



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Kalko Schwarz, Kátia; Massamitu Furuya, Wilson; Marçal Natali, Maria Raquel; Michelato, Mariana;
Gualdezi, Mirian Cristina

Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 32, núm. 2, 2010, pp. 197-203

Universidade Estadual de Maringá

.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126500013>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo

Kátia Kalko Schwarz^{1*}, Wilson Massamitu Furuya², Maria Raquel Marçal Natali³, Mariana Michelato² e Mirian Cristina Gualdezi¹

¹Laboratório Nutrição de Peixes, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade Estadual de Filosofia Ciências e Letras de Paranaguá, Rua Comendador Correia Júnior, 117, 83203-028, Paranaguá, Paraná, Brasil. ²Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. ³Departamento Ciências Morfofisiológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: katiakalkos@yahoo.com.br

RESUMO. O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a inclusão de mananoligossacarídeo (MOS) em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. Foram utilizados 224 peixes (25 g \pm 1,0 g), em um período de 53 dias e os peixes foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, sendo considerado como bloco cada tanque de 1.000 L com 16 gaiolas de 0,12 m³ cada. Foi utilizada dieta-controle com 28,5% de proteína bruta e 2.855 kcal de energia digestível kg⁻¹ e adicionado MOS nas proporções de 0, 1, 2 e 3%. Não foi observado efeito ($p > 0,05$) dos níveis de inclusão de MOS sobre o consumo, índice hepatossomático, sobrevivência, umidade, cinzas corporal, coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta, proteína bruta, extrato etéreo e disponibilidade das cinzas, densidade de vilos intestinais e número de células caliciformes por vilos. Os melhores resultados ($p < 0,05$) de conversão alimentar, taxa de eficiência proteica, teores de proteína e extrato etéreo na carcaça e altura das vilosidades intestinais foram obtidos em peixes que consumiram a dieta com MOS. Concluiu-se que o a inclusão de 1% de MOS é adequada em dietas para juvenis de tilápias do Nilo.

Palavras-chave: desempenho, mucosa intestinal, peixe, prebiótico.

ABSTRACT. Mannan oligosaccharides in diets for Nile tilapia, juveniles. This study was carried out to assess the inclusion of mannan oligosaccharides (MOS) in diets for Nile tilapia juveniles. Two-hundred and twenty fish with an average initial weight of approximately 25 \pm 1.0 g were used, during 53 days. Fish were distributed in a randomized block design. Each 1,000 L tank with four cages (0.12 m³ each), was considered as a block; fish in each cage received a different dietary treatment. A control diet with 28.5% of crude protein and 2,855 kcal of digestible energy kg⁻¹ was used and dietary MOS was included at 0, 1, 2 and 3%. No effects of MOS on feed intake, hepatosomatic index, survival, moisture, body ash, apparent digestibility coefficients of dry matter, gross energy, crude protein, ether extract and ash availability, intestinal villi density and number of goblet cells per villus were observed. The best values of feed-to-gain ratio, protein efficiency ratio, body composition and villi height were observed in fish fed with dietary MOS. It was concluded that 1% of dietary MOS is adequate for Nile tilapia juveniles.

Key words: performance, intestinal morphology, fish, prebiotic.

Introdução

No Brasil, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a espécie de peixe mais produzida em sistema intensivo, em função do rápido crescimento, boa conversão alimentar e carne com características sensoriais desejáveis, sendo possível a comercialização de filés sem espinhos intramusculares, o que facilita sua comercialização nos mercados interno e externo.

A restrição ao uso de antibióticos e quimioterápicos na nutrição animal, utilizados também como promotores de crescimento, ocorre em função da possível resistência cruzada de

patógenos em seres humanos e alternativas nutricionais estratégicas são necessárias para suprir esta necessidade (MOUNTZOURIS et al., 2006). Para isso, tem-se preconizado o uso de promotores de crescimento alternativos na nutrição animal, que não proporcionem resíduos na carcaça e ao ambiente, como os probióticos e prebióticos.

O mananoligossacarídeo (MOS) é um prebiótico, derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que possui cerca de 40% de β -glucanos, 40% de α -mananos, 28% de proteínas, 7% de lipídeos, 3% de substâncias inorgânicas e 2% de hexosaminas e quitina (HOUGH, 1990). O

glucano é mais abundante e fica localizado na parte interna da parede, enquanto o manano fica na parte externa (HOUGH, 1990). Um dos modos de ação do MOS é a adsorção de agentes patógenos que podem colonizar o trato gastrointestinal ligando-se aos açúcares manose na superfície do intestino. Ao fornecer uma rede de manose no complexo manano, os patógenos ligam-se à rede e são expelidos do sistema (ANTIBIÓTICOS, 1998).

