

PROBIÓTICO, PREBIÓTICO E SIMBIÓTICO NA NUTRIÇÃO DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*

(*Probiotic, prebiotic and synbiotic in nourish fingerlings of Nile tilapia Oreochromis niloticus*)

Kátia Kalko Schwarz¹, Andryani Carlesso Ramos, Bianca Bueno Schlottag, Misael Natã Menezes Luz, Thyago Augusto Ramos da Rocha, Camilla Hetsuko da Silva

¹Correspondência: katia.kalko@unespar.edu.br

RESUMO: Este experimento foi realizado com o objetivo de utilizar a levedura *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico, o prebiótico mananoligossacarídeo (MOS) e ambos como simbiótico na ração para nutrição de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), avaliando o desempenho e morfologia do intestino após 60 dias. Foram utilizados 400 alevinos de tilápia do Nilo da linhagem Gift com peso e comprimento médio inicial de $9,2 \pm 0,5$ g e $8,0 \pm 0,5$ cm, distribuídos em vinte tanques de polietileno de 60 litros, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições cada. Os tratamentos consistiram em uma ração testemunha; 0,2% de probiótico; 0,2% de prebiótico; e 0,2% de probiótico + 0,2% de prebiótico. A utilização de aditivos influenciou o consumo de ração e a conversão alimentar ($P < 0,01$). Não houve diferença significativa para taxa de sobrevivência, peso aos 30 e 60 dias, comprimento do intestino e ganho em peso. A suplementação com aditivos apresentou melhora no epitélio intestinal dos alevinos. O tratamento com probiótico resultou em menor número de células caliciformes ($P < 0,05$) quando comparados aos valores obtidos pelos alevinos que receberam as demais dietas, e maior quantidade de vilosidades em relação ao tratamento testemunha. Quanto à altura dos vilos, os tratamentos com probiótico e simbiótico diferiram do controle sem diferir um do outro. Os resultados obtidos podem indicar uma influência positiva na diferenciação do epitélio intestinal, com isso os peixes tendem a ficarem menos propensos a patógenos e outros desafios.

Palavras-chave: desempenho; levedura; mananoligossacarídeo; peixe

ABSTRACT: This experiment was conducted with the aim of using the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as probiotic, the prebiotic mannanoligosaccharide (MOS) and synbiotic as both in the feed to nourish fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), evaluating the performance and intestinal morphology after 60 days. 400 tilapia fingerlings of Nile Gift lineage with average weight and length of 9.2 ± 0.5 g and 8.0 ± 0.5 cm were used, distributed in twenty 60 liter polyethylene tanks in a completely randomized design, with four treatments and five replications. The treatments consisted of a control diet; 0.2% probiotic; 0.2% prebiotic; 0.2% and 0.2% probiotic + prebiotic. The use of additives influenced feed intake and feed conversion ($P < 0.01$). There was no significant difference in survival rate and weight at 30 and 60 days, intestine length and weight gain. Supplementation with additives showed improvement in the intestinal epithelium of the fingerlings. The probiotic treatment resulted in fewer goblet cells ($P < 0.05$) when compared to values obtained by fingerlings receiving the other diets and greater amount of villi in relation to the control treatment. As for the height of the villi, treatment with probiotic and symbiotic differed from the control without differing from each other. The results may indicate a positive influence on differentiation of the intestinal epithelium, thereby fish tend to be less likely to pathogens and other challenges.

Key Words: fish; mannanoligosaccharide; performance; yeast

INTRODUÇÃO

No Brasil, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada de grande potencial para cultivo, respondendo por 43,1% da produção nacional de peixes, sendo o Paraná, o estado com a maior parcela de produção desta espécie de peixe com cerca de 26,9% (IBGE, 2013). Destacando-se nas criações intensivas seja em tanques escavados ou rede, pela rusticidade, precocidade, rendimento de filé e por suas características organolépticas (Furuya., 2010; EMBRAPA, 2013).

Entre as espécies mais cultivadas no mundo, a tilápia possui uma maior resistência às condições químicas e físicas do ambiente. “Por apresentar excelentes índices produtivos, o cultivo de tilápias ainda necessita de estudos quanto à sua nutrição (Fracalossi & Cyrino, 2013; Furuya, 2013), principalmente quanto à utilização de aditivos promotores de crescimento para melhoria do desempenho” (Schwarz et al., 2011).

