

MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA DO NILO

MANNANOLIGOSACCHARIDAE DURING THE SEX REVERSAL OF NILE TILAPIA

Eder Felipe MÖRSCHBÄCHER¹; Nilton Garcia MARENGONI²;
Daniele Menezes ALBUQUERQUE³

1. Mestre em Zootecnia, Companhia Paranaense de Energia - Copel, Reserva do Iguçu, PR, Brasil; 2. Professor Associado, Pós-Doutor, Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil. ngmget@hotmail.com; 3. Doutoranda em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá - UEM, Maringá, PR, Brasil.

RESUMO: Os prebióticos são classificados como monossacarídeos, oligossacarídeos ou polissacarídeos e podem ser definidos como aditivos naturais não digeríveis por enzimas que afetam benéficamente o hospedeiro por meio do estímulo da ação microbiana. O Bio-Mos[®] é um prebiótico obtido a partir da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e em sua constituição encontram-se α -mananos, β -glicanos e glicoproteínas. Objetivou-se avaliar o efeito da adição do prebiótico mananoligossacarídeo (Bio-Mos[®]) na dieta durante a reversão de tilápia do Nilo sobre os parâmetros de desempenho, proporção sexual, uniformidade dos lotes e composição química da carcaça. Foram utilizadas 1.080 larvas com três dias de idade e peso médio inicial de $10,9 \pm 1,2$ mg. As larvas foram distribuídas em 36 aquários de 30 L, em um delineamento experimental casualizado com seis repetições e tratamentos (0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 e 1,0% de inclusão do prebiótico). A alimentação foi realizada *ad libitum*, seis vezes ao dia, com dietas isoproteicas e isocalóricas, adicionadas de 60 mg kg^{-1} hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona. Ao final da reversão, os valores médios para peso, comprimento, sobrevivência, crescimento específico e fator de condição foram, 620 mg e 32,62 mm, 91,85%, 13,34% dia^{-1} e 1,31, respectivamente, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$). A efetividade da reversão sexual foi de 100% e não houve diferença ($p > 0,05$) na uniformidade dos lotes e na composição química dos peixes alimentados com diferentes níveis de inclusão de prebiótico na dieta. A inclusão até 1,0% de Bio-Mos[®] não prejudica os parâmetros de desempenho, proporção sexual, sobrevivência, uniformidade dos lotes e a composição química da carcaça de tilápia do Nilo durante a fase de reversão sexual.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho produtivo. Nutrição. *Oreochromis niloticus*. Prebiótico. Proporção sexual.

INTRODUÇÃO

Visando reduzir os custos para o consumidor e melhorar a qualidade dos alimentos, muitos pesquisadores passaram a estudar diversos tipos ou melhores combinações de nutrientes conhecidos como promotores químicos ou biológicos, com o objetivo de aumentar a eficiência alimentar, taxa de crescimento e fortalecer o sistema imunológico dos peixes. Como ferramenta para estas aplicações, os prebióticos e os probióticos podem ser alternativos com intuito de manipular a microbiota do trato intestinal dos organismos aquáticos. Os aditivos podem além de melhorar a produtividade dos cultivos auxiliarem na diminuição dos impactos ambientais.

Os prebióticos são classificados como monossacarídeos, oligossacarídeos ou polissacarídeos e podem ser definidos como aditivos naturais não digeríveis por enzimas que afetam benéficamente o hospedeiro pela estimulação seletiva do crescimento ou da atividade de um número limitado de espécies bacterianas,

principalmente como *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* residentes (RINGØ et al., 2010). O Bio-Mos[®] é um prebiótico obtido a partir da parede celular de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) e em sua constituição encontram-se α -mananos, β -glicanos e glicoproteínas.

O processo de produção de rações extrusadas para peixes envolve altas temperaturas e pressão restringindo a utilização de microrganismos vivos como probióticos, em função deste processo eliminar quase que a totalidade dos microrganismos adicionados (AGUIRRE-GUZMÁN et al., 2002). Devido a este fato, os prebióticos podem ser uma alternativa dietética viável para estimular a proliferação de bactérias benéficas no intestino que inibem os patógenos, resultando em uma imunomodulação positiva nos peixes cultivados (RINGØ et al., 2010).

