10.30612/agrarian.v12i45.8744

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Biomassa seca de *Aspergillus niger* em rações extrusadas para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Dry biomass of Aspergillus niger in extruded feeds for Nile tilapia (Oreochromis niloticus) fingerlings

Alison Alves de Sousa[1,3], Maurício Gustavo Coelho Emerenciano[1,3], Emerson Giuliani Durigon[2], Giovanni Lemos de Mello[3]

[1] Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZOO/UDESC), Chapecó, SC, Brasil
[2] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ/UFSM), Santa Maria, RS, Brasil
[3] UDESC, Departamento de Engenharia de Pesca e Ciências Biológicas, Laboratório de Aquicultura (LAQ), Laguna, SC, Brasil
Email: alissonalves1994@hotmail.com

Recebido em: 09/09/2018 Aceito em:26/01/2019

Resumo: Visto que um dos maiores entraves na produção de organismos aquáticos são os altos custos com alimentação que podem chegar a 50% dos custos totais de produção, dietas elaboradas com ingredientes alternativos como os fungos podem auxiliar na redução de custos de fabricação e ajudar ainda mais a viabilidade dos cultivos. Diante disto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes níveis de biomassa seca de *Aspergillus niger* (micélio) (0, 2, 4 e 8%) em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com peso médio de 1,72 ± 0,16 g. O experimento teve uma duração de 42 dias e foi avaliado o desempenho zootécnico, índices organo-somáticos e composição de carcaça. Em relação aos parâmetros zootécnicos não houve efeito significativo para peso final e consumo de ração. Já a conversão alimentar, ganho em peso e taxa de crescimento específico apresentaram diferenças e os melhores níveis de inclusão de biomassa seca de *A. niger* apontados pela regressão para esses parâmetros foram 3,75, 4,24 e 4,25%, respectivamente. Para os índices organo-somáticos como rendimento de carcaça, índice digestivo somático, quociente intestinal e índice esplenosomático não houve efeito significativo (p>0,05). No entanto pôde ser observado efeito quadrático para índice hepatossomático e índice de gordura visceral em que o melhor nível de inclusão, de acordo com a análise de regressão foram de 5 e 4,75% respectivamente. Os parâmetros de composição de carcaça não apresentaram efeito significativo. De acordo com os dados obtidos, recomenda-se um nível de inclusão de 4% de biomassa seca de *A. niger* em rações extrusadas para tilápia do Nilo.

Palavras-chave: desempenho, fungo, nutrição, piscicultura

Abstract: Since one of the major issues of the aquatic organisms production is the high cost of feeding in which could represent more than 50% of total production costs, diets made from alternative ingredients such as fungus biomass could help to reduce feed manufacturing costs and increase the feasibility of fish culture. In this context, the objective of the present work was to evaluate the different levels of *Aspergillus niger* biomass (mycelium) (0, 2, 4 and 8%) in diets of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingelings with a mean weight of 1.72 ± 0.16 g. The experiment last 42 days and was evaluated the zootechnical performance, organosomatic indexes and carcass composition. Regarding to the zootechnical parameters, there was no significant effect for final weight and feed intake. Feed conversion, weight gain and specific growth rate presented differences and the best inclusion levels of *A. niger* biomass according to the regression for these parameters were 3.75, 4.24 and 4.25%, respectively. The parameters of organosomatic indexes such as carcass yield, somatic digestive index, intestinal quotient and splenosomatic index did not present significant difference (p>0.05). On the other hand, a quadratic effect was observed for hepato-somatic index and visceral fat index, where better inclusion levels by regression were 5 and 4.75% respectively. The carcass composition parameters had no significant effect. According to the data obtained, the level of inclusion of 4% of *A. niger* (mycelium) in diets for Nile tilapia is recommended.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Keywords: fish culture, fungus, nutrition, performance

Introdução

A aquicultura vem crescendo e obtendo destaque no cenário mundial nos últimos anos por ser a principal atividade responsável por suprir a demanda de pescado no mundo (FAO, 2016). A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) apresenta extrema importância neste cenário de crescimento, principalmente no Brasil onde seu cultivo tem apresentado rápida expansão (Lima et al., 2016). O sucesso da espécie está atrelado a sua fácil adaptação a diversos tipos de sistemas de cultivo, rusticidade, baixo nível trófico, rápido crescimento, além de apresentar boas conversões alimentares (Furuya, 2010).

