

INCLUSÃO DE COMPLEXO ENZIMÁTICO SSF EM RAÇÕES PARA JUVENIS DE TAMBACU

(inclusion complex of enzyme SSF in diets for juvenile of tambacu)

Marcelo Gaspari Martins, Guilherme de Souza Moura, Talita Andrade Ferreira,
André Lima Ferreira, Thaís Garcia Santos, Marcelo Mattos Pedreira¹

¹Correspondência: marcelogaspary@gmail.com

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de um complexo enzimático SSF, adicionados na forma “on top” após a extrusão em rações para tambacu. Foram avaliados os parâmetros de desempenho: peso, ganho de peso, conversão alimentar, sobrevivência, comprimento total, biomassa, ganho em biomassa e comprimento padrão. O experimento foi composto por seis tratamentos sendo eles: 0, 200, 400, 600, 800, 1000ppm de SSF/ton de ração, em um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada aquário continha dez peixes, totalizando 240 animais, com peso médio inicial $0,42 \pm 0,015$ g. Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8, 11, 14 e 17 horas), até a saciedade evitando sobras de alimento, durante 56 dias. Os resultados foram avaliados utilizando-se regressão em nível de significância de 0,05 de probabilidade. Percebeu-se que inclusão de 600ppm de SSF “on top” proporcionou melhores índices de conversão alimentar. Não foram observadas tendências em sobrevivência, peso final, ganho de peso, comprimento total, biomassa final, ganho em biomassa e comprimento padrão. Portanto, recomenda-se a inclusão “on top” de 600 ppm de SSF em rações para tambacu.

Palavras-chave: *Aspergillus niger*, híbrido, enzimas, nutrição de peixes, solid station fermentation

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of different inclusion levels of an enzyme complex SSF, added as "on top" after extrusion in feed tambacu. Weight, weight gain, feed conversion, survival, total length, biomass, and biomass gain in standard length: performance parameters were evaluated. The experiment consisted of six treatments which were: 0, 200, 400, 600, 800, 1000ppm SSF / ton of feed, in a completely randomized design with four replications. Each aquarium contained ten fish, and totaling 240 animals, with initial average weight 0.42 ± 0.015 g. The fish were fed four times a day (8, 11, 14, 17 hours) to satiation avoiding remnants of feed for 56 days. Results were evaluated using regression at a significance level of 0.05 probability. It was noticed that inclusion of 600 ppm SSF "on top" provided better feed conversion ratios. No trends in survival, final weight, weight gain, total length, the final biomass and biomass gain in standard length was observed. Therefore, it is recommended to include "on top" of 600ppm SSF in diets for tambacu.

Key Words: *Aspergillus niger* hybrid enzymes, fish nutrition, solid fermentation station

INTRODUÇÃO

A hibridação, para a aquicultura, permite gerar indivíduos com características desejáveis tais como: resistência a doenças, ganho de peso acelerado, melhor qualidade da carne, resistência a mudanças no ambiente (BARTLEY, 2001).

O híbrido tambacu, resultado do cruzamento de fêmea de tambaqui (*Colossomama croporum*) com macho de pacu (*Piaractus mesopotamicus*), vem se destacando nos últimos anos na piscicultura, por gerar um produto de excelente qualidade de carne, com características que agradam o consumidor, dentre elas, a baixa quantidade de gordura quando comparado aos seus parentais (GONÇALVES et al., 2010).

Devido à baixa quantidade de estudos na área da nutrição para tambacu, torna-se necessário a realização de trabalhos com a espécie. Além disso, vale ressaltar que a maior parte dos custos de uma produção na piscicultura estão relacionados com a alimentação (50 a 80%), o que motiva pesquisadores e produtores a buscar alimentos alternativos e a inclusão de aditivos. (PEREIRA FILHO, 1995)

Considera-se como aditivo toda a substância adicionada ao alimento que não influencie no seu valor nutricional, dentre elas, destacam-se as enzimas exógenas (CAMPESTRINI et al, 2005).