O MOS pode melhorar a saúde de peixes, considerando a sua ação no sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato digestório, para melhorar o desempenho de peixes (CULJAK et al., 2006; STAYKOV et al., 2005; STAYKOV et al., 2007).

Em robalo-peva (*Centropomus parallelus*) 0,3% de MOS, na dieta, possibilitou melhores resultados no ganho em peso, comprimento, altura do peixe, homogeneidade de lote e menor estresse comportamental durante o manejo diário (SCHWARZ et al., 2005). Hisano et al. (2006) observaram em tilápias maior perímetro das vilosidades intestinais, sem alteração nos padrões hematológicos, em peixes que receberam dietas com parede celular de levedura de cana-de-açúcar. Os resultados obtidos por estes autores demonstraram haver possibilidade de melhores efeitos com a inclusão de níveis superiores a 0,3% dos componentes de parede celular.

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar dietas contendo 0, 1, 2 e 3% de MOS sobre o desempenho produtivo, coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes e da mucosa intestinal de juvenis de tilápia do Nilo.

Material e métodos

Juvenis de tilápia do Nilo (n= 224; Peso= 25 g \pm 1,0 g), originados da Piscicultura Aquabel – Rolândia, Estado do Paraná, foram distribuídos aleatoriamente em 16 gaiolas de 0,12 m³ cada, no Laboratório de Aquicultura – DBI/Nupelia/UEM, de fevereiro de 2006 a abril de 2006, durante 53 dias.

Os peixes foram distribuídos em um experimento em blocos ao acaso, sendo considerado como bloco cada tanque de 1.000 L com quatro gaiolas (0,12 m³ cada) com repetição de cada tratamento. Os tanques foram mantidos em sistema de recirculação contínuo de água (10 L min⁻¹), aeração complementar por meio de um soprador de forma a manter os valores de oxigênio entre 5 a 6 mg L⁻¹.

A dieta-controle foi elaborada para conter aproximadamente 28,5% de proteína bruta, 2.885 kcal de ED kg⁻¹ (Tabela 1), visando atender às

exigências recomendadas pelo NRC (1993), para a espécie. Como prebiótico, o MOS utilizado foi o produto comercial (SAF-Mannan®) contendo 23% de β -glucano e 21% de α -mananos, 28% de proteínas, 7% de lipídeos, 3% de substâncias inorgânicas e 2% de hexosaminas e quitina, sendo o produto comercial incluído na proporção de 0; 1; 2; e 3% da dieta.

Tabela 1. Composição percentual da dieta-controle.

Ingrediente	(%)
Farelo de soja ¹	50,00
Milho em grão	27,30
Farelo de trigo	9,20
Farinha de peixe 55%	8,00
Fosfato bicalcico	1,50
Óleo de soja	2,90
DL-metionina	0,16
L-treonina	0,18
Suplemento mineral vitamínico ¹	0,50
BHT	0,02
Sal comum	0,24
Total	100,00
Matéria seca (%) ²	90,643
Energia digestível (kcal kg ⁻¹) ²	2855
Proteína bruta (%) ²	28,51
Fibra bruta (%) ²	4,26
Extrato etéreo (%) ²	3,68
Cálcio (%) ²	1,20
Fósforo disponível (%) ³	0,65

¹Suplemento Mineral Vitamínico: Composição por kg: Vit. A = 1200.000UI; vit. D3 = 200.000UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2.400 mg; vit. B1 = 4.800 mg; vit. B2 = 4.800 mg; vit. B6 = 4.000 mg; vit. B12 = 4.800 mg; ácido fólico = 1.200 mg; pantotenato de Ca = 12.000 mg; vitamina C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg; Cu = 600 mg; Fe = 10.000 mg; Cu = 600 mg; Mg = 4.000 mg; Zn = 6.000 mg; I = 20 mg; Co = 2 mg e Se = 20 mg. A adição de MOS foi realizada por meio da substituição do milho.

²Valores determinados no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal – DZO/UEM. ³De acordo com Furiya et al. (2001).

