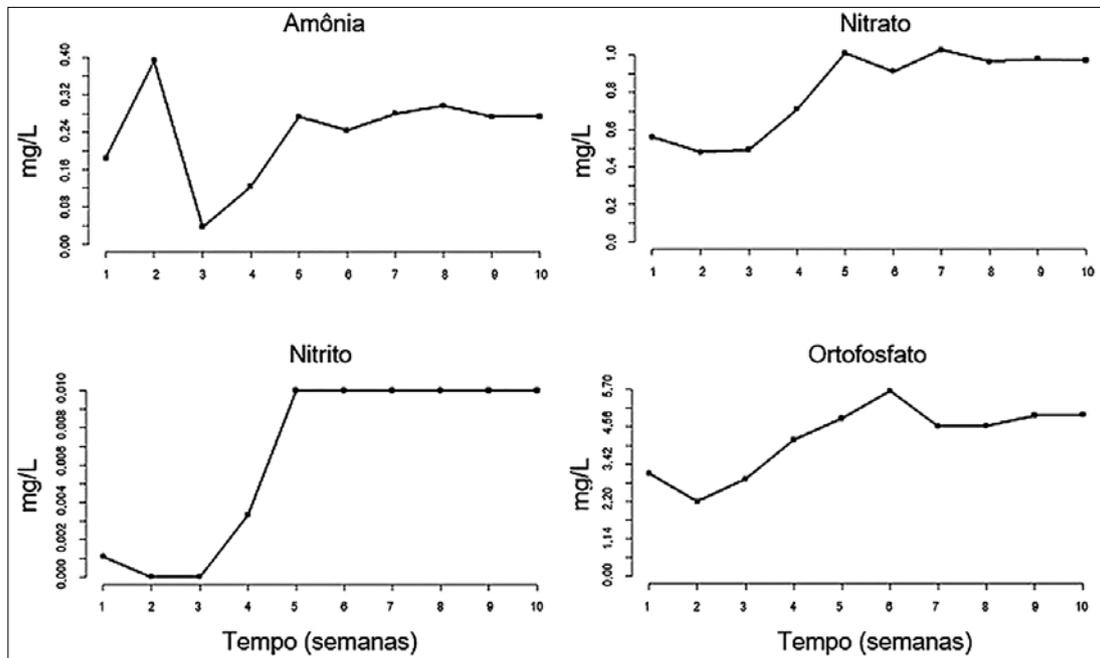


Figura 1 - Flutuação dos compostos nitrogenados e do ortofosfato (mg/L) durante o período experimental (69 dias). Valores médios entre todos os tratamentos, apresentados como média \pm DP

A tendência de estabilização da amônia total, do nitrito e, por outro lado, de aumento nas concentrações de nitrato e ortofosfato é comum em sistemas de recirculação de água (Colt, 2006). O mesmo foi notado por Pedreira *et al.* (2009), que observaram comportamento similar nas concentrações dos compostos nitrogenados em trabalho com larvicul-tura de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*).

Não ocorreram mortalidades dos juvenis de pacu em nenhum dos tratamentos du-rante o período experimental. Valores similares foram reportados por Castanedo e Espinosa (2012) que, cultivando pacu em sistemas de recirculação de água testando duas rações (18% e 28% de PB), também obtiveram valores próximos a 100%. Bittencourt *et al.* (2010) também mostraram que a taxa de sobrevivência de pacus (*P. mesopotamicus*) cultivados em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem não foi afetada durante o período de criação.