A fase de reversão sexual da tilápia do Nilo é considerada por muitos pesquisadores como a mais delicada, pois os sistemas de confinamento durante esta fase são geralmente superintensivos estando suscetíveis a surtos de doenças, além de

comprometer os bons resultados nas etapas seguintes do cultivo. A utilização de prebióticos para esta fase de cultivo, bem como para a maioria das espécies é um conceito relativamente novo na aquicultura e as pesquisas são bastante limitadas (LI; GATLIN III, 2004).

A adição de prebiótico, assim como os demais aditivos alimentares, necessita de certa precisão em sua administração, pois, o limiar entre expressar seus benefícios e tornar-se prejudicial é estreito. Além disso, o nível de inclusão da substância varia com inúmeros fatores, como idade do peixe, sistema de criação, composição da dieta (SADO et al., 2008) e, principalmente com a condição de estresse ou desafio em que estão submetidos (GARCIA, 2008).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a adição de níveis crescentes do prebiótico mananoligossacarídeo (Bio-Mos®) em dietas, durante a fase de reversão sexual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o desempenho zootécnico, composição química, efetividade de masculinização e uniformidade dos lotes dos alevinos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Centro de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Toledo-PR, durante o período de outubro a dezembro de 2008. Foram utilizadas 1.080 larvas de tilápia do Nilo com três dias de idade e peso médio inicial de $10,9 \pm 1,2$ mg.

As unidades experimentais foram distribuídas em um delineamento completamente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Considerou-se uma unidade experimental um aquário com 30 larvas e volume útil de 30 L.

Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis crescentes, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0% de inclusão de Bio-Mos® e um tratamento controle sem a adição de prebiótico.

Foram utilizadas seis dietas isoproteicas e isocalóricas com níveis crescentes de inclusão de Bio-Mos® (0,0%, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0%). As rações continham 3.500 kcal de energia digestível kg^{-1} , 38,6% de proteína digestível e 60 mg kg^{-1} de hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona adicionados à ração (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações durante a reversão sexual de tilápia do Nilo.

Ingredientes	Níveis de Inclusão de Bio-Mos® (%)					
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Farinha de vísceras de frango	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Farelo de soja	22,66	22,72	22,78	22,84	22,89	22,95
Farinha de peixe	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Milho	12,99	12,62	12,24	11,85	11,47	11,09
Trigo integral	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Óleo de soja	4,00	4,11	4,22	4,34	4,46	4,57
Farinha de carne ossos	2,98	2,98	2,99	3,00	3,01	3,02
Bio-Mos®	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
Propionato de cálcio (Antifúngico)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Antioxidante (BHT)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Suplemento mineral e vitamínico ⁽¹⁾	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Glúten 60%	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nutrientes (%)						
Amido	13,86	13,62	13,39	13,15	12,90	12,67
Cálcio	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,44
Energia digestível (kcal g^{-1})	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500
Fibra bruta	2,08	2,15	2,21	2,28	2,34	2,40
Fósforo total	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Gordura	9,31	9,41	9,51	9,61	9,71	9,81
Linoleico	3,26	3,31	3,36	3,42	3,43	3,53
Lisina	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41	2,41
Metionina	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82
Metionina+cistina	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81

Proteína digestível	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60	38,60
Proteína bruta	43,49	43,49	43,50	43,50	43,51	43,52

⁽¹⁾Premix MCassab, níveis de garantia do produto: vitamina A, 500.000 UI; vitamina D3, 250.000 UI; vitamina E, 5.000 mg; vitamina K3, 500 mg; vitamina C, 10.000 mg; vitamina B1, 1.000 mg; vitamina B2, 1.000 mg; vitamina B6, 1.000 mg; vitamina B12, 2.000 mg; pantotenato de cálcico, 4.000 mg; niacina, 2.500 mg; ácido fólico, 500 mg; biotina, 10 mg; cloreto de colina, 100.000 mg; Cu, 1.000 mg; Fe, 5.000 mg; I, 200 mg; Co, 50 mg; inositol 1.000 mg; Mn, 5.000 mg; Se, 30 mg; Zn, 9.000 mg.

