

Resíduo de macaxeira e de banana como fontes de carbono na criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema bioflocos no estado do Amazonas, Brasil**Cassava and banana residue as carbon sources in the biofloc system cultivation of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in Amazonas state, Brazil**

DOI:10.34117/bjdv6n10-191

Recebimento dos originais:01/10/2020

Aceitação para publicação:08/10/2020

Wendel de Souza Oliveira

Mestrado

Instituto Federal do Amazonas/Campus Araquari

Endereço: Estrada Osvaldo Novo, s/n, Aninga, CEP. 69.152-470, Parintins, AM

E-mail: wendel.oliveira@ifam.edu.br

Juliana do Nascimento Ferreira

Graduação

Universidade Federal do Amazonas/Departamento de Ciências Pesqueiras

Endereço: Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, CEP: 69067-005, Manaus, AM

E-mail: ferreirajn18@gmail.com

Mayra da Silva Gonçalves

Graduação

Universidade Federal do Amazonas/Departamento de Ciências Pesqueiras

Endereço: Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, CEP: 69067-005, Manaus, AM

E-mail: mayra.silva.gs@gmail.com

Ítalo Paulino Castro

Graduando

Universidade Federal do Amazonas/ Departamento de Economia e Análise

Endereço: Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, CEP: 69067-005, Manaus, AM

E-mail: eu.italocastro@gmail.com

Thiago Marinho-Pereira

Professor Doutorando

Universidade Federal do Oeste do Pará/ Bacharelado em Engenharia de Pesca

Endereço: Rua Vera Paz, s/n, Campus Tapajós, Bairro Salé, CEP: 68040-255, Santarém, Pará E-mail: tmarinhopereira@gmail.com

Bruno Adan Sagratzki Cavero

Professor Doutor

Universidade Federal do Amazonas/Departamento de Ciências Pesqueiras

Endereço: Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Coroado I, CEP: 69067-005,

Manaus, AM

E-mail: basc@ufam.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi usar o resíduo de macaxeira e da banana como fontes de carbono na criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema BFT. Em um delineamento inteiramente casualizado, 72 juvenis de tambaqui foram distribuídos homogeneamente em 12 unidades experimentais e submetidos a quatro diferentes tratamentos em triplicata: T1 (Controle) = água clara por meio de sistema de recirculação; (T2) = açúcar cristal refinado (BFTa); (T3) = resíduo de banana (BFTb); T4 = resíduo de macaxeira (BFTm). Durante 30 dias, os peixes foram alimentados duas vezes ao dia (08:00 e 17:00) à 7% do total da biomassa calculada, com ração comercial contendo 42% de PB. Ao final do período experimental foi possível afirmar que dos parâmetros de qualidade da água analisados, amônia total e nitrito apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$), sendo maiores os níveis obtidos juntos aos tratamentos Controle e BFTb. No entanto, em relação ao desempenho zootécnico, os tratamentos propostos neste experimento não foram capazes de influenciar o crescimento dos animais ($p > 0,05$). Dentre as fontes de carbono alternativas utilizadas neste experimento, o resíduo da macaxeira foi o único que se mostrou apto para a sua utilização em unidades produtivas destinadas a criação do tambaqui em sistema BFT.

Palavras-Chave: Aquicultura, BFT, Fontes Alternativas**ABSTRACT**

The objective of our work was to use the cassava and banana residue as carbon sources in the cultivation of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in BFT system. In a completely randomized design, 72 juveniles of tambaqui were homogeneously distributed in 12 experimental units and subjected to four different treatments in triplicate: T1 (Control) = clear water by RAS; (T2) = refined crystal sugar (BFTa); (T3) = banana residue (BFTb); T4 = cassava residue (BFTm). For 30 days, our fishes were fed twice a day (08:00 and 17:00) at 7% of the total calculated biomass, with commercial feed containing 42% CP. At the end of the experimental period, it was possible to state that from the water quality parameters, total ammonia nitrogen and nitrite showed statistically significant differences between the treatments ($p < 0.05$), with higher levels obtained in Control and BFTb treatments. However, in relation to zootechnical performance, the treatments of this experiment were not able to influence the growth of the animals ($p > 0.05$). Among the alternative carbon sources used in this experiment, the cassava residue was the only one that proved to be suitable for use in production units designed to tambaqui cultivation in a BFT system.

Keywords: Aquaculture, BFT, Alternative Sources**1 INTRODUÇÃO**

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais produzida no Brasil, (Costa et al., 2018). Essa espécie desperta grande interesse de pesquisadores e produtores, devido sua elevada aptidão para a produção aquícola que lhe é garantida por diversas características inerentes, tais como: adaptação ao ambiente de cativeiro, rápido crescimento, fácil aceitação de ração

comercial, excelente desempenho zootécnico e mercado consumidor consolidado (Mendonça et al., 2009; Barçante & De Souza, 2015). Seu hábito alimentar é onívoro, fato que lhe proporciona uma alta plasticidade no aproveitamento de alimentos, inclusive microrganismos, que são filtrados e capturados pelas longas cerdas branquiais (Rodrigues, 2014), características que a tornam uma espécie potencial para o cultivo em sistema BFT (Avnimelech, 2011).