O SSF (solid state fermentation) é um complexo de enzimas produzido através de técnicas de fermentação naturais em um substrato sólido por fungos (*Aspergillus niger*), gerando uma série de enzimas como protease, α-amilase, lipase, celulase, xilanase, α-galactosidase, pectinase, fitase e endoglucanase (carboxi-metil-celulase), que atuam em diferentes componentes da ração tornando-os acessíveis, o que resulta em uma maior disponibilidade de

aminoácidos, energia, cálcio e fósforo (MOURA et al., 2012).

As rações utilizadas na piscicultura são na sua maioria extrusadas, pois embora a extrusão resulte em aumento do custo final do produto, este custo acaba sendo compensado pela melhora na eficiência alimentar para os peixes e pela menor deterioração da qualidade da água, possibilitando um crescimento mais rápido do animal e um melhor aproveitamento dos nutrientes, reduzindo, com isto, os custos com alimento por unidade de peixe produzida (KUBITZA, 1997).

Porém, vale ressaltar que a extrusão é um processo de cozimento à alta pressão, umidade e temperatura, que pode chegar a 88 a 149°C (ROBINSON et al., 2001). Estas condições podem ocasionar a inativação enzimática, produzindo efeitos opostos sobre a atividade enzimática e a estabilidade (VIEILLE & ZEIKUS, 1996); sendo portanto, necessário que este complexo enzimático seja incluso após o processo de extrusão.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo avaliar a inclusão do complexo enzimático SSF, após a extrusão, em diferentes níveis sob o desempenho de tambacu.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), campus Diamantina, Minas Gerais, no período de 24 janeiro à 20 de março de 2014, totalizando 8 semanas de ensaio (56 dias). Foram utilizados juvenis de tambacu com peso inicial de $0,42 \pm 0,015$ g. O experimento ocorreu em aquários de 35 litros com sistema de recirculação com biofiltragem, ultravioleta (UV), aeração constante e

controle de temperatura ($25,56 \pm 3,68^{\circ}\text{C}$). Todos os aquários tiveram seus dejetos removidos três vezes na semana.

Os juvenis de tambacu foram submetidos a 6 tratamentos alimentares. Para isto uma ração basal foi formulada com ingredientes de origem vegetal conforme tabela 1. Estas diferiram-se apenas nos níveis de inclusão do complexo enzimático SSF, sendo os tratamentos: sem enzimas (controle); inclusão de 200ppm (200DE); 400ppm (400DE); 600ppm (600DE); 800ppm (800DE) e 1000ppm de SSF na ração (1000DE), todos inclusos na forma "on top" com gelatina derretida. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, quatro repetições, 10 animais por aquário, totalizando 240 animais distribuídos em 24 unidades experimentais. Todas as rações extrusadas foram processadas na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Os animais receberam ração ad libitum até a saciedade aparente, 4 vezes ao dia, 8, 11, 14 e 17 horas, sendo contabilizado em gramas a quantidade de ração ofertada. Uma vez por semana os parâmetros de qualidade de água foram mensurados, sendo eles: temperatura, pH, oxigênio dissolvido (sonda multiparamétrica para qualidade da água YSI Proplus multiparameter) e amônia (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1989).

Tabela 1. Composição da ração experimental (matéria natural)

Ingredientes (%)	Complexo enzimático SSF(ppm)					
	Sem SSF	200	400	600	800	1000
Farelo soja 45%	71,88	71,88	71,88	71,88	71,88	71,88
Milho grão	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12	20,12
Farelo de trigo	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Fosfato bicálcico	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83	2,83
Calcário calcítico	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Óleo de soja	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Premix ⁽¹⁾	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vitamina C	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Sal comum	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Inerte	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02	-
SSF ⁽²⁾	-	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10
Gelatina ⁽³⁾	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
BHT ⁽⁴⁾	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Composição calculada ⁽⁵⁾						
Materia seca (%)	87,64	87,64	87,64	87,64	87,64	87,64
Proteína bruta (%)	35	35	35	35	35	35
ED (Kcal/Kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Fibra bruta (%)	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92	4,92
Extrato etéreo (%)	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
Calcílio total (%)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Fosforo total (%)	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Lisina total (%)	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07	2,07
Ácido imólico (%)	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06