As unidades experimentais foram adaptadas com sistema de aeração independente, ligado a um soprador de ar central. Os aquários foram diariamente sifonados para retirar eventuais resíduos do arroçoamento e fezes dos peixes. Nos primeiros 15 dias foram renovados 30% da água e nos últimos 15 dias este volume passou para 50% duas vezes ao dia. A temperatura da água foi monitorada duas vezes ao dia, uma pela manhã outra no final da tarde, sempre antes da primeira e após a última alimentação. As variáveis dos parâmetros de qualidade de água como oxigênio, pH e condutividade da água foram amostradas semanalmente sempre antes da primeira sifonagem.

A dieta foi fornecida *ad libitum* seis vezes ao dia, às 8, 10, 12, 14, 16 e 18 horas. Ao final do período experimental, todos os alevinos de cada unidade experimental foram insensibilizados com gelo para posterior obtenção dos parâmetros zootécnicos de peso médio final, comprimento, sobrevivência, fator de condição ($FC = [peso/(comprimento\ total)^b]$); onde $b =$ coeficiente alométrico obtido pela inter-relação logarítmica, $Ln\ peso\ (g)\ x\ Ln\ comprimento\ (mm)$, submetida à regressão linear) e crescimento específico ($CE = 100\ x\ (Ln\ peso\ final - Ln\ peso\ inicial)/n^\circ\ de\ dias$). Foi realizada a análise de variância do coeficiente de uniformidade (CU) adaptado para três classes de peso, sendo: a) Pequeno $\leq (N - 20\% / Nt) \times 100$; b) Grande $\geq (N + 20\% / Nt) \times 100$; c) Médio = $(N \pm 20\% / Nt) \times 100$; onde: $N =$ número de peixes em torno da média da unidade experimental; e $Nt =$ número total de peixes em cada unidade experimental.

Durante a pesagem foram retirados aleatoriamente os dez primeiros peixes de cada unidade experimental, conservados em formalina

(10%), para posterior análise de efetividade de reversão sexual utilizando uma adaptação do método de esfregaço das gônadas. O restante dos alevinos foi embalado e congelado para posterior determinação da composição química da carcaça, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2006).

Os procedimentos utilizados neste estudo estão de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal recomendados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e Normas Técnicas Internacionais de Abate Humanitário.

Os resultados dos parâmetros zootécnicos de peso médio final, comprimento, sobrevivência, fator de condição, crescimento específico e composição química da carcaça foram submetidos à análise de variância a 5%, e quando verificada diferenças significativas, estes foram submetidos à análise de regressão pelo programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2000).

Os dados de proporção sexual foram submetidos ao teste de Qui-quadrado ($\chi^2 < 0,05$) para avaliar a proporção entre machos e fêmeas, considerando uma proporção sexual esperada de 1:1 (50% machos e 50% fêmeas).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar na Tabela 2 que, os valores médios para temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade da água dos aquários experimentais não apresentaram variação significativa ($p > 0,05$) entre os níveis de inclusão de Bio-Mos[®], sendo considerados adequados para o cultivo da espécie (EL-SAYED; KAWANNA, 2008).

Tabela 2. Valores médios das variáveis físicas e químicas da água, durante a reversão de tilápia do Nilo, sob diferentes níveis de inclusão de Bio-Mos[®].

Parâmetro	Níveis de Inclusão de Bio-Mos [®] (%)						Média	CV%
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
Temperatura da manhã (°C)	26,16	24,90	24,89	25,03	25,61	25,61	25,36	2,01
Temperatura da tarde (°C)	24,82	24,87	24,85	24,95	24,89	24,76	24,85	0,25
Oxigênio dissolvido (mg L ⁻¹)	5,70	5,73	5,85	5,79	5,76	5,70	5,75	1,01
pH	7,32	7,64	7,59	7,65	7,40	7,35	7,49	2,03
Condutividade (µS cm ⁻¹)	91,67	111,33	87,67	88,33	88,33	90,00	92,88	9,85

Os valores médios dos parâmetros de desempenho e sobrevivência estão apresentados na Tabela 3. A inclusão de Bio-Mos[®] até o nível de 1% da dieta não teve efeito ($p>0,05$) sobre os parâmetros de desempenho e sobrevivência avaliados no presente experimento, o que concorda com Fabregat et al. (2008), que utilizando o

prebiótico *Flavofeed*[®] composto por bioflavonoides cítricos, mananoligossacarídeos e β -glucanos, ácidos linoleico e oleico e os ácidos ascórbico e cítrico, para juvenis de tilápia não verificaram diferença para os parâmetros de peso final, ganho em peso e sobrevivência.