O Amazonas é o maior estado da Amazônia brasileira e possui o maior mercado consumidor de tambaqui, além de enorme potencial para a aquicultura, devido ao seu clima e a sua abundância hídrica (Meante & Dória, 2017; Feitoza et al., 2018). No entanto, a piscicultura amazonense vem sofrendo cada vez mais com diversos problemas de ordem mercadológica e produtiva, como: 1) falta de escalonamento (diluição dos custos fixos em relação a capacidade produzida) das fazendas de peixes do estado em comparação com as existentes nos estados de Rondônia, Roraima e Mato Grosso (Gandra, 2010; Barros et al., 2016); 2) custos elevados da alimentação artificial na aquicultura podem ser responsáveis por até 60% dos custos de produção (Feitoza et al., 2018); 3) ocorrência de parasitoses sem controle epidemiológico (Malta et al., 2001; Dias et al., 2015); e 4) baixa diversificação aquícola, uma vez que a produção da piscicultura é, atualmente, concentrada em apenas duas espécies: tambaqui e matrinxã (*Brycon amazonicus*). Estes fatores acarretam na diminuição da competitividade dos produtores locais, retirando-os do mercado e reduzindo, ainda mais, a lâmina d'água produtiva do estado.

Outro fator que auxilia no comprometimento da dinâmica produtiva do estado do Amazonas é a falta de novas tecnologias que aumentem a produtividade e lucratividade do negócio por meio do uso de aeradores, alimentadores e despescadores mecânicos, dentre outros (Lima et al., 2020). A possibilidade de usar tecnologias que intensifiquem a produção nas pisciculturas tradicionais pode trazer benefícios significativos, contribuindo com a melhoria da competitividade dos piscicultores em toda a região (Nakauth et al., 2015; Barbosa e Lima, 2016).

É neste contexto que surge a tecnologia para criação de organismos aquáticos em sistema intensivo baseado na produção de flocos microbianos *in situ*. O sistema BFT é uma das modalidades de intensificação da produção que permite maior adensamento da produção com menor uso de área alagada, permitindo o reuso da água e a promoção de um cenário favorável para as questões ligadas a biossegurança das espécies criadas (Marinho-Pereira et al., 2020), a partir da redução e controle dos principais compostos tóxicos presentes na água do ambiente aquícola: amônia ionizada (NH_4^+), amônia não-ionizada (NH_3) e nitrito (NO_2^-) (Pasco et al., 2017). Desta forma, este trabalho teve como objetivo usar resíduo de macaxeira e de banana como fontes de carbono na criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em sistema BFT.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes usados neste experimento foram provenientes da Fazenda Ecology Pescados, localizada na Rodovia AM-010, município de Rio Preto da Eva, estado do Amazonas, distante cerca de 120 km da capital do estado do Amazonas, Manaus. Após a chegada dos animais na Universidade Federal do Amazonas (UFAM) foram encaminhados ao Laboratório de Inovações Tecnológicas na Aquicultura (LITA/UFAM), onde foram submetidos a aclimatação em uma caixa circular de fibra de vidro de 3.000 L, de volume útil, com aeração constante, fotoperíodo de 12 por 12 h (claro e escuro) e temperatura da água estabilizada em 28 °C. A alimentação foi realizada duas vezes ao dia, até saciação aparente, com ração extrusada de 28% de proteína bruta. A limpeza e a sifonamento da caixa foram realizadas sempre que houve acúmulo aparente de resíduos sólidos.

Durante este experimento, 72 peixes foram submetidos a um delineamento inteiramente casualizado (DIC) por um período de trinta dias, onde foi testada a introdução de duas diferentes fontes alternativas de carbono (farinha de macaxeira e resíduos de banana) na criação de tambaqui em sistema bioflocos. Foram quatro tratamentos em triplicata, totalizando doze unidades experimentais de 40 L (volume útil = 35 L): T1 (Controle) = água clara por meio de sistema de recirculação; (T2) = açúcar cristal refinado (BFTa); (T3) = resíduo de banana (BFTb); T4 = resíduo de macaxeira (BFTm).