Os antibióticos e quimioterápicos usados na nutrição animal possuem eficácia limitada na prevenção ou cura de infecções. O uso expressivo de antibióticos no controle de doenças ou como promotores de crescimento aumenta a pressão de seleção sobre os microrganismos, levando naturalmente ao aumento da resistência bacteriana (Meurer et al., 2006). Um grande avanço no uso e estudo de probióticos e prebióticos como uma alternativa para substituição aos antibióticos está ocorrendo nos últimos anos (Brito et al., 2013).

De acordo com Fracalossi & Cyrino (2013) a utilização dos probióticos e prebióticos na dieta de alevinos de tilápia ainda é uma novidade na piscicultura, sendo que estes componentes da dieta nutricional

podem acelerar as defesas imunológicas destes animais por ativação das células fagocíticas, além de ocasionar efeitos positivos no desempenho de peixes.

Os probióticos, podem ser definidos como microrganismos vivos, como por exemplo leveduras, suplementados aos alimentos e que afetam benéficamente o hospedeiro para melhorar o balanço intestinal (Fuller, 1989). Alternativas atraentes para a suplementação animal são as leveduras e derivados do seu processamento, que se caracterizam pela sua biossegurança, fácil incorporação à mistura da ração e desempenho zootécnico positivo (Hisano et al., 2006; Hisano et al., 2008). Embora sejam uma fonte rica em vitaminas, principalmente do complexo B, a maioria dos estudos realizados a utilizam como fonte proteica substituta às proteínas de origem animal em dietas para peixes (Baccarin & Pezzato, 2001).

O mananoligossacarídeo (MOS) é um prebiótico derivado da parede celular da levedura *Sacharomyces cerevisiae*, seu princípio ativo é a adsorção de agentes patógenos, que melhoram a conversão alimentar, a integridade da mucosa intestinal e a saúde dos peixes, e resultam em melhor ganho econômico, como exemplificado por Li & Gatlin III (2004).

De acordo com Hough (1990) citado por Schwarz et al. (2011), o MOS possui na sua composição química cerca de 40% de β -glucanos, 40% de α -mananos, 28% de proteínas, 7% lipídeos, 3% de substâncias inorgânicas e 2% de hexosaminas e quitina. O glucano está localizado na parte interna da parede, enquanto o manano localiza-se na parte externa e é o componente estrutural mais abundante. “As respostas são positivas sobre parâmetros de

desempenho produtivo, com melhora no sistema imunológico, aumento da resistência contra infecções bacterianas” (Staykov et al., 2007). Hisano et al. (2006) comprovaram que até 3,0% de levedura íntegra ou autolisada e 0,3% de parede celular não provocaram alterações prejudiciais nos padrões hematológicos de tilápia do Nilo. Meurer et al. (2006) e Meurer et al. (2007) observaram que a utilização de *Saccharomyces cerevisiae* promoveu a colonização do intestino, porém sem efeito sobre o desempenho.

Para Schwarz et al. (2010) a inclusão de prebiótico foi adequada para melhor conversão alimentar, eficiência protéica e aumento da altura dos vilos em juvenis de tilápia. Carvalho et al. (2011), em experimento concluíram que os peixes alimentados com ração suplementada com probiótico ou prebiótico apresentaram maior altura das vilosidades, e aqueles com probióticos a espessura do epitélio das vilosidades foi ainda maior.

Albuquerque et al. (2013) testaram na reversão sexual em alevinos de tilápia do Nilo dois tipos de probióticos o *Bacillus cereus* e *B. subtilis*, recomendando neste estudo que o *B. cereus* C-3'02, apresentou efeitos no desempenho produtivo dos alevinos.

Por outro lado Morschbacher et al. (2015) ao testarem vários níveis de prebióticos (MOS) na reversão sexual em alevinos de tilápia do Nilo (0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0%) concluíram que estes níveis não interferiram no desempenho e composição da carcaça dos peixes.