⁽¹⁾Suplemento vitamínico e mineral comercial para peixes; níveis de garantia (por kg do produto): vit. A - 1.200.000 IU, vit. D3 - 200.000 IU, vit. E - 1.200 mg, vit. K3 - 2.400 mg, vit. B1 - 4.800 mg, vit. B2 - 4.800 mg, vit. B6 - 4.800 mg, vit. B12 - 4.800 mg, vit. C - 48 g, ácido fólico - 1.200 mg, Pantothenato de cálcio - 12.000 mg, biotina - 48 mg, Cloreto de cromo - 108 g, niacina - 24.000 mg (2)O complexo SSF tem como nome comercial Alzyme®SSF e é vendido da empresa Altech Inc. (3) BHT - butylatedhydroxytoluene(4) A gelatina foi incluída na ração após o processo de extrusão juntamente com o complexo enzimático sob a forma "on top"(5) Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos ingredientes.

Aos 56 dias de experimento foi calculada a sobrevivência e todos os animais foram anestesiados com eugenol previamente dissolvido em álcool absoluto (25 mg/L durante 1 minuto), pesados em balança analítica de precisão 0,001 e medidos com paquímetro digital para obtenção dos comprimentos padrão e total. Posteriormente foram avaliados: consumo de ração (g/dia), ganho de peso (g), conversão alimentar (g/g), biomassa (g) e ganho em biomassa (g).

A partir dos registros do consumo total de ração e do ganho de peso [GP = (peso final - peso inicial)], foi calculada a conversão alimentar [CA = (consumo de ração/ganho de peso)]. E a partir dos registros de sobreviventes e peso foram calculados a biomassa inicial e final (número de indivíduos x peso médio), e o ganho de biomassa estimada (número de indivíduos x ganho de peso).

Os dados de desempenho foram submetidos a regressão através do programa SAEG – Sistemas para Análises Estatísticas e Genéticas – UFV (2004). Modelos lineares de cada parâmetro em função do complexo enzimático SSF foram testados e a escolha da melhor equação foi dada pelo maior coeficiente de determinação (r^2), para a significância dos coeficientes de regressão pelo teste t a 0,05 de probabilidade e para a sua adequação biológica. Anteriormente à análise de variância, os dados de sobrevivência foram transformados para arcosen, mas na tabela são apresentados valores em porcentagem.

RESULTADOS

Os parâmetros de qualidade de água encontram-se na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros de qualidade de água obtidos durante o período experimental de tambacu alimentados com ração contendo Alzyme SSF

Parâmetros	Médias	CV (%)
pH	7,33 \pm 0,30	5,26
Nitrito (mg L^{-1})	0,01 \pm 0,01	1,11
Amônia total (mg L^{-1})	0,02 \pm 0,00	3,06
Temperatura (°C)	25,56 \pm 3,68	1,72
Oxigênio dissolvido (ppm)	5,14 \pm 0,60	1,45

Analisados no Laboratório de Aquicultura e Ecologia Aquática do DZD (UFVJM)

Aos 56 dias foram obtidos dados de desempenho (tabela 2).

Parâmetros	Níveis de inclusão de SSF (ppm)					CV (%)	
	0	200	400	600	800		
Peso Inicial (g)	4,28	4,35	4,27	4,27	4,32	4,29	5,32
Peso Final (g)	11,86	11,83	11,89	12,33	12,16	12,00	4,14
Ganho de peso (g)	7,51	7,55	7,51	8,06	7,83	7,71	5,70
Conversão Alimentar (g/g) [†]	1,82	1,78	1,74	1,70	1,71	1,71	2,57
Comprimento Padrão(cm)	68,07	71,71	68,90	69,22	69,57	66,71	6,82
Consumo ração (g)	13,68	13,43	13,26	13,71	13,44	13,17	4,52
Biomassa inicial (g)	33,70	32,62	34,23	35,23	34,80	35,30	6,87
Biomassa final (g)	91,97	90,32	95,24	101,73	97,32	98,86	7,90
Ganho em biomassa (g)	58,27	57,69	61,00	66,49	62,72	63,55	9,48
Comprimento Total (cm)	85,86	86,07	85,82	88,85	87,21	87,50	6,80
Sobrevivência (%)	77,50	76,25	80,00	82,50	80,00	82,50	6,22