O processamento da macaxeira e da banana foram realizados no Laboratório de Tecnologia do Pescado da UFAM. Da macaxeira, foram utilizadas a raiz, a polpa e a casca (Figura 01). Já da banana foram aproveitados o fruto e a casca (Figura 02). As raízes da macaxeira passaram por um processo de descascamento manual, descartando-se as partes estragadas e escurecidas. Todas as partes utilizadas como matéria-prima para a fabricação da farinha de macaxeira e da farinha de banana passaram por um processo de cloração (150 ppm diluídos em água por 15 minutos) (Borges et al., 2009) e lavagem em água corrente. A secagem do material foi realizada em estufa de circulação de ar a 70 °C e, posteriormente, triturados com o auxílio de triturador mecânico.

Figura 1. Processamento da macaxeira para o aproveitamento do resíduo como fonte de carbono para a produção de tambaqui em sistema bioflocos



Legenda: (A) descascamento manual com auxílio de faca de aço; (B) cloração; (C) matéria-prima pronta para secagem; (D) processo de secagem em estufa de ar a 70 °C; (E) processo de trituração mecânica; (F) resíduo triturado

Figura 2. Processamento da banana para o aproveitamento do resíduo como fonte de carbono para a produção de tambaqui em sistema bioflocos



Legenda: (A) separação da banana do cacho; (B) cloração; (C) processo de corte; (D) matéria-prima pronta para secagem; (E) matéria-prima desidratada; (F) resíduo triturado.

O sistema de recirculação de água (tratamento “Controle”) consistiu de uma caixa d’água de 250 L contendo em seu interior local para sedimentação dos materiais sólidos de maior tamanho, local para estocagem de resíduos plásticos para fixação de bactérias nitrificantes e aeração realizada por meio de pedras porosas. Para a melhor proliferação das bactérias de interesse (bactérias oxidadoras de nitrito) foi utilizado, como inóculo inicial, produto comercial ativador de filtragem biológica (Stability[®], um produto de Seachem Co.; Madison, Georgia, EUA). A recirculação da

Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 10, p. 76711-76724 oct. 2020. ISSN 2525-8761

água foi feita uma vez ao dia por meio do funcionamento intermitente de uma bomba submersa com vazão de 150 L h⁻¹.

A qualidade da água foi monitorada uma vez ao dia, a partir da avaliação dos seguintes parâmetros físico-químicos: amônia total (mg L⁻¹), nitrito (mg L⁻¹), pH, temperatura (°C) e oxigênio dissolvido (mg L⁻¹). Para manter a relação carbono:nitrogênio mínima de 6:1 (Ebeling et al., 2006), diariamente as fontes de carbono foram adicionadas nas unidades experimentais, sempre que o nível de amônia total alcançava o valor de 1,0 mg L⁻¹, juntamente ao produto comercial probiótico rico em bactérias heterotróficas não-patogênicas (Aquasan[®], um produto de Konkreta; Navegantes, Santa Catarina, Brasil).

A alimentação dos animais foi realizada com ração comercial de 42% de proteína bruta usando 7,0% da biomassa total como o montante de ração a ser oferecido aos animais. A partir dos resultados da biometria final foram calculados os seguintes índices relacionado ao desempenho zootécnico: Ganho de Peso (GP) = (peso final – peso inicial); Ganho de Biomassa = biomassa final – biomassa inicial; Conversão Alimentar Aparente (CAA) = ração consumida/ganho de biomassa; e Taxa de Crescimento Específico (TCE) = $\{[(\ln \text{ peso final} - \ln \text{ peso inicial})/\text{tempo de cultivo}] \times 100\}$.