A combinação de probiótico com prebiótico recebe o nome de simbióticos. Estes ingredientes na dieta animal podem resultar em uma simbiose interessante, ao considerar que os probióticos podem estar adaptados aos prebióticos, fomentando essas bactérias e sua

adaptação à microbiota intestinal, melhorando a sua ação funcional (Badaró et. al., 2008; Brito et al.; 2013).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico, a morfologia e contagem das microvilosidades e células caliciformes intestinais de alevinos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com ração suplementada com probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*), prebiótico (mananoligossacarídeo) e simbiótico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido Laboratório Multidisciplinar de Estudos em Animais da Universidade Estadual do Paraná/UNESPAR – campus Paranaguá com duração de 60 dias. Foram utilizados 400 alevinos de tilápia do Nilo da linhagem Gift, oriundos da S3-Piscicultura, Registro/SP, com peso e comprimento médio inicial de $9,2 \pm 0,5g$ e $8,0 \pm 0,5cm$. Os peixes foram distribuídos em 20 tanques de polietileno contendo 60 litros cada, em um delineamento inteiramente casualizado. Foram realizados 4 tratamentos com 5 repetições cada, sendo eles: T1= tratamento testemunha; T2= 0,2% de probiótico; T3= 0,2% de prebiótico e T4= T2+T3 (0,2% de probiótico +0,2% de prebiótico).

A ração formulada conteve 35% de proteína bruta e 3.333 K/cal de energia (Tabela 1). O probiótico utilizado foi a levedura viva de *Saccharomyces cerevisiae* (NCYC996, com 1×10^{10} Unidades Formadoras de Colônia/UFC), como prebiótico. O MOS utilizado foi um produto comercial contendo 23% de β -glucano e 21% de α -mananos, 28% PB, 1% P, 95% MS, 20% gordura e 4% de cinzas, e o simbiótico a mistura do probiótico com o prebiótico. Todos foram incluídos em substituição ao milho da dieta controle.

Tabela 1. Composição percentual da dieta-controle.

Ingrediente	(%)
Farelo de soja	40,00
Farinha de Peixe	25,00
Farelo de trigo	12,00
Milho moído	11,21
Quirela de arroz	5,00
Óleo de soja	3,00
Fosfato bicálcico	2,00
Sal comum	0,50
Suplemento mineral e vitamínico*	0,60
L-Isina	0,20
DL-Metionina	0,20
Vitamina C	0,15
BTH	0,04
Antifúngico	0,10
Total	100,00
Proteína Bruta%	35,00
ED. Kcal/kg	3333,00
Fibra Bruta %	3,70
Cálcio %	1,86
Fósforo disponível	0,90
Gordura %	6,40
Vitamina C (mg/kg)	640,00

*Suplemento Mineral Vitamínico: Composição por Kg: Vit. A= 1200.000UI; vit D3= 200.000UI; vit. E= 12.000mg; vit. K3= 2.400mg; vit. B1= 4.800mg; vit. B2= 4.800mg; vit. B6= 4.000 mg; vit. B12= 4.800mg; ácido fólico= 1.200mg; pantotenato de Ca= 12.000mg; vit. C= 48.000mg; biotina= 48mg; colina= 65.000mg; niacina= 24.000mg;

Os cinco primeiros componentes da ração foram peneirados em malha de 500µm (Tabela 1). Após a adição de todos os ingredientes a ração foi homogeneizada e, ainda úmida, passada no moedor, para serem peletizadas, e então seca na estufa a 50°C durante 24 horas.

A ração foi pesada e distribuída em 20 frascos plásticos, e fixados a seus respectivos tanques. Os alevinos foram alimentados três vezes ao dia, às 8, 12 e 17 horas, *ad libitum*, ou seja, por meio de arraçamento manual até a saciedade aparente.

Os tanques foram sifonados diariamente para retirada das fezes, sendo mantida a renovação de 10% do volume total de cada tanque. O pH foi mensurado por meio de um pHmetro digital e o nitrito e a amônia por meio dos Kits Teste de Nitrito e Teste de Amônia para aquários de água doce, ambos da LabconTest®. Estes foram medidos semanalmente para acompanhamento de qualidade da água dos peixes. A temperatura e o

oxigênio dissolvido (OD) foram aferidos diariamente pela manhã e no período da tarde, utilizando-se termômetro digital e oxímetro. O OD foi mantido entre 4,0 e 6,0 mg.L⁻¹, por meio de pedra porosa acoplada a um soprador.