As boas características relacionadas à alimentação das tilápias impulsionam ainda mais os estudos relacionados aos aspectos nutricionais, fisiológicos, morfológicos e todos aqueles que afetam o desempenho produtivo (Caballero et al., 2004). Outro aspecto a ser levado em conta e não menos importante é o econômico, uma vez que o alto custo das rações pode representar mais de 50% dos custos totais de produção (Abwao et al., 2014). Diante desta problemática, a busca por ingredientes alternativos que apresentam uma composição nutricional semelhante ou até mesmo melhor que os convencionais, surgem como uma opção na redução de custos (Santos et al., 2009).

Existem muitos estudos relacionados com a utilização de leveduras (fungos unicelulares) como ingrediente alternativo em dietas aquícolas. Hisano et al. (2004) enaltecem as leveduras por sua biossegurança, pela fácil incorporação durante o processo de fabricação da ração e melhora no desempenho produtivo. Além disso, podem melhorar parâmetros sanguíneos, imunológicos e aumentar a resistência do animal em situações de estresse (Schwarz et al., 2016; Abass et al., 2018).

O fungo *Aspergillus niger* é amplamente conhecido e utilizado pela indústria devido a sua alta capacidade de produção de ácido cítrico, além disso, é um dos fungos filamentosos mais utilizados para obtenção deste produto (Wang et al., 2016; Chen e Nilsen, 2016). Por outro lado, a utilização de biomassa seca de *A. niger* na nutrição de organismos aquáticos é escassa na literatura, impulsionando a realização do presente estudo.

De forma a compreender melhor o modo de atuação desta espécie de fungo no desempenho do animal, o presente estudo teve como objetivo testar diferentes níveis de inclusão de biomassa seca de *A. niger* (micélio) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), em rações extrusadas, e avaliar o desempenho zootécnico, índices organo-somáticos e composição da carcaça.

Materiais e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura (LAQ) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CERES), CEUA 1429290518. O material biológico (alevinos de tilápia do Nilo) foi oriundo de uma piscicultura comercial da região e estocados em 16 caixas retangulares de polipropileno com volume útil de 60 L em sistema de recirculação de água ("*RAS"* na sua sigla em inglês). O sistema contava, em sequência, com um filtro mecânico (decantador de fundo cônico de 20 L) e um filtro biológico (caixa plástica de 250 L contendo 0,2 m^3 de raias de piscina de polietileno de baixa densidade atuando como substrato de fixação de bactérias nitrificantes). Ainda nesta caixa, que atuava também como reservatório, foram instalados termostatos (Atman® modelo BT-300 W, Zhujiang Sanjiao, China) visando manter uma relação aproximada de 1 W/L e a temperatura próxima a 28ºC; e uma bomba submersa (Atman® de 3500 L/h, Zhujiang Sanjiao, China) para bombear a água desse reservatório para as unidades experimentais. Este procedimento foi adotado com intuito de manter as mesmas características de qualidade de água em todas as unidades experimentais.

Durante 42 dias em um delineamento inteiramente ao acaso contendo 4 tratamentos com 4 repetições, foram povoados 320 juvenis de tilápia do Nilo com peso inicial de 1,72 ± 0,16 g (20 peixes por cada unidade experimental). Os tratamentos apresentavam diferentes níveis de inclusão de biomassa seca de *A. niger* (denominada micélio) nas rações com 0% (ou controle), 2%, 4% e 8%. A secagem da biomassa do fungo utilizado no experimento foi realizada através do método de secagem *"drum drier"*. As rações foram formuladas e extrusadas na empresa BioBase (município de Águas Frias, Santa Catarina, Brasil) e os níveis de garantia da dieta

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

base, de acordo com as informações do rótulo, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Níveis de garantia da dieta base de acordo com as informações contidas no rótulo do fabricante (Fonte: BioBase, Águas Frias, SC, Brasil)