[†] Efeito linear ($p<0,05$): $y = -0,0225569 + 1,82447x$; $r^2=0,81$

Não foram observados efeitos ($p>0,05$) para as variáveis avaliadas, exceto para conversão alimentar ($p,0,05$), em função dos tratamentos. Até o nível de inclusão de 600ppm, houve melhora na conversão alimentar, não sendo verificado a partir deste valor

alterações neste parâmetro. Observou-se também que o nível de inclusão no qual foi obtido melhor conversão alimentar foi o nível de 600ppm, sugerindo que o acréscimo de SSF a partir deste valor não promove alterações neste parâmetro. Além disso, não houve influência ($p>0,05$) dos níveis de inclusão enzimática sob o peso inicial, peso final, ganho de peso, consumo de ração, comprimento padrão, comprimento total, biomassa inicial e final, ganho em biomassa e sobrevivência.

DISCUSSÃO

Durante todo o período experimental, o sistema de recirculação manteve a qualidade de água dentro dos níveis compatíveis para a espécie, similarmente ao observado na literatura (SIGNOR *et al.*, (2010), MOURA *et al.*, (2012), SILVA *et al.*, (2007)).

A inclusão de 600 ppm de complexo enzimático SSF na forma “on top” após a extrusão para s de juvenis de tambacu proporcionou melhor conversão alimentar, porém não interferiu nos demais parâmetros de desempenho mensurados.

Moura *et al.* (2012) obteve resultados semelhantes em seu experimento incluindo níveis do complexo enzimático SSF em rações peletizadas para tilápias do Nilo. Os autores observaram melhorias gradativas na conversão alimentar com a inclusão do SSF até o maior nível de inclusão (150 ppm), ainda ressaltam que esta melhora ocorre em função da maior biodisponibilidade de nutrientes.

Em um estudo com juvenis tilápias no Nilo, Signor *et al.* (2010) observou que a inclusão de complexo enzimático contendo amilase, protease, celulase, lipase, pectinase, xilanase, α -glucanase e fitase também não interferiu

no ganho de peso, porém melhorou a conversão alimentar.

A similaridade dos demais dados de desempenho do presente estudo nos sugerem que o tambacu, assim como o tilápias, sendo uma espécie onívora, com tendência a frugívero no ambiente natural (LOPES et al., 2010), possui uma habilidade de digerir alimentos de difícil digestão, principalmente frutos e sementes presentes na sua ração natural (SILVA et al., 2003). Esta capacidade de digerir alimentos menos assimiláveis, provavelmente, minimizou o efeito do complexo enzimático não ocasionando diferença nos demais parâmetros.

Em um trabalho com suplementação enzimática para tilápias do Nilo, Furuya et al. (2001), também não observa diferença nos índices de sobrevivência e ganho de peso, estimando-se os valores de biomassa a partir dos seus dados, percebeu-se semelhança aos dados de biomassa final e ganho em biomassa do presente trabalho. Já na conversão alimentar, os mesmos autores verificaram que a inclusão enzimática promove uma melhoria neste parâmetro.

Em um trabalho com suplementação de protease para tambacus, Nunes et al. (2006), também não observou diferença significativa no peso final, e no consumo de ração, assim como no presente trabalho. Furuya et al. (2005) em um trabalho em suplementação de fitase e níveis de proteína, também não observou diferenças significativas no peso final.

Mendonça et al. (2012), em seu trabalho com suplementação de fitase em rações para tilápias, também não observou diferenças significativas no comprimento total e padrão, similarmente ao observado no presente estudo.

CONCLUSÃO

Para melhorar a conversão alimentar de juvenis de tambacu, deve-se adicionar 600ppm de complexo enzimático SSF na ração.

NOTAS INFORMATIVAS

Aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais – CEUA do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa Processo No. 59/2013. Em 08/Agosto/2013.