Os peixes foram submetidos a biometrias mensais, para avaliação do peso aos 30 dias, aos 60 dias o desempenho zootécnico. Para a pesagem utilizou-se balança digital com precisão de 0,001 g, e o comprimento total obtido por meio de paquímetro digital.

Ao final do experimento, em cada unidade experimental, seis peixes foram retirados ao acaso, anestesiados com Eugenol, conforme Vidal et al. (2008) e abatidos por secção medular, pesados e medidos quanto ao comprimento corporal e do intestino, sendo retirada a porção média para análise das vilosidades intestinais de cada tratamento, totalizando 120 peixes abatidos, dos quais 60 para análise do intestino.

No preparo de tecido para análise microscópica, a porção média do intestino foi mantida 24 horas em solução fixadora de alfaque (85% de álcool, 10% de formaldeído e 5% de ácido acético glacial), e então o material foi transferido para solução em álcool 70% por mais 24 horas.

Os intestinos foram submetidos à desidratação, por tratamento com álcool em concentrações crescentes (70 a 100%). As amostras foram diafinizadas e incluídas em parafina histológica. Os cortes foram realizados com seis micrômetros de espessura, cortados no sentido longitudinal, semisseriados e corados pelo método de Schiff o PAS (Periodic acid-Schiff) por este reativo ter afinidade com as moléculas de glicogênio e proteoglicanas, presentes em células produtoras de muco, como as calciformes, para sua melhor visualização.

As imagens das lâminas histológicas foram capturadas com auxílio de microscópio óptico acoplado a uma câmera de captura de imagem com computador. O programa utilizado foi o View 7, ver. 7.1, copyright 2009-011.

Foi realizada a contagem das vilosidades de acordo com o campo de captura de imagem no aumento de 40 vezes (Figura 1), dentre estas, cinco foram escolhidas, pelo critério de integridade, para ser realizada medição da altura das vilosidades em aumento de 100 vezes a partir de sua base ao ápice em linha reta e a contagem de células calciformes por vilão em aumento de 100 vezes (Figura 2), por meio do programa Image-Pro Plus.



Figura 1. Porção do intestino médio de tilápia do Nilo em aumento de 40 vezes em microscópio óptico acoplado ao sistema analisador de imagem para contagem das vilosidades. Coloração: P.A.S. V= vilosidades. Barra 50μm.

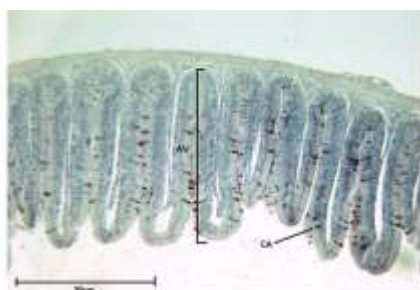


Figura 2 - Porção do intestino médio de tilápia do Nilo em aumento de 100 vezes em microscópio óptico acoplado ao sistema analisador de imagem para contagem de vilosidades. Coloração: P.A.S. AV= altura da vilosidade; CA= células calciformes. Barra 50μm.

Os dados foram submetidos às análises de variância e, quando constatado significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,01$) e ($P<0,05$) utilizando o programa estatístico ASSISTAT®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros físico-químicos da água dos tanques foram de 23 a 27,5°C, oxigênio dissolvido de 4,5 a 7,0 mg.L⁻¹, pH entre 6 a 7,5, amônia de 0,50 a 3,5 mg.L⁻¹ e nitrito de 0,25 a 1,75 mg.L⁻¹ e não diferiram entre os tratamentos. Os valores obtidos para amônia e nitrito não foram os adequados para esta espécie de peixe conforme recomendação feita por Aranã (2013). Porém, foi observado uma baixa mortalidade dos alevinos, o que demonstra que esta espécie de peixe apresentou uma resistência a essas condições.