Níveis de garantia	
Proteína Bruta (Mín.)	400,00 g kg^{-1}
Estrato Etéreo (Mín.)	80,00 g kg^{-1}
Matéria fibrosa (Máx.)	50,00 g kg^{-1}
Matéria Mineral (Máx.)	120,00 g kg^{-1}
Cálcio (Mín.)	10,00 g kg^{-1}
Cálcio (Máx.)	30,00 g kg^{-1}
Fósforo (Mín.)	10,00 g kg^{-1}
Umidade (Máx.)	100,00 g kg^{-1}
Sódio (Mín.)	2000,00 mg kg^{-1}
Vitamina A (Mín.)	11200,00 UI kg^{-1}
Vitamina D3 (Mín.)	2240,00 UI kg^{-1}
Vitamina E (Mín.)	128,00 UI kg^{-1}
Vitamina K3 (Mín.)	15,00 mg kg^{-1}
Vitamina B1 (Mín.)	16,00 mg kg^{-1}
Vitamina B2 (Mín.)	16,00 mg kg^{-1}
Vitamina B6 (Mín.)	16,00 mg kg^{-1}
Vitamina B12 (Mín.)	16,00 mg kg^{-1}
Biotina (Mín.)	0,06 mg kg^{-1}
Ácido Nicotínico (Mín.)	80,00 mg kg^{-1}
Ácido Pantotênico (Mín.)	40,00 mg kg^{-1}
Ácido Fólico (Mín.)	5,00 mg kg^{-1}
Colina (Mín.)	2000,00 mg kg^{-1}
Vitamina C (Mín.)	600,00 mg kg^{-1}
Iodo (Mín.)	1,50 mg kg^{-1}
Selênio (Mín.)	0,30 mg kg^{-1}
Ferro (Mín.)	85,00 mg kg^{-1}
Cobre (Mín.)	11,50 mg kg^{-1}
Zinco (Mín.)	80,00 mg kg^{-1}
Manganês (Mín.)	25,50 mg kg^{-1}
Cobalto (Mín.)	0,50 mg kg^{-1}

O tamanho do pellet utilizado foi de 2-4 mm e o arraçoamento foi dividido em 2 horários (9:00h e 16:00h) e a quantidade de dieta ofertada inicialmente foi de 3% da biomassa e depois ajustada semanalmente através de biometrias. Os parâmetros de qualidade de água como pH (YSI-10A, Yellow Springs Instruments Inc., OH, USA), oxigênio e temperatura (YSI-55, Yellow Springs Instruments Inc., OH), foram mensurados diariamente pela manhã (8:00h). Uma vez por semana foram mensurados amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato através de um fotocolorímetro (Alfakit modelo AT 100P, Florianópolis-SC, Brasil) e alcalinidade através de titulação volumétrica utilizando kit comercial (Alfakit cód. 2058 e 2460, Florianópolis-SC, Brasil).

Ao término do experimento, individualmente os peixes foram pesados (balança de precisão 0,01 g, Marte modelo ML 600, São Paulo, Brasil) e avaliados os seguintes índices: sobrevivência, consumo de ração, ganho em peso (peso final – peso inicial), conversão alimentar (ganho em peso / consumo de ração) e fator de condição (peso / comprimento total ^{3} x 100).

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Adicionalmente, para avaliar os índices organo-somáticos foram coletados 10 peixes de cada tratamento para avaliar os seguintes índices: rendimento de carcaça RC (peso eviscerado / peso inteiro x 100), taxa de crescimento específico TCE [(ln peso final - ln peso inicial)/tempo] x 100, índice hepatossomático IHS (peso do fígado / peso total x 100), índice de gordura visceral IGV (peso da gordura / peso total x 100), índice digestivo somático IDS (peso do trato digestório / peso total x 100), índice esplenosomático IE (peso do baço / peso total x 100) e índice gonadossomático IG (peso das gônadas / peso total x 100). Para realizar a avaliação de todos os parâmetros supracitados, Os peixes foram pesados com auxílio de luvas e toalhas úmidas, e posteriormente realizado a eutanásia, onde os peixes foram sedados com eugenol até não apresentarem nenhum movimento e imediatamente sacrificados por método físico de secção medular.

Foram analisados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e cinzas dos peixes (carcaça sem vísceras) conforme a metodologia proposta pela AOAC, (1999) e para determinar o teor de gordura foi utilizada a técnica de (Bligh e Dyer, 1959), essas mesmas metodologias foram utilizadas para a realização das análises bromatológicas da biomassa seca de *A. niger*. As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia Animal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM..