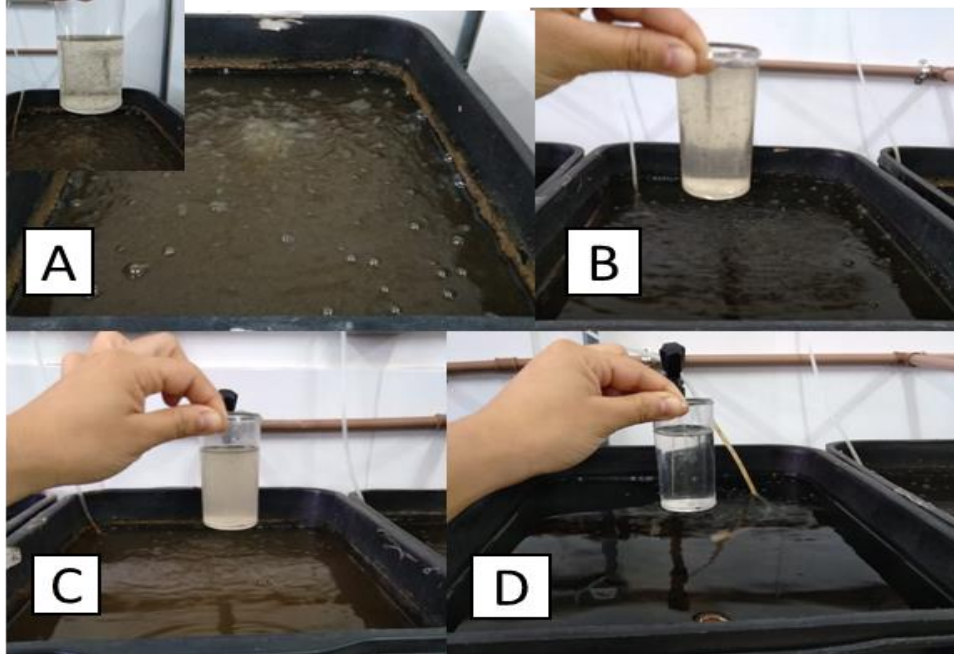
Os dados foram analisados quanto à existência de valores discrepantes e testados quanto à normalidade e homocedasticidade pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. A qualidade de água e o desempenho zootécnico foram comparados entre os tratamentos por Análise de Variância. Todos os dados foram analisados com 95% de confiança e os expressos em porcentagens, transformados antes da realização da análise estatística (Bhujel, 2008). Este trabalho está em acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Amazonas, protocolo n° 028/2019.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do bioflocos foi analisado visualmente em cada unidade experimental, sendo observada a mudança da coloração na água e aumento do material orgânico em suspensão. Em cada unidade experimental foram observadas características individuais de cada sistema: no BFTm foi verificado agregados microbianos de maior diâmetro e uma coloração de um marrom mais claro; no BFTb, a água ficou mais turva (tendendo a uma coloração escurecida) e o tamanho dos agregados microbianos sendo bem visíveis a olho nu; no BFTa, a água apresentou uma coloração tendendo para um marrom escurecido, porém com flocos de menor diâmetro, mas

abundantes; no tratamento controle, a água manteve-se com um aspecto translúcido e transparência total.

Figura 03. Coloração da água em nos diferentes tratamentos testados durante a criação de tambaqui em sistema BFT.



Legenda: (A) BFTm - macaxeira; (B) BFTb - banana; (C) BFTa - açúcar; (D) tratamento controle (sistema de recirculação)

Os parâmetros de qualidade de água dos tratamentos testados permaneceram dentro da faixa adequada para a criação de espécies neotropicais, incluindo o tambaqui (Boyd, 2015). Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos em termos de temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido (Tabela 01), assim como observado por Rajkumar et al. (2016), em cultivo do camarão-branco (*Litopenaeus vannamei*) com diferentes fontes de carbono. A manutenção dos níveis de OD em todos os tratamentos durante o experimento é atribuído a aeração contínua nas unidades experimentais.

Tabela 01. Qualidade da água obtida na criação de tambaqui em sistema BFT com diferentes fontes de carbono durante 30 dias

| Parâmetros | Tratamentos | | | |
|---|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Controle | BFTa | BFTb | BFTm |
| Temperatura (°C) | 27,7 ± 0,5 | 27,9 ± 0,9 | 27,8 ± 0,6 | 27,6 ± 0,6 |
| pH | 6,9 ± 0,5 | 7,2 ± 0,4 | 7,1 ± 0,6 | 7,1 ± 0,5 |
| Amônia (mg L ⁻¹) | 1,30 ± 1,05 ^{ab} | 1,08 ± 0,71 ^b | 2,07 ± 2,17 ^a | 1,07 ± 0,88 ^b |
| Nitrito (mg L ⁻¹) | 1,39 ± 0,9 ^a | 0,5 ± 0,3 ^b | 1,2 ± 0,8 ^{ab} | 0,80 ± 0,7 ^{ba} |
| Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹) | 7,9 ± 0,5 | 7,3 ± 0,6 | 7,4 ± 0,5 | 7,8 ± 0,7 |

Legenda: (Controle) = tratamento com água clara; (BFTa) = tratamento com açúcar cristal refinado; (BFTb) = tratamento com resíduo de banana; (BFTm) = tratamento com resíduo de macaxeira

Os dados apresentados são compostos por médias \pm desvio padrão obtidos das unidades experimentais (01 caixa d'água = 01 réplica). Em cada linha, os tratamentos foram comparados e apresentam letras sobrescritas diferentes onde houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

A temperatura da água é um parâmetro de grande importância dentro da aquicultura intensiva (Godoy-Olmos et al., 2019). Nesse trabalho, a temperatura sempre foi mantida acima de 27 °C, sendo esse considerado um valor consideravelmente bom para a manutenção dos organismos, já que a mesma influencia no processo de crescimento dos peixes e de nitrificação dos compostos nitrogenados presentes na água. O processo de nitrificação é afetado quando há redução da temperatura da água, sendo melhor estimulado em temperaturas entre 28 e 30°C (Jiménez-Ojeda et al., 2018). Além disso, vale lembrar que o pH entorno de 8,1 favorece a atividade das bactérias oxidadoras de amônia (BOA) e de nitrito (BON), diminuindo a presença dessas formas nitrogenadas e tóxicas para animais aquáticos em sistemas de cultivo intensivo (Zhang et al., 2015).