Tabela 3. Desempenho zootécnico das larvas de tilápia do Nilo, durante a fase de reversão sexual, submetidas a diferentes níveis de inclusão de prebiótico na dieta.

Parâmetro	Níveis de Inclusão de Bio-Mos [®] (%)						Média	CV(%)
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
Peso médio inicial (mg)	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,75
Peso médio final (mg)	630	720	640	540	630	560	620	14,29
Comprimento (mm)	31,89	34,16	33,00	30,31	35,87	30,46	32,62	8,34
Fator de condição	1,33	1,21	1,40	1,22	1,43	1,28	1,31	13,5
Crescimento específico (% dia ⁻¹)	13,35	13,49	13,36	13,20	13,35	13,24	13,34	1,23
Sobrevivência (%)	91,67	91,67	90,00	89,44	93,89	94,44	91,85	8,22

Os resultados de desempenho zootécnico encontrado neste trabalho estão também de acordo com os obtidos por Meurer et al. (2006, 2008), que utilizaram 1% da levedura *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para as fases iniciais do cultivo de tilápia do Nilo, com e sem desafio sanitário e não obtiveram diferenças. Da mesma forma, He et al. (2003) e Genc et al. (2007), avaliando a inclusão de MOS para tilápia híbrida também não verificaram efeitos deste aditivo sobre os parâmetros de desempenho. Schwarz et al. (2010) também não observaram efeito ($p>0,05$) dos níveis de inclusão de SAF-Mannan[®] sobre o consumo, índice hepatossomático, sobrevivência, coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de juvenis de tilápia do Nilo.

Resultados contrários foram observados por Lara-Flores et al. (2003), avaliando dois promotores de crescimento comerciais, sendo 0,1% de terramicina (antibiótico) e 0,1% de uma mescla probiótica comercial Alllac[®] (*Lactobacillus acidophilus* e *Streptococcus faecium*), com 10^8 UFC g⁻¹ para alevinos de tilápia, que verificaram melhores resultados dos parâmetros de peso final, sobrevivência, crescimento específico, ganho de peso e conversão alimentar quando comparado ao tratamento controle.

Enquanto Schwarz et al. (2010) e Schwarz et al. (2011) recomendaram a inclusão de 1% e 0,34% de mananoligossacarídeo em dietas, respectivamente para juvenis e larvas de tilápia do Nilo, para melhorar a conversão alimentar, eficiência proteica e aumento da altura dos vilos intestinais dos peixes, no presente trabalho até 1,0%

de Bio-Mos[®] não prejudicou os parâmetros de desempenho, proporção sexual, sobrevivência, uniformidade dos lotes e composição química da carcaça dos alevinos durante a fase de reversão sexual.

Os efeitos do presente experimento diferem dos observados por Staykov et al. (2007, 2009) para carpas e trutas, na qual a inclusão de 0,2% de Bio-Mos[®] promoveu melhores resultados para os parâmetros de ganho em peso, crescimento específico, sobrevivência, conversão alimentar no cultivo das espécies. Segundo Silva e Nörnberg (2003), o tipo de ingrediente que compõe a dieta, a adaptação da microbiota ao composto utilizado e também as condições adequadas de cultivo podem estar relacionadas com os resultados obtidos no presente experimento. Supõe-se que a microbiota intestinal esteja em condição de equilíbrio, ou seja, com ou sem o fornecimento de prebióticos, as respostas obtidas seriam semelhantes. No entanto, quando em condição de estresse ou desafio, o efeito benéfico do fornecimento de prebióticos sobre a resposta biológica pode ser evidenciado (GARCIA, 2008) ou a ação simbiótica de MOS com outros microrganismos pode apresentar resultados significativamente melhores (RODRIGUEZ-ESTRADA et al., 2009).