Ao final dos 69 dias experimentais, não houve diferenças significativas no peso final e no comprimento padrão, nas diferentes densidades de estocagem avaliadas. Apenas o comprimento total apresentou diferenças, com maiores valores observados para o trata-mento com menor densidade (50 peixes/m³), quando comparado à maior densidade ava-liada (150 peixes/m³) (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores peso, comprimento total e comprimento padrão após 14, 28, 42, 56 e 69 dias experimentais, segundo análise de variância (ANOVA-*oneway*)

		14	28	42	56	69
Peso (g)	50/m ³	7,81±0,86 ^{ab}	8,52±1,04 ^a	10,51±1,78 ^a	13,05±2,85 ^a	15,92±3,90 ^a
	100/m ³	7,50±0,89 ^a	7,92±1,02 ^b	9,38±1,07 ^b	11,32±1,64 ^b	13,96±2,43 ^a
	150/m ³	8,12±1,09 ^b	8,55±1,20 ^a	9,95±1,39 ^a	12,09±1,88 ^a	14,03±2,26 ^a
Valor de p		0,0016	0,0040	0,0037	0,0116	0,0756
Comprimento total (cm)	50/m ³	7,97±0,30 ^{ab}	3,08±0,37 ^a	8,95±0,55 ^a	9,36±0,72 ^a	9,93±0,74 ^a
	100/m ³	7,88±0,32 ^a	8,30±0,38 ^a	8,65±0,33 ^b	8,95±0,44 ^a	9,48±0,55 ^{ab}
	150/m ³	8,09±0,35 ^b	8,42±0,43 ^a	8,86±0,45 ^a	9,00±0,49 ^a	9,34±0,51 ^b
Valor de p		0,0012	0,1260	0,0012	0,0799	0,0053
Comprimento padrão (cm)	50/m ³	6,38±0,26 ^{ab}	6,59±0,30 ^{ab}	7,05±0,44 ^{ab}	7,68±0,81 ^a	7,93±0,58 ^a
	100/m ³	6,30±0,26 ^a	6,53±0,34 ^a	6,84±0,37 ^a	7,17±0,39 ^b	7,59±0,42 ^a
	150/m ³	6,45±0,31 ^b	6,68±0,32 ^b	7,02±0,36 ^b	7,37±0,37 ^a	7,66±0,44 ^a
Valor de p		0,013	0,026	0,011	0,001	0,081

Nota: valores apresentados como média ± DP. Letras iguais indicam médias sem diferença significativa entre os tratamentos. Letras diferentes indicam médias com diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Por outro lado, Maciel *et al.* (2013), avaliando o desempenho produtivo de juvenis de pacu (56,81 ± 7,76 g) criados em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem (30, 70 e 110 peixes/m³), notaram que houve diferença significativa para peso e comprimento, com menores valores para as maiores densidades avaliadas. Bittencourt *et al.* (2010) encontraram a mesma tendência, trabalhando com densidades de estocagem de 40, 60 e 80 peixes/m³ com pacus de peso inicial de 142,11±10,54 g criados em tanques-rede. Estes autores observaram que o aumento da densidade de estocagem também proporcionou redução nos valores de peso final e ganho de peso, após 240 dias de experimento. Os resultados citados anteriormente diferem do presente estudo porque, possivelmente, a menor competição e tamanho dos peixes utilizados em todas as densidades avaliadas, aliado ao bem-estar e conforto proporcionados pelo sistema de recirculação, garantiram crescimento satisfatório em todos os tratamentos avaliados.

O fator de condição não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, com valor médio geral de 1,67 (Tabela 2). Resultado similar foi observado por Souza *et al.* (2003), os quais avaliaram o crescimento e custo de alimentação do pacu com peso médio de 83,5 ± 17,1 g e não obtiveram diferenças significativas para o fator de condição, obtendo valores médios de 2,94.

Tabela 2 – Valores médios ± DP da taxa de crescimento específico (TCE), ganho de peso individual (GP), fator de condição (K), conversão alimentar aparente (CAa) e incremento de biomassa (IB) de pacu cultivado em diferentes densidades de estocagem (50, 100 e 150 peixes/m³) após o período experimental (69 dias)

Tratamento	TCE (%/dia)	GP (g)	K	CAa	IB
50	1,55±0,09 ^a	10,45±0,75 ^a	1,63±0,15 ^a	1,55±0,14 ^a	99,28±10,94 ^b
100	1,45±0,07 ^a	8,85±0,74 ^a	1,64±0,13 ^a	1,58±0,14 ^a	153,27±20,32 ^b
150	1,50±0,11 ^a	9,04±1,01 ^a	1,73±0,16 ^a	1,54±0,27 ^a	258,40±52,01 ^a
Valor de p	0,46300	0,11200	0,71300	0,97100	0,00283