Todos os alimentos foram moídos em moinho martelo, com peneira de 0,5 mm, e após adição e homogeneização dos ingredientes, foi adicionada água (52°C) na proporção de 30% sobre o peso seco da dieta, sendo as dietas granuladas em moedor de carne e desidratadas em estufa de ventilação forçada por 12h.

A dieta total foi distribuída em três refeições, às 8, 14 e 17h, por meio de arraçoamento manual até saciedade aparente. Ao longo de todo o experimento foram mensurados os parâmetros de temperatura, pH e oxigênio dissolvido da água dos tanques, por meio de kit digital portátil. Todos os peixes foram pesados em balança semianalítica (0,001 g) no início e no final do experimento.

Em cada unidade experimental, após jejum de 12h, três peixes foram retirados ao acaso, emergidos em solução anestésica de Eugenol®: 300 mg L⁻¹ (VIDAL et al., 2008), pesados, medidos e abatidos pela secção medular na região entre a cabeça e corpo, e posteriormente retirados à porção média do intestino, para as análises da mucosa intestinal de cada tratamento, totalizando 48 peixes abatidos, sendo 12 por tratamento.

Após 24h de permanência em solução de “Bouin”, o material foi processado com técnica de rotina para histologia e os cortes transversais, com 7 μ m de espessura, semisseriadas, foram corados com Hematoxilina e Eosina (HE) e outros cortes na mesma proporção foram corados pela citoquímica com o ácido periódico de Schiff o PAS (Periodic acid-Schiff) por este reagente ter afinidade com as moléculas de glicogênio e proteoglicanas, presentes em células produtoras de muco, como as caliciformes. As lâminas histológicas foram analisadas com o auxílio de microscópio ótico acoplado ao sistema analisador de imagens Leica (Image-Pro Plus versão 4.5.0.27).

Foram analisados dez cortes por lâmina histológica, de onde foram escolhidos, pelo critério de nitidez e integridade do corte, três tecidos por lâmina histológica e medidas três vilosidades, totalizando a leitura de 108 vilos por tratamento. Em seguida, foi realizado no Laboratório de Metrologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/Curitiba a captura de imagens por meio do “software” Ipwin32.ex/image-Pro Plus, para a mensuração da altura das vilosidades, em micrômetro e contagem de células caliciformes por vilo medido (do início do vilo, região da cripta ao ápice da vilosidade) em aumento de 40X.

A composição química da carcaça foi obtida utilizando-se oito peixes de cada unidade experimental. O índice hepatossômático foi calculado da razão entre o peso do fígado o peso vivo do peixe. A taxa de eficiência proteica foi calculada de acordo com a expressão descrita por Jauncey e Ross (1982).

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente, as dietas utilizadas no experimento de desempenho foram moídas e, como indicador, foi adicionado 0,1% de óxido de cromo ($Cr_2O_3^{III}$).

Para a coleta de fezes de cada dieta, 22 peixes (25 ± 8 g) foram distribuídos em dois tanques de digestibilidade de 200 L cada, sendo a coleta de fezes realizada diariamente às 8 e 17h, durante cinco dias para cada tratamento, a fim de formar um agrupamento de amostras de cada tanque tipo funil, que foi considerado como repetição. Para a troca de dieta foi estabelecido intervalo de cinco dias para adaptação dos peixes à nova dieta. O material coletado foi desidratado em estufa de ventilação forçada à temperatura de 55°C durante 48h, e após a secagem, o material foi moído em moinho bola, identificado e armazenado em refrigerador para posterior análise. Os coeficientes de digestibilidade da energia e nutrientes das

dietas foram determinados de acordo com a expressão descrita por Nose (1960).

As análises químicas das dietas, carcaças e fezes foram analisadas no Laboratório de Análise de Alimentos do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – UEM, seguindo a metodologia citada por Silva e Queiroz (2002).