Para a amônia total e nitrito houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$), sendo os maiores valores registrados nos tratamentos com resíduo de banana (BFTb) e controle, respectivamente. No entanto, ambas as formas nitrogenadas apresentaram concentração não-letal para espécies de peixes em geral (Boyd, 2015), sendo essa uma das causas da sobrevivência registrada neste experimento ter sido de 100% (Tabela 02). Os valores mais elevados de compostos nitrogenados no sistema controle sugere que a inexistência da relação carbono: nitrogênio gerou problemas na proliferação de bactérias BOA e BON e um acúmulo de amônia total e nitrito nas unidades produtivas.

Em relação ao tratamento BFTb, o que pode ter dificultado os processos de nitrificação foi a baixa solubilidade apresentada pelo resíduo de banana em contato com o ambiente aquático, ou seja, significa dizer que o carbono ali existente não esteve disponível para a colonização e proliferação das bactérias nitrificantes. Serra et al. (2015) estudando três diferentes tipos de fontes de carbono para o crescimento do camarão-branco em ambiente BFT, determinaram que a dextrose e o melaço de cana apresentaram maior solubilidade em relação a farinha de arroz, sendo estas duas fontes mais eficientes no controle da amônia já que, por serem mais solúveis, promovem a liberação do carbono no meio aquático com maior rapidez.

O rápido aumento da concentração de amônia e de nitrito estão dentre as principais causas de mortalidade em sistemas intensivos de produção de organismos aquáticos (Collazos-Lazzo & Arias-Castellanos, 2015). Na aquicultura, o ciclo do nitrogênio se inicia com o fornecimento de ração comercial contendo elevados níveis de proteína bruta (na maioria dos casos, entre 24 e 45% PB). A partir de então, essa ração comercial se transforma em amônia, tanto pelo processo de amonificação da ração não-consumida pelos animais quanto pelas excretas propriamente ditas

(Bakar et al., 2015). Vale destacar que, aproximadamente, 85% do que o tabaqui excreta é em forma de amônia (Wood et al., 2017).

Uma vez na água, essa amônia passa por um processo bioquímico conhecido como “nitrificação”, fenômeno natural que depende, principalmente, de bactérias quimioautotróficas que realizam a oxidação da amônia para nitrito (nitritação) e, posteriormente, em nitrato (nitratação), sempre na presença de oxigênio (Ebeling et al., 2006). As bactérias que participam desse processo podem ser classificadas como sendo de dois tipos, sempre elevando em consideração o papel que cada um dos grupos possui durante a nitrificação: a) bactérias do tipo BOA (bactérias oxidadoras de amônia); b) bactérias do tipo BON (bactérias oxidadoras de nitrito) (Ruiz et al., 2019).

O uso da tecnologia BFT para a produção de organismos aquáticos permite que o processo de nitrificação seja realizado *in situ*, ou seja, dentro da própria unidade produtiva de organismos aquáticos (viveiros ou tanques), evitando assim que tanto amônia quanto nitrito possam ocasionar efeitos tóxicos nos animais produzidos (Crab et al., 2012). Níveis de amônia acima dos tolerados podem ocasionar, principalmente: 1) lesões nas brânquias e outros tecidos; 2) aumento do gasto energético dos animais como resultado da hiperatividade e hiperventilação; 3) aumento na absorção de água; 4) escurecimento corporal; 5) convulsões; 6) maior esforço destinado aos processos respiratórios. Já os efeitos tóxicos ligados ao aumento nos níveis de nitrito na água de cultivo promovem, dentre outros problemas: 1) oxidação da hemoglobina para metahemoglobina, deixando o sangue ineficiente e/ou inapto para o transporte de oxigênio; 2) elevação dos batimentos cardíacos; 3) inibição da síntese do hormônio T4, ocasionando retenção de água pelo rim; 4) alteração nos níveis de excreção de amônia e ureia (Jiménez-Ojeda et al., 2018). Além disso, a presença prolongada de amônia e nitrito na água de cultivo resulta em aumento do estresse fisiológico, o que acaba afetando o crescimento dos animais e influenciando negativamente na despesa e no retorno financeiro para os produtores (Marinho-Pereira et al., 2020).

O desempenho zootécnico dos animais foi avaliado por meio dos dados biométricos obtidos no início e no final do período experimental. Analisando esses dados foi possível afirmar que os tratamentos utilizados neste experimento não foram capazes de influenciar o crescimento dos animais ($p > 0,05$) (Tabela 02).