Quanto à análise estatística, para os parâmetros de qualidade de água foi realizada estatística descritiva dos dados obtidos, com valores médios e desvio padrão de cada tratamento. Para os demais parâmetros foi realizada análise de regressão através do programa Assistat 7.7®, com nível de significância de 5% ($p<0,05$).

Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro dos níveis ideais para criação de tilápia do Nilo (El-Sayed, 2006) apresentando as seguintes médias: oxigênio dissolvido 6,83 ± 0,68 mg L^{-1}, temperatura 26,05 ± 1,08 ºC, pH 6,82 ± 0,51, amônia 2,52 mg L^{-1}, nitrito 0,04 ± 0,04 mg L^{-1}, nitrato 0,62 ± 0,65 mg L^{-1}, ortofosfato 4,54 ± 1,39 mg L^{-1} e alcalinidade 49 ± 11,86 mg L^{-1} de CaCO3. As médias, desvio padrão,e cada tratamento podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão dos parâmetros de qualidade de água durante o experimento

Parâmetros	Nível de inclusão			
	0%	2%	4%	8%
Oxigênio dissolvido (mg L^{-1})	6,79 ± 0,68	6,79 ± 0,73	6,97 ± 0,56	6,77 ± 0,73
Temperatura (ºC)	26,24 ± 1,06	25,95 ± 1,08	26,02 ± 1,09	26 ± 1,11
pH	6,82 ± 0,49	6,83 ± 0,49	6,84 ± 0,52	6,79 ± 0,54
Amônia (mg L^{-1})	2,46 ± 2,89	2,38 ± 2,88	2,67 ± 3,13	2,57 ± 3,11
Nitrito (mg L^{-1})	0,06 ± 0,06	0,04 ± 0,06	0,04 ± 0,04	0,04 ± 0,05
Nitrato (mg L^{-1})	0,08 ± 1,08	0,35 ± 0,49	0,63 ± 0,76	0,73 ± 0,88
Ortofosfato (mg L^{-1})	3,08 ± 1,52	4,61 ± 0,57	5,09 ± 1,58	5,41 ± 1,41
Alcalinidade (mg L^{-1} de $CaCO_3$)	60 ± 11,31	48 ± 11,31	48 ± 5,66	40 ± 16,97

Em relação aos parâmetros zootécnicos (Tabela 3), os resultados de peso final não apresentaram efeito significativo entre os tratamentos, esses resultados vão de encontro ao relatado por Meurer et al. (2000) utilizando levedura *spray dried* (0,0%; 1,5%; 3,0%; 4,5% e 6,0%) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo com peso médio de 0,72 g, em que o desempenho dos alevinos foi melhorando a medida que o nível de inclusão de levedura foi aumentando. No entanto, os autores não observaram diferenças significativas para o consumo de ração, o que corrobora com o presente estudo.

Os resultados de sobrevivência também não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos o que mostra que a biomassa de fungo utilizada no presente estudo não causa efeito

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

negativo em relação a este parâmetro, corroborando com o estudo de Meurer et al. (2008) utilizando levedura como probiótico na reversão sexual da tilápia do Nilo e com o estudo de Schwarz et al. (2016) avaliando o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo alimentadas com levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Ainda em relação à sobrevivência, Koch et al. (2011) alimentando matrizes e posteriormente alevinos oriundos de desovas das mesmas matrizes com ou sem levedura (2% de levedura íntegra) observaram maior sobrevivência dos alevinos alimentados com dietas contendo levedura.

Tabela 3. Parâmetros de desempenho zootécnico de tilápias alimentadas com diferentes níveisde biomassa seca de *A. niger* em extrusadas

Tratamento	0%	2%	4%	8%	P < 0,05	R^2
Peso final (g)	16,31 ± 0,25	18,71 ± 0,32	18,40 ± 1,01	17,32 ± 1,17	NS	---
Consumo ração (g)	16,41 ± 0,23	17,82 ± 0,99	18,05 ± 0,78	17,79 ± 1,27	NS	---
CA	1,12 ± 0,03	1,05 ± 0,05	1,08 ± 0,03	1,14 ± 0,04	0.0058	0.80
GP (g)	14,59 ± 0,26	16,98 ± 0,33	16,69 ± 1,01	15,59 ± 1,17	0.0009	0.85
TCE (%/dia)	7,22 ± 0,12	8,38 ± 0,14	8,23 ±0,48	7,70 ± 0,56	0.0007	0.85
Sobrevivência (%)	95,31 ± 9,38	82,81 ± 13,86	92,19 ± 9,38	95,31 ± 9,38	NS	---