Para as análises estatísticas, dois métodos foram utilizados: o teste de Dunnett e o modelo estatístico foi:

$$Y_{ij} = b_0 + S_i + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação referente ao tanque j, em que se utilizará o nível MOS_i;

b_0 = constante;

S_i = efeito da suplementação na dieta i; sendo i = níveis 0, 1, 2 e 3%;

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

A análise por regressão poligonal, o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = b_0 + b_1(h_i - h) + b_2(h_i - h)^2 + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação referente ao tanque j, em que se utilizará o nível MOS i;

b_0 = constante;

b_1 = coeficiente linear de regressão da variável Y, em função do nível de MOS i;

h_i = porcentagem de nível de MOS; sendo i = 1, 2, 3, 4 e $i_1 = 0$, $i_2 = 1$, $i_3 = 2$ e $i_4 = 3\%$ de MOS.

h = média da porcentagem do nível de MOS; e

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os dados foram submetidos às análises de variância e as médias de cada tratamento com MOS foi comparada com a do grupo-controle pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$), utilizando-se o programa Statistix®.

Resultados e discussão

Os valores dos parâmetros físico-químicos da água dos tanques foram de 24,5 a 28°C, oxigênio dissolvido em torno de 4,5 a 6,5 mg L⁻¹, pH entre 6 a 7,5, amônia com valor médio de 0,25 mg L⁻¹ e nitrato 0,5 mg L⁻¹, e os valores não diferiram entre os tratamentos. Estes parâmetros da qualidade da água são adequados para criações de peixes de acordo com Moreira et al. (2001).

Não houve mortalidade durante o período experimental, e não foi observado efeito ($p > 0,05$) dos níveis de inclusão de MOS sobre o ganho de

peso, consumo alimentar, índice hepatossomático e rendimento de carcaça. A utilização de MOS influenciou o consumo, conversão alimentar e taxa de eficiência proteica dos peixes (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com dietas contendo níveis crescentes de mananoligossacarídeo (MOS).

Variável	Mananoligossacarídeo (%)				
	Controle	1	2	3	CV ¹
Peso inicial (g)	23,96	24,25	23,65	23,83	1,73
Ganho em peso (g)	62,61	67,38	66,85	60,90	5,38
Consumo alimentar (g peixe ⁻¹)	92,14	90,51	93,44	91,52	4,23
Conversão alimentar ²	1,47 ^a	1,35 ^b	1,40 ^{ab}	1,51 ^a	3,21
Taxa de eficiência proteica ²	2,43 ^b	2,66 ^a	2,56 ^{ab}	2,38 ^b	3,30
Rendimento de carcaça	86,63	86,04	86,59	86,31	1,31
Índice hepatossomático	2,72	2,54	3,02	3,52	21,9

¹Coefficiente de variação. ²Letras distintas na mesma linha indicam diferenças pelo teste de Dunett ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos e grupo-controle.

Os resultados de ganho em peso obtidos pelos peixes que receberam dietas suplementadas com o MOS, de acordo com o teste de Dunett ($p > 0,05$) corroboram com os encontrados por Hisano et al. (2006), que não observaram diferenças sobre o ganho em peso de juvenis de tilápias alimentados com dietas sem e com 0,1; 0,2 e 0,3% de inclusão de componentes da parede celular de levedura de cana que apresenta composição similar ao do MOS.

Por outro lado, a conversão alimentar e taxa de eficiência protéica, resultantes do presente trabalho, corroboram com Zhou e Li (2004), Culjak et al. (2006) e Staykov et al. (2007), que trabalharam com carpa (*Cyprinus carpio* Var. Jiam), carpa (*Cyprinus carpio* L.) e truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), respectivamente. Estes autores trabalharam com a dosagem aproximada de 0,2% de MOS na dieta e obtiveram valores significativos no desempenho produtivo, para os peixes tratados com MOS na dieta.

As respostas de conversão alimentar e taxa de eficiência proteica, obtidas pelos peixes que receberam as dietas com o MOS, encontradas nesta pesquisa são positivas, podendo estar relacionados com os efeitos benéficos dos componentes da parede celular sobre a menor taxa de passagem da dieta, possibilitando melhor digestão e absorção dos nutrientes corroborando com Hisano et al. (2008). Também deve ser considerado que os PNAs (polissacarídeos não-amiláceos) e os β -glucanos são polímeros lineares de glicose e os α -mananos são constituídos de polímeros de glicose e manose, o que podem aumentar a viscosidade do bolo alimentar, diminuindo a velocidade de trânsito e consequentemente de consumo (SILVA; NÖRNBERG, 2003). Além da menor taxa de passagem da dieta, a utilização da proteína obtida pelos peixes, conforme foi apresentado neste estudo,

pode estar relacionada pelo fato do MOS possuir na sua composição química proteínas, entre outras substâncias que poderiam ter contribuído para maior eficiência proteica (SILVA; NÖRNBERG, 2003). A adição de MOS pode resultar em melhora na saúde dos peixes, considerando sua ação sobre o sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal do animal (STAYKOV et al., 2005; STAYKOV et al., 2007), resultando em melhoria do desempenho de peixes (CULJAK et al., 2006; SCHWARZ et al., 2005; STAYKOV et al., 2007) e da digestibilidade de alguns nutrientes (HISANO et al., 2008).