Tabela 02. Parâmetros zootécnicos obtidos na criação de tambaqui em sistema BFT com diferentes fontes de carbono durante 30 dias

| Parâmetros | Tratamentos | | | |
|----------------------|-------------|------------|------------|------------|
| | Controle | BFTa | BFT b | BFT m |
| Sobrevivência (%) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Peso inicial (g) | 2,88±0,67 | 2,83±0,78 | 2,61±0,69 | 2,88±0,75 |
| Peso final (g) | 8,94±2,15 | 9,88±3,18 | 9,27±3,93 | 8,77±1,98 |
| Biomassa inicial (g) | 17,33±2,51 | 17,0±2,64 | 15,66±3,21 | 17,33±2,08 |
| Biomassa final (g) | 53,66±5,77 | 59,33±3,05 | 55,66±5,5 | 52,66±4,04 |
| Ganho de peso (g) | 6,05±2,26 | 6,44±4,07 | 6,66±4,27 | 5,88±2,21 |
| CAA | 0,89±0,06 | 0,84±0,05 | 0,86±0,12 | 0,96±0,02 |
| TCE (%) | 3,68±0,30 | 4,09±0,48 | 4,04±0,84 | 3,49±0,36 |

Legenda: (Controle) = tratamento com água clara; (BFTa) = tratamento com açúcar cristal refinado; (BFTb) = tratamento com resíduo de banana; (BFTm) = tratamento com resíduo de macaxeira

Em cada uma das linhas, a ausência de letras sobrescritas significa que os valores médios \pm desvio padrão são estatisticamente iguais ($p > 0,05$).

Apesar de não haver diferença, todos os tratamentos, na comparação com demais trabalhos semelhantes, apresentaram resultados satisfatórios em relação ao desempenho zootécnico. Fiuza et al. (2013) estudando o efeito da salinidade sobre o crescimento do tambaqui em aquários de 160 L, durante 84 dias, obtiveram os seguintes dados zootécnicos no ambiente de salinidade 0‰: a) sobrevivência (%) = 100; b) CAA = $1,2 \pm 0,1$; c) TCE (%) = $2,40 \pm 0,1$.

Já Silva et al. (2013) testando três diferentes densidades de estocagem (60, 90 e 120 peixes m^{-3}) para o cultivo de tambaqui em canais de abastecimento com renovação de $6.000 L h^{-1}$, durante 45 dias, obtiveram os seguintes parâmetros zootécnicos médios: a) sobrevivência (%) = $74,5 \pm 4,0$; b) CAA = $0,99 \pm 0,1$; c) TCE (%) = $3,06 \pm 0,1$.

Outras espécies nativas brasileiras onde já se produziram trabalhos científicos e os resultados zootécnicos foram satisfatórios são o jundiá (*Rhamdia quelen*), o pirarucu (*Arapaima gigas*) e a pirapitinga (*Piaractus brachyomus*) (Poli et al., 2015; Aguilar, 2017; Garcés et al., 2017). Porém, nem todas as espécies são boas candidatas a produção intensiva em sistema BFT. Por exemplo, para juvenis de *Brycon orbinyanus* o sistema BFT não melhorou nem o crescimento e nem a sobrevivência em comparação ao sistema de recirculação de água (água clara) (Sgnaulin et al., 2018).

Durante a realização deste experimento, um dos comportamentos alimentares que mais chamou a atenção foi a elevada latência no processo de ingestão alimentar. Para o tratamento controle, os animais comiam a ração assim que se realizava o processo de arraçoamento, ao contrário dos animais submetidos aos demais tratamentos onde pôde ser observado que os mesmos demoravam, aproximadamente, 30 minutos para ingestão do alimento artificial ou até mesmo não se alimentavam. Por ser considerada uma espécie filtradora (Rodrigues, 2014), o tambaqui possui a habilidade de alimentar de fito e zooplâncton presente nos flocos microbianos dos tratamentos com

sistema BFT. Pela abundância desses flocos microbianos, seu consumo se torna constante, gerando um quadro de saciedade aparente e, conseqüente, redução na ingestão de alimento artificial, podendo ser essa uma ferramenta eficiente na redução da conversão alimentar aparente e dos gastos financeiros com ração comercial (Avnimelech, 2007).

4 CONCLUSÃO

Das fontes de carbono alternativas utilizadas neste experimento, o resíduo da macaxeira foi o único que se mostrou apto para a sua utilização em unidades produtivas destinadas a criação do tambaqui em sistema BFT.