Garcia (2008), avaliando um promotor de crescimento composto por 25% de mananoligossacarídeo e 30% de β -glucano para juvenis de tilápia, observou que em laboratório com todos os parâmetros controlados, o suplemento independentemente do nível oferecido, não influenciou sobre os parâmetros zootécnicos dos

peixes cultivados. Este fato reforça a hipótese de que em ambientes sem desafio, os animais submetidos a estes produtos costumam não responder quanto ao desempenho. A falta de efeito promotor de crescimento foi observada por Grisdale-Helland et al. (2008), utilizando os prebióticos mananoligossacarídeos (MOS), frutoligossacarídeos (FOS) e galactoligossacarídeos (GOS) para salmão do atlântico, não obtendo resultados significativos para os parâmetros de desempenho.

Os resultados de Garcia (2008) e Meurer et al. (2009) divergem dos resultados do presente estudo, pois com a utilização de extrato de própolis de abelha como promotor de crescimento para alevinos de tilápia, o segundo autor e seus colaboradores, obtiveram resultados positivos para peso médio final e crescimento específico, recomendando a utilização de $2,22 \text{ g kg}^{-1}$ de ração.

Desta maneira, verifica-se que a boa condição de criação das pós-larvas de tilápia com uma dieta de qualidade e fornecida na quantidade e em períodos corretos, somados as boas condições de densidade de estocagem e qualidade de água podem ser fatores que explicam os resultados obtidos pela inclusão do Bio-Mos[®]. Entretanto, da mesma forma, o prebiótico utilizado não provoca nenhuma diminuição do desempenho zootécnico, o que deve ser levado em consideração, pois o Bio-Mos[®] é um polissacarídeo não amiláceo que podem geralmente influenciar na diminuição da digestibilidade dos nutrientes, aumentando a viscosidade do bolo alimentar, influenciando na velocidade de trânsito do alimento, diminuição dos níveis séricos de glicose e colesterol, e consequente diminuição no desempenho (MEURER et al., 2006).

A análise da efetividade da reversão sexual dos alevinos não apresentou diferença significativa

($p > 0,05$), resultando em 100 % de indivíduos machos em todas as unidades experimentais.

A frequência de indivíduos machos alcançado no presente trabalho pode ser considerada excelente, pois níveis acima dos 95% de machos podem proporcionar bons resultados no ambiente de cultivo. Enquanto baixos índices de reversão sexual podem provocar a superpopulação dos viveiros, aumentando os custos de produção e afetando negativamente a qualidade da água (BOMBARDELLI et al., 2004). A eficiência na reversão dos lotes de alevinos pode ser mais importante que o desempenho produtivo, pois um lote de alevinos abaixo do peso ideal pode se recuperar por meio de um bom manejo e uma alimentação de qualidade, já um lote com baixos índices de reversão sexual dificilmente retornará lucro para o piscicultor.

Independente da utilização dos diferentes níveis de inclusão, a efetividade da reversão sexual se manteve em 100% de alevinos machos, fatos possivelmente explicados pelos níveis adequados de hormônio (MAINARDES-PINTO et al., 2000) e da sua absorção adequada a qual não foi influenciada pelos níveis do prebiótico e pela boa rusticidade da espécie e possivelmente pela não influência do aditivo sobre os mecanismos de regulação hormonal dos peixes estudados.

A inclusão do Bio-Mos[®] não evidenciou diferença ($p > 0,05$) na uniformidade dos lotes ao final da reversão sexual (Figura 1). Estes resultados da uniformidade dos lotes são contrários aos obtidos por Garcia (2008), que verificou a melhora da uniformidade dos juvenis de tilápia com a inclusão de 1.000 mg kg^{-1} de ração do composto promotor a base de 25% de mananoligossacarídeo e 30% de β -glucano.