Não foi observado efeito ($p > 0,05$) dos níveis de inclusão de MOS sobre os teores de umidade, extrato etéreo e cinzas da carcaça. Por outro lado, a inclusão de MOS resultou em significância pelo teste de Dunett ($p < 0,05$) sobre o conteúdo de proteína e extrato etéreo na carcaça dos peixes alimentados com MOS (Tabela 3).

Tabela 3. Composição química da carcaça de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com dietas sem e com mananoligossacarídeo (matéria natural).

Variável (%)	Mananoligossacarídeo (%)				CV ¹
	0	1	2	3	
Umidade	70,01	70,91	70,18	72,03	0,74
Proteína bruta ²	16,73 ^a	15,77 ^{ab}	16,21 ^{ab}	14,74 ^b	2,28
Extrato etéreo ²	10,18 ^a	9,38 ^b	9,21 ^b	9,05 ^b	3,67
Cinzas	3,21	2,91	3,07	2,99	8,47

¹Coefficiente de variação. ²Letras distintas na mesma linha indicam diferenças pelo teste de Dunett ($p < 0,05$).

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostraram menor conteúdo de gordura corporal em peixes que receberam dietas com MOS, parecendo haver pouca relação com o conteúdo de proteína da carcaça de juvenis de tilápia em detrimento à deposição de gordura.

Também, não foi observado efeito ($p > 0,05$) da inclusão de MOS sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta e cinzas. A inclusão de MOS resultou em efeito ($p < 0,05$) sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína, porém sem efeito pelo teste de Dunett (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca, energia bruta, proteína bruta e cinzas de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com dietas sem e com mananoligossacarídeo.

CDA (%)	Mananoligossacarídeo (%)				CV ¹ (%)
	0	1	2	3	
Matéria seca	63,80	63,62	63,56	63,52	0,37
Energia bruta	78,20	76,28	76,08	77,35	1,35
Proteína bruta	85,57	88,17	90,41	86,96	1,20
Cinzas	72,99	78,46	78,86	75,14	8,69

¹Coefficiente de variação.

Contrariamente ao obtido no presente trabalho, Hisano et al. (2008) observaram efeito linear crescente da inclusão de parede celular de levedura sobre o coeficiente de digestibilidade aparente dos minerais. No presente estudo, o elevado coeficiente de variação, de 8,69% foi maior ao observado por Hisano et al. (2008) que foi de 5,28%, não apresentando efeito na deposição de minerais.

Os piores resultados sobre o ganho em peso, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica, baixa retenção de proteína na carcaça e coeficiente de digestibilidade da proteína, em peixes alimentados com o valor de 3% da inclusão de MOS na dieta, podem estar relacionadas ao fato da levedura que originou o MOS ter apresentado uma parede celular bastante espessa, podendo representar até 30% da MS total, que são relativamente resistentes à degradação enzimática no trato gastrointestinal, o que teria prejudicado a eficiência de utilização das dietas. A baixa digestibilidade da parede celular da levedura (34,7%) foi determinada por Hisano et al. (2008), para juvenis de tilápias do Nilo. Além disso, os resultados negativos podem estar relacionados com o aumento da viscosidade das dietas que dificultam o acesso das enzimas digestivas aos nutrientes o que piora a digestibilidade da proteína, conforme observado na Tabela 4 (se fosse pela presença de PNA, a digestibilidade da energia, dos minerais e da gordura também seria prejudicada).

A suplementação de MOS resultou em maior altura de vilos ($p < 0,05$), quando comparado ao valor obtido pelos peixes que receberam a dieta isenta do prebiótico (Tabela 5).

Tabela 5. Altura das vilos, densidade de vilos e número de células caliciformes vilos⁻¹ do intestino de juvenis de tilápias do Nilo alimentados com dietas sem e com mananoligossacarídeo.