A utilização de probiótico, prebiótico e simbiótico influenciaram o consumo de ração e a conversão alimentar ($P<0,01$). Não houve diferença significativa para taxa de sobrevivência, peso aos 30 e 60 dias, comprimento do intestino e ganho de peso (Tabela 2).

Tabela 2 - Desempenho de alevinos de tilápias do Nilo alimentados com dietas suplementadas com probiótico, prebiótico e simbiótico.

Parâmetros	T1	T2	T3	T4	CV%
Peso aos 30 dias (g)	14,19	13,7	16,52	13,76	15,58
Peso aos 60 dias (g)	21,73	20,60	24,49	21,51	12,98
Consumo de ração ^a (g)	318,32 ^a	249,12 ^b	259,35 ^b	257,87 ^{b,c}	2,08
Comprimento de intestino (mm)	52,77	51,44	52,26	50,58	9,92
Taxa de mortalidade %	14,8	15	14,4	15,2	11,27
Ganho em Peso (g)	52,22	50,14	50,36	51,42	10,38
Conversão Alimentar ^a	1,68 ^a	1,37 ^b	1,32 ^b	1,44 ^b	4,44

T1= tratamento testemunha; T2= 0,2% de probiótico; T3= 0,2% de prebiótico; T4= T2+T3; CV= coeficiente de variação. Valores seguidos de letras diferentes em uma mesma linha, diferiram entre si pelo teste de Tukey ($P<0,01$).

Os resultados de consumo da ração e conversão alimentar corroboram com os encontrados por Schwarz *et al.* (2010) onde a utilização de MOS influenciou estes parâmetros e também a eficiência proteica, porém as quantidades utilizadas do aditivo foram maiores ao deste experimento, sendo 1, 2 e 3% na ração.

A taxa de sobrevivência, peso individual e comprimento do intestino, resultantes do presente trabalho estão de acordo com Meurer *et al.* (2007) que trabalharam com rações suplementadas com 0,1% de probiótico. No entanto, os autores não encontraram diferenças significativas também para conversão alimentar.

As respostas de conversão alimentar obtidas pelos alevinos que receberam a dieta com *S. cerevisiae* e MOS, encontradas nesta pesquisa são positivas, podendo estar relacionadas com os efeitos benéficos dos componentes da levedura sobre a menor taxa de passagem da dieta, possibilitando melhor digestão e absorção dos nutrientes, como concluído por Hisano et al. (2008), e também pela qualidade do MOS e do probiótico (NCYC996, com 1×10^{10} Unidades Formadoras de Colônia/UFC). Da mesma forma, Hisano et al. (2007) concluíram que, a suplementação de levedura e derivados em rações para alevinos de tilápia do Nilo melhora o desempenho produtivo e propiciam melhor crescimento e eficiência alimentar.

Porém estes resultados não corroboraram com os obtidos por Morschbacher et al. (2014), que não encontraram diferenças significativas no desempenho de alevinos de tilápia do Nilo, no período de reversão sexual com o uso do MOS na composição da dieta. Este fato se deve provavelmente pela qualidade do MOS testado, que pode ter apresentado percentagens inferiores de β -glucano e α -mananos, bem como a fase de estresse fisiológico dos alevinos na fase de reversão sexual.

Os tratamentos suplementados resultaram em maior altura e quantidade de vilos ($P < 0,05$) em relação à dieta controle, enquanto que menor número de células calciformes foi observado no tratamento com probiótico ($P < 0,05$), quando comparados aos valores obtidos pelos alevinos que receberam a dieta isenta de aditivos, com probiótico e simbiótico (Tabela 3).

Tabela 3 - Quantidade e altura média das vilosidades (μm) e quantidade de células calciformes da região medial do intestino de alevinos de tilápia do Nilo, alimentados com rações suplementadas com prebiótico, probiótico e simbiótico.

Parâmetros	T1	T2	T3	T4	CV (%)
Quantidade de vilos	38,38b	42,5a	40,84ab	40,66ab	4,71
Altura dos vilos (μm)	348,28b	394,79a	375,75ab	390,15a	5,87
Células Calciformes	17,84a	13,16b	19,19a	16,87a	11,6

T1= tratamento testemunha; T2= 0,2% de probiótico; T3= 0,2% de prebiótico; T4= T2+T3; CV= coeficiente de variação. Valores seguidos da mesma letra em uma mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,01$).