AGRADECIMENTOS

Capes, CNPQ, FAPEMIG, Alltech Inc.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION Standard methods for the examination of water and wastewater. 16.ed. Washington: American Public Health Association, 1989.
- BARTLEY, D.M., RANA, K.; IMMINK, A. The use of inter-specific hybrids in aquaculture and fisheries. Reviews Fish Biology and Fisheries, n.3, v.10, p.325-337, 2001.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.) Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.2, p.539-545, 2002.
- CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. T. M.; APPET, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. Revista Eletrônica Nutritime, v.2, n.6, p.254-267, 2005.
- FURUYA, W.M.; HAYASHI, C.; FURUYA, V.R.B. et al. Exigência de proteína para alevino revertido de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.26, n.6, p.1912-1917, 2000.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G. S.; FURUYA, V. R. V.; HAYASHI, C. Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Inclusão de complexo enzimático SSF em rações para juvenis de tambacu

- Desempenho e Digestibilidade.Rev. Brasileira de Zootecnia, v.30, n.3, p.924-929, 2001.
- FURUYA, W.M., SANTOS, V.G., BOTARO, D., HAYASHI, C. E SILVA, L.C.R. Níveis de proteína e fitase em rações de terminação para a tilápia do-nilo (*Oreochromis niloticus*). Arquivos Ciência Veterinária e Zootecnia, v.8, n.1, p.11-17,2005.
- GONÇALVES, A.C.S.; MURGAS, L.D.S.; ROSA, P.V. E; NAVARRO, R.D.; COSTA, D.V.; TEIXEIRA, E.A. Desempenho produtivo de tambacus alimentados com dietas suplementadas com vitamina E. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, n.9, p.1005-1011, 2010.
- KUBITZA, F. Qualidade do alimento, qualidade da água e manejo alimentar na produção de peixes. In: Simpósio Sobre Manejo E Nutrição De Peixes, Piracicaba. Anais... Piracicaba: CBNA, 1997, p. 63-101. 1997.
- LOPES, J.M.; PASCOAL, L.A.F.; SILVA-FILHO, F.P.; SANTOS, I.B.; WATANABE, P.H.; ARAÚJO, D.M.; PINTO, D.C.; OLIVEIRA, P.S.; Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. Revista Brasileira de Saúde na Produção Animal, v.11, n.2, p.519-526, 2010.
- MENDONÇA, P.P.; COSTA, P.C.; POLESE, M.F.; VIDAL-JUNIOR, M.V.; ANDRADE, D.R.; Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui. Archives zootecnia, v.61, n.235, 2012.
- MOURA, G.S.; LANNA, E.T.A.; FILER, K.; FALKOSKI, D.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, M.G.A.; REZENDE, S.T. Effectsofenzymecomplex SSF (solidstatefermentation) in pellet diets for Niletilapia. Revista Brasileira Zootecnia, v.41, n.10, p.2139-2143, 2012.
- NUNES, E.S.S.; CAVERO, B.A.S.; PEREIRA-FILHO, M.; ROUBACH, R.; Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.1, p.139-143, 2006.
- PEREIRA-FILHO, M. Alternativas para alimentação de peixes em cativeiro. In: VAL, A.L.; HONCZARYK, A. (Ed.). Criando peixe na Amazônia. Manaus: MCT: INPA, 75-82 p. 1995.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; QUINTERO-PINTO, G.; FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.4, p.1595-1604, 2002.
- ROBINSON, E. H.; LI, M. H.; MANNING, B. B.; A Practical Guide to Nutrition, Feeds, and Feeding of Catfish.1113.bo. Mississipi, 2001.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais.3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 252p. 2011.
- SIGNOR, A.A., BOSCOLO, W.R., BITTENCOURT, F., FEIDEN, A., GONÇALVES, G.S. E FREITAS, J.M.A. Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo complexo enzimático. Revista Brasileira Zootecnia, v.39, n.5, p.977-983, 2010.
- SILVA, J.A.M.; PEREIRA-FILHO, M.; OLIVEIRA-PEREIRA, M.I.; Frutos e Sementes Consumidos pelo Tambaqui, *Colossoma macropomum*(Cuvier, 1818) incorporados em rações. digestibilidade e velocidade de trânsito pelo trato gastrointestinal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, n.6, p.1815-1824, 2003.
- SILVA, T.S.C.; FURUYA, W.M.; SANTOS, L.D.; FUJII, K.M.; MICHELATO, M.; IWAMOTO. Fitase líquida em dieta extrusada para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) Acta Scientiarum, Animal Sciences, v. 29, n. 4, p. 449-455, 2007.
- VIEILLE, C. AND ZEIKUS, J. Thermoenzymes: identifying molecular determinants of protein structural and functional stability. Trends in Biotechnology, v.14, n.1, p.183-190, 1996.