Parâmetro	Mananoligossacarídeo (%)				CV ¹
	0	1	2	3	
Altura do vilos (μm) ²	313,53 ^b	344,54 ^a	345,08 ^a	352,76 ^a	11,82
Densidade de vilos	7,75	8,43	8,37	8,96	10,15
Células caliciformes vilos ⁻¹	16,25	16,87	17,42	17,13	20,31

¹Coefficiente de variação. ²Letras distintas na mesma linha indicam diferenças pelo teste de Dunnett ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) para as características de morfometria da mucosa intestinal, entretanto, o número de células caliciformes foi proporcional à altura de vilosidades intestinais. As células caliciformes, de acordo com Macari et al. (2002), 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. Pode ser considerado que estas células estariam mais ativas ou em maior quantidade na presença de patógenos, sugerindo que durante a fase experimental pouco desafio ocorreu.

Hisano et al. (2006) concluíram que a parede celular de levedura nas proporções de 0,1; 0,2 e 0,3% na dieta de tilápias, confrontando com levedura íntegra e autolisada, proporcionou maior perímetro das vilosidades intestinais. Embora não fosse mensurado neste trabalho o perímetro e sim a altura dos vilos, podendo ser este um indicativo da ação benéfica do MOS na mucosa intestinal de tilápias. O efeito linear nas alturas das vilosidades intestinais conforme é aumentado à dosagem de MOS, melhora a conversão alimentar independente de outras respostas de desempenho. Porém algum fator antinutricional ou de desbalanceamento devem ter ocorrido, conforme já discutido, principalmente, para o tratamento com a inclusão de 3% de MOS na dieta.

Os polissacarídeos presentes na parede celular, também podem ter influenciado de maneira positiva a microbiota intestinal. No entanto, o modo de atuação sobre o trato digestório e sua digestão e absorção ainda são poucos conhecidos em peixes e não há relatos de efeitos prebióticos e modulação do crescimento e fixação de bactérias probióticas, que poderiam beneficiar o animal e proporcionar melhor equilíbrio da microbiota intestinal (HISANO et al., 2006).

Por outro lado, Silva (2000), em estudo realizado com aves, citou que o modo de ação dos prebióticos é atuar alimentando e estimulando o crescimento de diversas bactérias intestinais benéficas. Este autor cita que os metabólitos produzidos por estas bactérias reduzem o pH intestinal, pelo aumento da produção da quantidade dos ácidos graxos acético, butírico e propiônico, e este efeito pode vir a reduzir a capacidade de fixação de algumas bactérias patogênicas na mucosa intestinal resultando numa integridade desta mucosa. Se a mucosa intestinal estiver íntegra, haverá a uniformidade de seus vilos que são de grande relevância na produção animal, importante para a densidade de vilosidades compatível com a altura, entendendo por outro lado que deve existir um limite de crescimento máximo das vilosidades, ao ser considerado a área da luz intestinal, espaço este fundamental para a passagem do alimento.

De acordo com Randall et al. (2000) para a maioria dos vertebrados, a taxa de absorção é geralmente proporcional à área da superfície da

membrana apical das células que revestem o epitélio, esse grande aumento da área superficial aumenta a absorção de substâncias digeridas no meio líquido intestinal.

O aumento da altura das vilosidades intestinais, apresentadas da Figura 1, com o incremento da adição do MOS na dieta, pode ter favorecido a absorção de nutrientes da dieta, melhorando a taxa de conversão alimentar, ou seja, em tilápias é possível afirmar que quanto maior a altura das vilosidades, observando-se sempre a densidade dos vilos, maior área de absorção da digesta ocorrerá, e como consequência a menor taxa de conversão alimentar. Também foi observado um incremento dos vasos internos dos vilos apresentados bem como a integridade da mucosa intestinal (Figura 1).

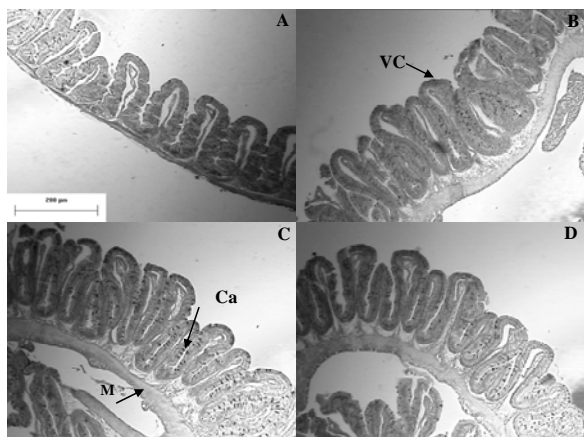


Figura 1. Em A 0; B 1, C 2, D 3% de mananoligossacarídeo (MOS) na dieta. Observar a integridade da altura das vilosidades intestinais em B, C e D. Destacando as vilosidades (VC) em B, muscular da mucosa (M), e célula caliciforme (Ca) em C. Coloração PAS. Barra 200 μ .