Média ± Desvio Padrão:, CA = convenção alimentar $Y = 1.12 - 0.03X + 0.004X^2$, GP = Ganho em peso $Y = 14.80 + 1.06X\ 0.12X^2$, TCE = Taxa de crescimento específico = $7.33 + 0.51X - 0.06X^2$

Para conversão alimentar (CA), ganho em peso (GP) e taxa de crescimento específico (TCE) foi observado efeito quadrático, onde os melhores valores de inclusão de biomassa seca de *A. niger* na ração extrusada para esses parâmetros foram (CA) 3,75%, (GP) 4,24%, e (TCE) 4,25%. Os resultados CA do presente estudo (~1,1) foram melhores quando comparados ao estudo de Abass et al. (2018), com valores médios de ~1,39 utilizando diferentes níveis de inclusão de levedura (*S. cerevisiae*) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo. Pezzato et al. (2006) incluindo nas dietas de alevinos de tilápias diferentes formas de leveduras (íntegra com 2%, autolisada com 2% e somente parede celular com 0,3% de inclusão) observaram melhores valores de ganho em peso, conversão alimentar e taxa de eficiência proteica quando comparado ao tratamento controle sem inclusão de levedura, o mesmo acontece com o presente estudo.

No que diz respeito aos índices organo-somáticos, os resultados de rendimento de carcaça, índice digestivo somático (IDS), quociente intestinal (QI) e índice esplenossomático (IE) não apresentaram diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Índices organo-somáticos de tilápias alimentadas com diferentes níveis de biomassa seca de *A. niger* em rações extrusadas.

Tratamento	0%	2%	4%	8%	P < 0,05	R^2
Rendimento de Carcaça (%)	82,41±1,13	83,02 ± 5,97	85,27 ± 1,18	84,64 ± 1,20	NS	----
IHS (%)	3,38 ± 0,54	2,71 ± 0,40	2,65 ± 0,28	2,86 ± 0,26	0.0041	0.93
IGV (%)	3,29 ± 0,91	2,20 ± 0,70	2,03 ± 0,74	2,48 ± 1,04	0.0164	0.96
IDS (%)	6,76 ± 0,73	6,49 ± 0,85	7,38 ± 1,51	7,34 ± 0,88	NS	---
QI (%)	576 ± 93	541 ± 90	571 ± 74	550 ± 62	NS	---
IE (%)	0,05 ±0,01	0,07 ± 0,04	0,06 ± 0,02	0,04 ± 0,01	NS	---

IHS = Índice hepatossomático $Y = 3.33 - 0.3X + 0.03X2$, IGV = Índice de gordura visceral $Y = 3.24 - 0.57X + 0.06X2$, IDS = Índice digestivo somático, QI = quociente intestinal, IE = Índice esplenosomático

Na maioria dos parâmetros avaliados observa-se uma queda nos valores após um determinado nível de inclusão de biomassa de *A. niger*. Uma possível explicação para estes resultados é que níveis de inclusão muito altos desta biomassa podem acarretar na deficiência ou desbalanceamento de aminoácidos essenciais, dificultando a síntese proteica e resultando na

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

utilização da proteína como fonte energética (Andriguetto et al., 2002). Esta hipótese, provavelmente, também explica os valores de índice hepatossomático (IHS) no presente estudo, onde pode ser observado um efeito quadrático, sendo que o melhor nível de inclusão de biomassa seca de *A. niger* foi de 5% na ração.