Nota: valores apresentados como média ± DP. Letras iguais indicam médias sem diferença significativa entre os tratamentos. Letras diferentes indicam médias com diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Seguindo a mesma tendência do peso médio final, não houve diferenças significativas para as taxas de crescimento específico (TCE) entre os diferentes tratamentos, ou seja,

as diferentes densidades não causaram efeito no crescimento dos juvenis de pacu. O valor médio geral para a TCE foi de $1,50 \pm 0,09\%$ /dia. Estes resultados podem ser considerados elevados, quando comparados com os obtidos por Abimorad e Carneiro (2007), que registraram maiores taxas de crescimento específicos (0,75 a 0,81%/dia) de pacu (11,10 g de peso inicial) para dietas com 25% de proteína bruta, quando comparada a concentração de 22%. O que, possivelmente, justifica o melhor resultado de TCE para o presente estudo, que utilizou dieta com nível proteico de 27%. Por outro lado, Tesser *et al.* (2005) registraram valores de TCE entre 3,15 a 3,53%/dia em pacus (4,30 g inicial) alimentados com dietas semipurificadas (caseína e glúten de milho como fontes de proteína) contendo dois níveis diferentes (5 e 10 g/kg) e fontes de arginina. Neste último caso, a superioridade da TCE quando comparada aos registros no presente estudo pode ser resultado não só da qualidade dos ingredientes das dietas utilizadas, mas também do menor peso inicial, uma vez que peixes menores apresentam crescimento mais acelerado. Não houve diferenças para GP entre os diferentes tratamentos.

O nível de 27% de proteína bruta na dieta dos juvenis possivelmente foi suficiente para atender as exigências e proporcionar bom desempenho. Corroborando este aspecto, Fernandes *et al.* (2001), avaliando fontes e níveis de proteína bruta para juvenis de pacu, concluíram que os resultados obtidos para ganho de peso e taxa de crescimento específico dos peixes utilizando dietas com níveis de 22% e 26% PB obtiveram os mesmos desempenhos, atendendo de certa forma as exigências do pacu para esta fase.

CONCLUSÕES

Observou-se que as diferentes densidades de estocagem utilizadas não interferiram no desempenho zootécnico dos juvenis de pacu. Com isso, o uso de 150 peixes/m³, na faixa de peso de 5,11 a 14,61 g, seria o mais indicado por alcançar maior produtividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abimorad, E.G. & Carneiro, D.J. Digestibility and performance of pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles – fed diets containing different protein, lipid and carbohydrate levels. *Aqua. Nut.*, v. 13, n. 1, p. 1-9, 2007.
- Bittencourt, F.; Feiden, A.; Signor, A.A.; Boscolo, W.R.; Lorenz, E.K. & Maluf, M.L.F. Densidade de estocagem e parâmetros eritrocitários de pacus criados em tanques-rede. *Rev. Bras. de Zoot.*, v. 39, n. 11, p. 2323-2329, 2010.
- Borges, A.; Conte-Junior, C.A.; Franco, R.M. & Freitas, M.Q. Quality Index Method (QIM) developed for pacu *Piaractus mesopotamicus* and determination of its shelf life. *Food Res. Int.*, v. 54, n. 1, p. 311-317, 2103.
- Brandão, F.R.; Gomes, L.D.C.; Chagas, E.C. & Araújo, L.D. Densidade de estocagem durante a recria de tambaqui em tanques-rede. *Pes. Agrop. Bras.*, v. 39, n. 4, p. 357-362, 2004.
- Castanedo, O.D. & Espinosa, D.A.M. Desempeño de los sistemas acuícolas de recirculación en el cultivo intensivo del Pacú *Piaractus mesopotamicus* (Characiformes: Characidae). *Rev. de Bio. Trop.*, v. 60, n. 1, p. 381-391, 2012.
- Cavero, B.A.S.; Pereira-Filho, M.; Roubach, R.; Ituassú, D.R.; Gandra, A.L. & Crescêncio, R. Efeito da densidade de estocagem sobre a eficiência alimentar de juvenis de pirarucu (*Arapaima gigas*) em ambiente confinado. *Acta Amaz.*, v. 33, n. 4, p. 631-635, 2003.