AGRADECIMENTOS

Aos Laboratórios de Tecnologia do Pescado e de Limnologia da UFAM pelo apoio técnico, aos membros do Laboratório de Inovações Tecnológicas para a Aquicultura (LITA/UFAM) pelo suporte técnico e acadêmico, à empresa Ecology Pescados pelo suporte financeiro e ao Programa de Educação Tutorial (PET-Pesca/MEC) pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, R.M.M. Influencia del sistema biofloc sobre la actividad enzimática digestiva y los parámetros productivos de juveniles de paiche (*Arapaima gigas*). 143 f. Tesis (Maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2017.
- AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, v. 264, p. 140-147, 2007.
- AVNIMELECH, Y. Tilapia Production Using Biofloc Technology Saving Water, Waste Recycling Improves Economics. *Global aquaculture advocate* May/June, v.2011, p.66-68, 2011.
- BAKAR, N.S.A.; NASIR, N.M.; LANANAN, F.; HAMID, S.H.A.; LAM, S.S.; JUSOH, A. Optimization of C/N ratios for nutrient removal in aquaculture system culturing African catfish, (*Clarias gariepinus*) utilizing Bioflocs Technology. *International Biodeterioration & Biodegradation*, p.1-7, 2015.
- BARBOSA, H.T.B.; LIMA, J.P. Características da piscicultura em Presidente Figueiredo, Amazonas. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM*, v.10, n.1, 2016.
- BARÇANTE, B.; DE SOUSA, A. B. Características zootécnicas e potenciais do tambaqui (*Colossoma macropomum*) para a piscicultura brasileira. *PubVet*, v.9, p.287-347, 2015.

BARROS, A.F.; MAEDA, M.M.; MAEDA, A.; SILVA, A.C.C.; ANGELI, A.J. Custo de implantação e planejamento de uma piscicultura de grande porte no Estado de Mato Grosso, Brasil. *Archivos de Zootecnia*, v.65, n.249, p.21-28, 2016.

BHUJEL, R.C. *Statistics for aquaculture*. USA: Wiley-Blackwell, 2008

BORGES, A.M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E.M.P. Caracterização da farinha de banana verde. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.92, n.2, 2009.

BOYD, C.E. *Water quality: an introduction*. Switzerland: Springer, 2015.

COLLAZOS-LASSO, L.F.; ARIAS-CASTELLANOS, J.A. Fundamentos de la tecnología biofloc (BFT). Una alternativa para la piscicultura en Colombia. Una revisión. *Orinoquia*, v.19, n.01, p.77-86, 2015.

COSTA, J.I.; GOMES, A.L.S.; BERNARDINO, G.; SABBAG, O.J.; MARTINS, M.I.E.G. Productive performance and economic evaluation of tambaqui roelo in excavated fishponds, Manaus, Brazil. *Revista Agro@mbiente On-line*, v.12, n.3, p.234-244, 2018.

CRAB, R.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: beneficial effects and future challenges. *Aquaculture*, v. 356, p. 351-356, 2012.

DIAS, M. K. R.; NEVES, L. R.; MARINHO, R. D. G. B.; PINHEIRO, D. A.; TAVARES-DIAS, M. Parasitism in tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, Characidae) farmed in the Amazon, Brazil. *Acta Amazonica*, v. 45, n. 2, p. 231-238, 2015.

EBELING, J.M.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia–nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, v. 257, p. 346-358, 2006.

FEITOZA, D.L.S.; SONODA, D.Y.; SOUZA, L.A. Risco da rentabilidade em pisciculturas de tambaqui nos estados do Amazonas, Rondônia e Roraima. *Revista iPecege*, v.4, n.4, 2018.

FIUZA, L.S.; ARAGÃO, N.M.; RIBEIRO-JÚNIOR, H.P.; MORAESM, M.G.; ROCHA, I.R.C.B.; LUSTOSA-NETO, A.D.; SOUSA, R.R.; MADRID, R.M.M.; OLIVEIRA, E.G.; COSTA, F.H.F. Effects of salinity on the growth, survival, haematological parameters and osmoregulation of tambaqui *Colossoma macropomum* juveniles. *Aquaculture Research*, p.1-9, 2013.

GANDRA, A. L. O mercado de pescado da região metropolitana de Manaus. Montevideu: Infopesca, 2010.

GARCÉS, S.C.C.; GONZÁLEZ, J.J.G.; CARRASCO, S.C.P. Biofloc effect on juveniles cachama blanca *Piaractus brachypomus* growth parameters. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, v.12, n.3, p.170-180, 2017.

GODOY-OLMOS, S.; MARTÍNEZ-LLORENS, S; TOMÁS-VIDAL; MONGE-ORTIZ, R.; ESTRUCH, G.; JOVER-CERDÁ, M. Influence of temperature, ammonia load and hydraulic loading on the performance of nitrifying trickling filters for recirculating aquaculture systems. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v.7, 2019.

JIMENEZ-OJEDA, Y.K., COLLAZOS-LASSO, L.F. & ARIAS-CASTELLANOS, J.A. Dynamics and use of nitrogen in biofloc technology – BFT. *AACL Bioflux*, 11, 4, 1107-1129, 2018.