O índice hepatossomático (IHS) tem extrema importância com relação aos aspectos nutricionais dos peixes, uma vez que o fígado é responsável pela armazenagem de reservas energéticas como glicogênio e lipídios (Yogata & Oku, 2000). Meurer et al. (2007) com e sem o uso de células vivas de *S. cerevisiae* como probiótico na concentração de 0,1% das rações para alevinos de tilápia do Nilo (~0,5g) não observaram diferenças entre os tratamentos. Este fato pode ser atrelado as baixas dosagens utilizado pelos autores quando comparado ao presente estudo. Em relação ao índice de gordura víscerossomática (IGV) também houve diferença entre os tratamentos, onde o melhor nível de inclusão, segundo a análise de regressão, e que acarretou em menores índices de gorduras acumulados, foi de 4,75%. Meurer et al. (2002) citam que as tilápias em fases iniciais tem baixo aproveitamento de lipídios como fonte de energia, o que dependendo das formulações, podem resultar em um acúmulo de gordura visceral. Bittarello et al. (2013) utilizando farinha de minhoca (0, 1,25 a 5,0%) para alevinos de tilápia do Nilo (~5g), observaram que o nível de inclusão de 1,25% apresentou um maior valor para IGV (2,85%). Certamente os tipos de ingredientes utilizados, bem como a relação energia:proteína interferem nesta variável (Furuya, 2010).

Os dados de composição centesimal de carcaça dos peixes fornecem informações importantes para a determinação de níveis de inclusão ou de substituição de um determinado ingrediente na dieta (Hisano et al., 2007). Os parâmetros de composição de carcaça como proteína bruta, matéria seca, matéria mineral e extrato etéreo não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5). Este resultado é importante uma vez que os níveis de inclusão de biomassa seca de *A. niger* utilizados no presente estudo (variando de 0 a 8% e permanecendo isoproteicas e isoenergéticas) não alteraram a composição da carcaça, fator extremamente relevante para o consumidor final.

Baccarin e Pezzato (2001) estudando o efeito da utilização da levedura desidratada em dietas para tilápia do Nilo observaram um acúmulo de proteína bruta e de gordura na carcaça dos peixes que receberam levedura. Os autores também atrelam tal resultado a um possível desbalanceamento de aminoácidos. O tipo de fungo e a escolha dos demais ingredientes das rações certamente podem influenciar os resultados, isto porque a interação e a correta combinação dos ingredientes de acordo com suas características nutricionais são fatores de extrema importância para que uma dieta apresente um perfil de aminoácidos e ácidos graxos balanceados e equilibrados (Turchini et al., 2018).

Tabela 5. Composição centesimal de carcaças de tilápias do Nilo alimentadas com diferentes níveis de biomassa seca de *A. niger* em rações extrusadas e composição da biomassa seca de *A. niger*.

Parâmetros	Tratamentos					**Biomassa seca (*A. niger*)**
	0%	**2%**	**4%**	**8%**	P < 0,05	
PB (%)	16,91 ± 0,28	16,93 ± 1,62	17,23 ± 0,75	18,35 ± 1,10	NS	12,65
MS (%)	28,08 ± 0,16	28,89 ± 1,34	27,77 ± 0,60	27,72 ± 0,71	NS	8,15
MM (%)	3,14 ± 0,15	3,39 ± 0,26	3,03 ± 0,96	3,09 ± 0,75	NS	0,8
Gordura (%)	5,86 ± 0,24	5,64 ± 0,74	5,06 ± 1,63	5,42 ± 1,68	NS	0,7

PB; Proteína bruta; MS: matéria seca; MM: matéria mineral

Neste sentido, os parâmetros de desempenho zootécnico e de índices somáticos que apresentaram diferenças estatísticas, confirmam a tese que a utilização de biomassa seca de *A. niger* pode trazer benefícios ao organismo que está sendo cultivado. Além disso, estudos futuros com um período de duração maior são necessários para compreender melhor as funções desta espécie de fungo sobre o desempenho produtivo dos peixes utilizando dietas extrusadas.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, recomenda-se um nível de inclusão de 4% de biomassa de *Aspergillus niger* seca em rações extrusadas para alevinos de tilápia do Nilo.

Agradecimentos

A empresa Tate&Lyle por todo suporte financeiro. A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC (PAP-FAPESC 2013TR340 e 2015TR453), e a toda equipe LAQ/UDESC pelo apoio técnico durante a realização do estudo.

Referências

ABASS, D. T.; OBIRIKORANG, K. A.; CAMPION, B. B.; EDZIYIE, R. E.; SKOV, P. V. Dietary supplementation of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) improves growth, stress tolerance, and disease resistance in juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, p. 1-13, 2018.