Segundo Fracalossi & Cyrino (2013) o epitélio da mucosa de peixes é composto por uma única camada de células colunares altas com borda em escova evidente e células calciformes entremeadas, enquanto que as microvilosidades dos enterócitos formam a interface crítica entre os processos de digestão e o aumento da superfície de absorção intestinal.

O uso de probiótico na dieta teve influência positiva na densidade e altura dos vilos, resultando em uma mucosa com maior integridade se comparada com a dieta controle, não diferindo, então, dos demais tratamentos. Porém, a dieta com simbiótico também teve influência na altura dos vilos, não tendo diferença significativa em relação ao tratamento com probiótico.

Pôde-se observar que o número de células calciformes foi menor no tratamento com probiótico (Figura 3). Assim, segundo Schwarz et al. (2011) se o trato gastrointestinal está em condições saudáveis, terá melhores condições de desenvolvimento e desempenho.

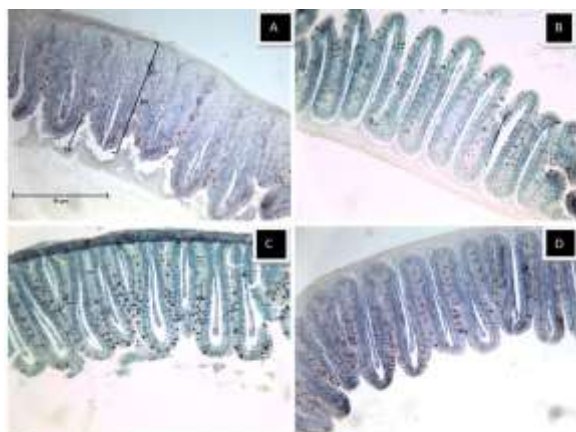


Figura 3 - Diferenças da quantidade e altura de vilos e integridade do tecido intestinal. A= T1; B= T2; C=T3; D=T4; AV= altura dos vilos; CA= células calciformes. Coloração: P.A.S. Barra 50µm.

Quanto maior o tamanho da vilosidade intestinal, maior a capacidade de absorção de nutrientes pelo animal (Junqueira & Carneiro, 2005; Moraes e Almeida, 2014). Isso é confirmado com os resultados obtidos na tabela 3 e figura 3, pois as dietas suplementadas com probiótico e prebióticos interferiram na conversão alimentar, quando comparadas à dieta controle, devido a morfologia da mucosa intestinal frente a estes aditivos nutricionais.

No presente estudo ocorreram diferenças significativas no consumo da ração (Tabela2), sendo que dietas suplementadas com probiótico e simbiótico tiveram um menor consumo, porém o ganho de peso em todas as dietas foi o mesmo estatisticamente, devido à melhora da mucosa intestinal.

As células calciformes, de acordo com Macari *et al.* (2002) citado por Schwarz *et al.* (2010) têm a função de produção de muco e são secretoras de glicoproteínas. Estas por sua vez, têm longa porção polissacarídica, que as tornam hidrofílicas e viscosas. A principal função destas glicoproteínas é a de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta, e atuar como uma barreira protetora para

patógenos intestinais (Moraes e Almeida, 2014).

Pode ser considerado que estas células estariam mais ativas ou em maior quantidade na presença de patógenos, sugerindo que ocorreram desafios aos alevinos que receberam as dietas que continham probiótico (T1) durante a fase experimental, principalmente pela qualidade da água apresentar altos índices de amônia e nitrito.

Contrariamente ao obtido por Hisano *et al.* (2006), que concluíram que a parede celular de levedura na dieta de tilápia, proporciona maior perímetro das vilosidades intestinais, o presente estudo não mostrou diferenças entre as dietas suplementadas, entretanto, a dieta apenas com prebiótico não possuiu diferença significativa ao tratamento testemunha na altura dos vilos. Embora não fosse mensurado neste trabalho o perímetro e sim a altura e quantidade, estes podem ser considerados indicativos da ação benéfica da levedura e seus derivados na mucosa intestinal de tilápias. O efeito linear na altura das vilosidades intestinais pode melhorar a conversão alimentar independente de outras respostas de desempenho.