LIMA, C. A. S.; MACHADO, M. R. F.; OLIVEIRA, A. T.; ARIDE, P.H.R.; O'SULLIVAN, F. L. A.; PANTOJA, J. Socioeconomic and Profitability Analysis of Tambaqui *Colossoma macropomum* Fish Farming in the State of Amazonas, Brazil. *Aquaculture Economics & Management*, v. 1, p. 1-16, 2020.

MALTA, J. C. de O.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, A.M.S.; VARELLA, A.M.B. Massive infestation by *Neoechinorhynchus buttnerae* Golvan, 1956 (Eoacanthocephala: Neoechinorhynchidae) in young "tambaquis" *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) cultured in the Central Amazon. *Acta Amazonica*, v. 31, n. 1, p. 133-143, 2001.

MARINHO-PEREIRA, T.; FARIA-JUNIOR, C.H.; RINCÓN, L.M.G.; BRITTO, E.N.; CAVERO, B.A.S.; ARIDE, P.H.R.; OLIVEIRA, A.T. Tecnología biofloc: datos, estudios y experiencias para el desarrollo de la acuicultura latinoamericana. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.2, p.7847-7862, 2020.

MEANTE, R.E.X.; DÓRIA, C.R.C. Caracterização da Cadeia Produtiva da Piscicultura no Estado de Rondônia: Desenvolvimento e Fatores Limitantes. *Revista de Administração e Negócios da Amazônia*, v. 9, n. 4, p. 164-181, 2018.

MENDONÇA, P.P.; FERREIRA, R.A.; VIDAL JUNIOR, M.V.; ANDRADE, D.R., SANTOS, M.V.B.; FERREIRA, A.V.; REZENDE, F.P. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Archivos de Zootecnia*, v. 58, n. 223, p. 323-331, 2009.

NAKAUTH, A.C.S.S.; NAKAUTH, R.F.; NÓVOA, N.A.C.B. Caracterização da piscicultura no município de Tabatinga-AM. *Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFAM*, v.9, n.2, 2015.

PASCO, J.J.M.; CARVALHO-FILHO, J.W.; SANTO, C.M.E.; VINATEA, L. Production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* grown in BFT using two aeration systems. *Aquaculture Research*, p.1-10, 2017.

POLI, M.A.; SCHVEITZER, R.; NUÑER, A.P.O. The use of biofloc technology in a South American catfish (*Rhamdia quelen*) hatchery: Effect of suspended solids in the performance of larvae. *Aquacultural Engineering*, v.66, p.17-21. 2015.

RAJKUMAR, M.; PANDEY, P. K.; ARAVIND, R.; VENNILA, A.; BHARTI, V.; PURUSHOTHAMAN, C. S. Effect of different biofloc system on water quality, biofloc composition and growth performance in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). *Aquaculture Research*, v. 47, n. 11, p. 3432-3444, 2016.

RODRIGUES, A.P.O. Nutrição e alimentação do tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Boletim do Instituto do Pesca*, v.40, n.1, p.135-145, 2014.

RUIZ, P.; VIDAL, J.M.; SEPÚLVEDA, D.; TORRES, C.; VILLOUTA, G.; CARRASCO, C.; AGUILERA, F.; RUIZ-TAGLE, N.; URRUTIA, H. Overview and future perspectives of nitrifying bacteria on biofilters for recirculating aquaculture systems. *Reviews in Aquaculture*, v.1, p.1-17, 2019.

SERRA, F.P.; GAONA, C.A.P.; FURTADO, P.S.; POERSCH, L.H.; WASIELESKY JR., W. Use of different carbon sources for the biofloc system adopted during the nursery and grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture International*, v. 23, p.1325-1339, 2015.

SGNAULIN, T., DE MELLO, G. L., THOMAS, M. C., GARCIA, J. R. E., DE OCA, G. A. R. M., & EMERENCIANO, M. G. C. Biofloc technology (BFT): an alternative aquaculture system for piracanjuba *Brycon orbignyanus*? *Aquaculture*, v. 485, p. 119-123, 2018.

SILVA, A.D.R.; SANTOS, R.B.; BRUNO, A.M.S.S.; SOARES, E.C. Cultivo de tambaqui em canais de abastecimento sob diferentes densidades de peixes. *Acta Amazonica*, v.43, n.4, p.517-524, 2013.

WOOD, C.M.; NETTO, J.G.S.; WILSON, J.M.; DUARTE, R.M.; VAL, A.L. Nitrogen metabolism in tambaqui (*Colossoma macropomum*), a neotropical model teleost: hypoxia, temperature, exercise, feeding, fasting, and high environmental ammonia. *Journal of Comparative of Physiology B*, 187, 135-151, 2017.

ZHANG, K.; PAN, L.; CHEN, W.; WANG, C. Effect of using sodium bicarbonate to adjust the pH to different levels on water quality, the growth and the immune response of shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in zero-water exchange biofloc-based culture tanks. *Aquaculture Research*, 1-12, 2015.