ABWAO, J. O.; BOERA, P. N.; MUNGUTI, J. M.; ORINA, P. S.; OGELLO, E. The potential of periphyton based aquaculture for nile tilapia (*Oreochromis niloticus L.*) production. A review. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**, v. 2, n. 1, p. 147-152, 2014.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. Nutrição animal. 4.ed. São Paulo: Nobel,, 2002. 387 p.

AOAC. AOAC International, Official methods of analysis, 16th edn. ed. Washington, 1999.

BACCARIN, A. E.; PEZZATO, L. E. Efeito da utilização da levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 549-556, 2001.

BITTARELL, A. C.; FRIES, E. M.; FINKLER, J. K.; SIVIDANES, V. P.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR A. Farinha de minhoca para alevinos de tilápia (Oreochromis niloticus). **Agrarian**, v. 6, n. 21, 2013.

BLIGH, E.; DYER, W. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. J. Biochem.**, v. 37, p. 911-917, 1959.

CABALLERO, M.J.; IZQUIERDO, M.S.; KJORSVIK, E. et al. Histological alterations in the liver of sea bream, Sparus auratus L., caused by short- or long – term feeding with vegetable oils as the sole lipid source. **Journal of Fish Disease**, v. 27, p. 531- 541, 2004.

CHEN, Y.; NIELSEN, J. Biobased organic acids production by metabolically engineered microorganisms. **Current Opinion Biotechnology**, v. 37, p. 165–172, 2016.

EL-SAYED, A. M.; ABDEL-FATTAH, M. Tilapia culture. **CABI**, 2006

FAO. World review of Fisheries and Aquaculture 2016, Rome, 2016.

FURUYA, W. M. Tabelas brasileiras para nutrição das Tilápias. Toledo: GFM, p. 100, 2010.

HISANO, H. et al. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 2, p.171-179, 2004.

HISANO, H.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. V.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com levedura e derivados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1035-1042, 2007.

KOCH, J.A.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; TEIXEIRA, C.P.; FERNANDES JR, A.C.; PAVOVANI, C.R. Levedura como pronutriente em dietas para matrizes e alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2281-2289, 2011.

LIMA, L.; OLIVEIRA JÚNIOR, F.; GIACOMINI, H.; LIMA JUNIOR, D. Expansion of aquaculture parks and the increasing risk of non-native species invasions in Brazil. **Reviews in Aquaculture**, 2016.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus L.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 566-573, 2002.

MEURER, F., HAYASHI, C., COSTA, M. M., FRECCIA, A., MAUERWERK, M. T. *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-Nilo submetidos a desafio sanitário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1219-1224, 2007.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M.; MASCIOLI, A. S.; COLPINI, L. M. S.; FRECCIA, A. Levedura como probiótico na reversão sexual da tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 9, n. 4, p. 804-812, 2008.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; BOSCOLO, W. R. Utilização de levedura *spray dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus L.*). **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p. 479-484, 2000.

PEZZATO, L.E.; MENEZES A.; BARROS, M.M.; GUIMARÃES, I.G.; SCHICH, D. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Veterinária e Zootecnia**, v. 13, n. 1, p. 84-94, 2006.

SANTOS, E. L.; LUDKE, M. C. M.; BARBOSA, J. M.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, J. V. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 175-180, 2009.

SCHWARZ, K. K.; NASCIMENTO, J. C. D. O.; SILVA, C. H. D. A.; SALVADOR, J. G. Desempenho zootécnico de alevinos de tilápias do nilo (oreochromis niloticus) alimentados com levedura de *saccharomyces cerevisiae*. **Holos,** v. 3, p.104–113, 2016.

TURCHINI, G. M.; TRUSHENSKI, J. T.; GLENCROSS, B. D. Thoughts for the future of aquaculture nutrition: realigning perspectives to reflect contemporary issues related to judicious use of marine resources in aquafeeds. **North American Journal of Aquaculture**. 2018 .

WANG, L.; CAO, Z. L.; HOU, L.; YIN, L. H.; WANG, D. W.; GAO, Q. The opposite roles of *agdA* and *glaA* on citric acid production in Aspergillus niger. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, n. 13, p. 5791–5803, 2016.

YOGATA, H.; OKU, H. The effects of swimming exercise on growth and whole-body protein and fat contents of fed and unfed fingerling yellowtail. **Fisheries Science**, v. 66, p. 1100–1105. 2000.