- Colt, J. Water quality requirements for reuse systems. *Aqua. Eng.*, v. 34, n. 3, p. 143-156, 2006.
- El-Sayed, A. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. *Aqua. Res.*, v. 33, p. 621-626, 2002.
- Fernandes, J.B.K.; Carneiro, D.J. & Sakomura, N.K. Sources and levels of crude protein in diets for pacu (*Piaractus mesopotamicus*) fingerlings. *Rev. Bras. de Zoot.*, v. 29, n. 3, p. 646-653, 2000.
- Fernandes, J.B.K.; Carneiro, D.J. & Sakomura, N.K. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Rev. Bras. de Zoot.*, v. 29, n. 3, p. 646-653, 2001.
- Gelman, A.; Drabkin, V.; Sachs, O.; Chechic, K., Gabay, I. & Glatman, L. Pacu (*Piaractus mesopotamicus*) a new fish species in Israeli aquaculture: possibility of utilization. *Dev. in Food Sci.*, v. 42, p. 75-83, 2004.
- Gomes, L.C.; Baldisserotto, B. & Senhorini, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of the matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. *Aquac.*, v. 183, n. 1-2, p. 73-81, 2000.
- IBGE, 2017. Produção da Pecuária Municipal 2016. *Inst. Bras. de Geog. e Estat.* Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?&t=resultados>. Acesso em: maio 2018.
- Iguchi, K.; Ogawa, K.; Nagae, M. & Ito, F. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). *Aquac.*, v. 220, n. 1-4, p. 515-523, 2003.
- Jomori, R.K.; Carneiro, D.J.; Martins, M.I.E.G. & Portella, M.C. Economic evaluation of *Piaractus mesopotamicus* juvenile production in different rearing systems. *Aquac.*, v. 243, n. 1-4, p. 175-183, 2005.
- Maciel, E.C.S.; Feitosa, K.C.O.; Corrêaneto, C.R.; Macedo, F.F.; Mattioli, W.O.; Abimorad, E.G. & Abreu, J.S. Desempenho produtivo e parâmetros fisiológicos de juvenis de pacu criados em tanques-rede em diferentes densidades de estocagem. *Rev. Bras. de Saúde e Prod. Anim.*, v. 14, n. 1, p. 185-194, 2013.
- Pedreira, M.M.; Luz, R.K.; dos Santos, J.C.E.; Sampaio, E.V. & Silva, R.S.F. Biofiltração da água e tipos de substrato na larvicultura do pacamã. *Pesq. Agrop. Bras.*, v. 44, n. 5, p. 511-518, 2009.
- Signor, A.A.; Boscolo, W.R.; Feiden, A.; Bittencourt, F.; Coldebella, A. & Reidel, A. Proteína e energia na alimentação de pacus criados em tanques-rede. *Rev. Bras. de Zoot.*, v. 66, n. 4, p. 1243-1250, 2010.
- Souza, V.L.; Urbinati, E.C.; Martins, M.I.E.G. & Silva, P.C. Avaliação do crescimento e do custo da alimentação do pacu (*Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887) submetido a ciclos alternados de restrição alimentar e realimentação. *Rev. Bras. de Zoot.*, v. 32, n. 1, p. 19-28, 2003.
- Tesser, M.B.; Terjesen, B.F.; Zhang, Y.; Portella, M.C. & Dabrowski, K. Free - and peptide-based dietary arginine supplementation for the South American fish pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *Aquac. Nut.*, v. 11, n. 6, p. 443-453, 2005.
- Valladão, G.M.R.; Gallani, S.U. & Pilarski, F. South American fish for continental aquaculture. *Rev. in Aquac.*, p. 1-19, 2016.