Conclusão

O uso de prebióticos tem sido preconizado em dietas para peixes objetivando melhorias no desempenho produtivo e na saúde dos peixes. A inclusão de 1% de mananoligossacarídeo foi adequada em dietas para juvenis de tilápias do Nilo para melhor conversão alimentar, eficiência proteica e aumento da altura dos vilos.

Referências

ANTIBIÓTICOS: a resistência já é realidade. **Revista Feeding Times**, v. 3, n. 1, p. 9-10, 1998.

CULJAK, V.; BOGUT, G.; HAS-SHON, E.; MILAKOVIC, Z.; CANEKI, K. Effect of Bio-MOS on performance and health of juvenile carp. In: ALLTECCH'S ANNUAL SYMPOSIUM. Lexington: Nutrition and biotechnology in the feed and food industries, 2006. p. 153-161.

FURUYA, W. M. PEZZATO, L.E; MIRANDA, E.C. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1186-1192, 2001.

HISANO, H.; S., MAELI, D. P.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. 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.; SAMPAIO, F. G.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. 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.

HOUGH, J. S. **Biotechnologia de la cerveza y de malta**. Zaragoza: Acribia, 1990.

JAUNCEY, K.; ROSS, B. **A guide to tilapia feed and feeding**. Scotland: University of Stirling, 1982.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002.

MOREIRA, H. L. M.; VARGAS, L.; RIBEIRO, R. P.; ZIMERMANN, S. **Fundamentos da moderna aquicultura**. Canoas: UFLA, 2001.

MOUNTZOURIS, K. C.; BALASKAS, C.; FAVA, F.; TUOHY, K. M.; GIBSON, G. R.; FEGEROS, K. Profiling of composition and metabolic activities of the colonic microflora of growing pigs fed diets supplemented with prebiotic oligosaccharides. **Anaerobe**, v. 12, n. 4, p. 178-185, 2006.

NOSE, T. On the digestion of food protein by gold-fish (*Carassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). **Bulletin Freshwater Fish Research Laboratory**, v. 10, p. 11-22, 1960.

NRC-National Research Council. **Nutrient Requirements of warmwater fishes and shellfishes**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1993.

RANDALL, D.; BURGGREN, W.; FRENCH, K. **Fisiologia animal**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

SCHWARZ, K. S.; FANTA, E.; WERNECK, P. R.; NAKAMURA, M. K.; SCHWARZ, R. L. Dados preliminares do desenvolvimento e ganho de massa corpórea como consequência da utilização de mananoligossacarídeo na alimentação de juvenis de robalo-peva (*Centropomus parallelus*) e sua relação com as características teciduais. Curitiba: UFPR, 2005. Disponível em: <<http://25pgbiocel.bio.ufpr/Resumos PUB/0049>>. Acesso em: 8 ago. 2005.

SILVA, E. N. Probióticos e prebióticos na alimentação de aves. **Conferência Apinco' 2000**, São Paulo: Facta, 2000.

SILVA, L. P.; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 983-990, 2003.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.

STAYKOV, Y.; DENEV, S.; SPRING, P. Influence of

dietary mannan oligosaccharide (Bio-MOS) on the growth rate and immune of common carp (*Cyprinus carpio* L.). In: HOWELL, B.; FLOS, R. (Ed.). Lessons from the past to optimize the future. **European Aquaculture Society**, n. 35, p. 431-432, 2005. (Special Publication)

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, n. 2, p. 153-161, 2007.

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

ZHOU, X. Q.; LI, Y. L. The effects of Bio-Mos[®] on intestinal microflora and immune function of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* Var. Jian). In: ALLTECCH'S ANNUAL SYMPOSIUM, Lexington: Nutrition and biotechnology in the feed and food industries, 2004. p. 24-26.

Received on July 21, 2009.

Accepted on March 22, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.