CONCLUSÃO

No presente estudo as dietas suplementadas diferiram ao tratamento testemunha tanto no consumo da ração quanto na conversão alimentar, sem diferir no ganho de peso, comprimento do intestino e taxa de sobrevivência. Estes tratamentos influenciaram positivamente na diferenciação do epitélio intestinal, porém apenas o tratamento suplementado com probiótico apresentou menor número de células calciformes, podendo estes alevinos estarem protegidos e/ou menos propensos a patógenos e a outros desafios.

AGRADECIMENTOS:

Fundação Araucária (Fomento Científico), Grupo LeSaffre, San Lac, S3piscicultura, Catallini, Unespar.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, D. M.; MERENGONI, N. G.; BOSCOLO, W. R. et al. Probióticos em dietas para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 43, n. 08, p. 1503-1508, 2013.

ARANA, L.V. **Qualidade da água em aquicultura: Princípios e práticas**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2010.

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, mar. 2001.

BADARÓ, A. C. L.; GUTTIERRES, A. P. M.; REZENDE, A. C. V. et al. Alimentos probiótico: aplicações como promotores da saúde humana. **Revista Digital de Nutrição**. Itapitinga: v. 2, n. 3, 2008.

BRITO, M. J.; FERREIRA, A. H. C.; SANTANA JUNIOR, H. A. et al. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não ruminantes – Revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 04, p. 2525-2545, 2013.

CARVALHO, J. V.; LIRA, A. D., COSTA, D. S. P.; MOREIRA, E. L. T; et al. Desempenho zootécnico e morfometria intestinal de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com *Bacillus subtilis* ou mananoligossacarídeo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 1, p. 176-187, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AROPECUÁRIA - EMPRAPA PESCA E

AQUICULTURA. **Piscicultura de água doce: multiplicando conhecimentos**. Brasília: EMBRAPA, 2013. 440 p.

FRACALOSSO, D. M. & CYRINO, J. E. P. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2013. 375 p.

FULLER, R. A review: Probiótico un man and animals. **Journal Applied Environmental Microbiology**, v. 63, p. 1034-1039, 1989.

FURUYA, W. M. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: Editor Wilson M. Furuya - GFM, 2010. 100 p.

FURUYA, W. M. Nutrição de tilápia no Brasil. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v.03, n. 01, p. 133-150, 2013.

HISANO, H.; S., MAELI, D. P.; BARROS, M. M. et al. Levedura íntegra e derivados do seu processamento em rações para tilápia do Nilo: aspectos hematológicos e histológicos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 28, n.4, p. 311-318, 2006.

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**, v. 42, n. 7, p. 1035-1042, 2007.

HISANO, H.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, et.al. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-Nilo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n.1, p. 43-49, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE.

Produção da pecuária municipal (PPM). Brasília, 2013. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/estatistica/economia/ppm/2013/default.shtm>>. Acesso em: 14/11/2015.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular.** 7ª edição, Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

LI. P. & GATLIN III, D. M. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, n. 1-4, p. 445-456, 2004.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M.; et al. Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual submetidas a um desafio sanitário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1881-1886, 2006.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M.; et al. *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.

MORAES, G. & ALMEIDA, L.C. Nutrição e aspectos funcionais da digestão de peixes. IN: BALDISSEROTTO, B.; CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C. **Biologia e fisiologia de peixes neotropicais de água doce.** Jaboticabal: FUNEP, 2014, Cap. 11, p. 234-252.

MORSCHBACHER, E. F.; MAREGONI, N. G.; ALBUQUERQUE, D. M. Monanligossacarídeo durante a reversão sexual de tilápia do Nilo. **Bioscience journal**, v. 30, n. 4, p. 1168-1176, 2014.

SCHWARZ, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. N.; et al. Mananligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.2, p.197-203, 2010.

SCHWARZ, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. M.; et al. Mananligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2634-2640, 2011.

STAYKOV, Y.; SPRING, P; SWEETMAN, J. Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture International**. v. 15, p. 153-161, 2007.

VIDAL, L. V. O.; ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; et al. Eugenol como anestésico para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 8, p. 1069-1074, 2008.