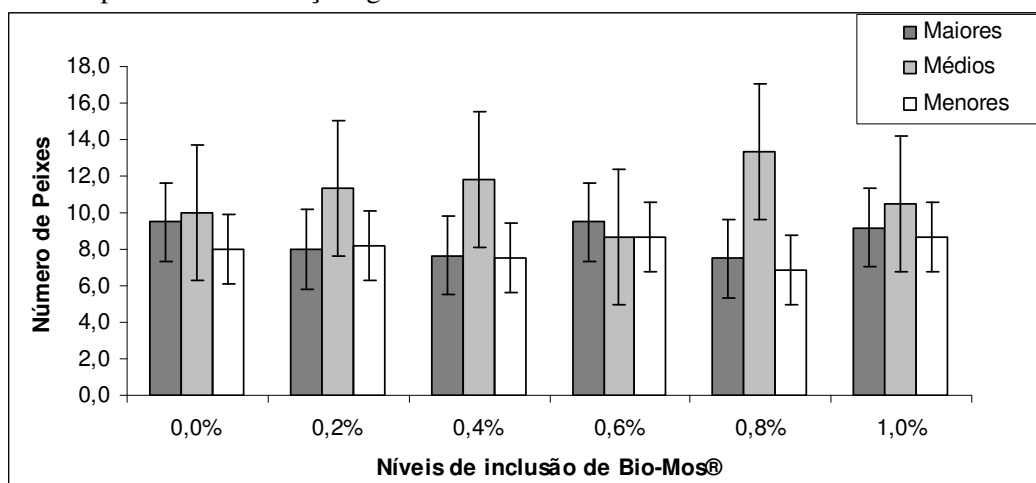


Figura 1. Distribuição das diferentes classes de peso para os alevinos de tilápia do Nilo submetidos a diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Bio-Mos[®]).

Os ciclídeos, a exemplo da tilápia do Nilo, apresentam comportamento territorialistas e a criação necessita maiores cuidados para manter a uniformidade do lote. Quanto maior a diferença do tamanho, maior o prejuízo na comercialização devido à presença de peixes pequenos. A uniformidade dos lotes é fundamental também para diminuir o territorialismo entre as espécies cultivadas, melhorando desta forma o desempenho. Fox et al. (1997) sugerem que a presença de cortisol poderia resultar numa alteração da produção do hormônio de crescimento GH, o que explicaria as diferenças entre os indivíduos dominantes maiores e subordinados menores.

Independentemente dos mecanismos bioquímicos, fisiológicos ou genéticos envolvidos nas causas da heterogeneidade do lote, na maioria dos casos, estes podem relacionar ao manejo intensivo dos alevinos, estando diretamente ligados ao nível de estresse. Alguns estudos evidenciam que os glucanos e mananoligossacarídeos podem

prevenir seus efeitos nocivos minimizando os níveis de cortisol (PALIC et al., 2006; WELKER et al., 2007).

Um dos objetivos da utilização de compostos promotores como os prebióticos é minimizar os efeitos de estresse do ambiente, proporcionando assim melhores resultados econômicos. Porém, em muitos casos a utilização destes compostos pode não causar efeito no desempenho, mas pode atuar na uniformidade dos animais, controlando os níveis de cortisol, proporcionando uma alimentação regular de todos os animais do sistema de cultivo (BRIDLE et al., 2005).

Pode-se observar na Tabela 4, os resultados de matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo e proteína bruta da carcaça dos alevinos de tilápia do Nilo. A inclusão do Bio-Mos[®] não influenciou ($p>0,05$) os valores de composição bromatológica das carcaças dos alevinos ao final da reversão sexual.

Tabela 4. Valores médios da composição química da carcaça dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de prebiótico.

Parâmetro (%)*	Níveis de Inclusão de Bio-Mos [®] (%)						Média	CV(%)
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0		
Matéria seca	22,93	28,45	23,92	24,19	24,21	23,86	24,59	7,91
Matéria mineral	12,88	11,80	12,92	12,63	13,61	13,29	12,85	5,40
Extrato etéreo	24,56	23,73	26,02	29,97	23,67	26,11	25,67	9,19
Proteína bruta	61,40	60,64	63,00	61,02	60,93	64,34	61,88	5,10

*Valores expressos em 100% da matéria seca

Pezzato et al. (2006), avaliando três tipos de pró-nutrientes (levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular), também não constataram diferença significativa nos parâmetros químicos e bromatológicos dos alevinos, porém os valores de proteína bruta variaram entre 74,39 a 78,77%, sendo superiores aos obtidos neste experimento onde os valores ficaram entre 60,64 a 64,34%. Os parâmetros de matéria seca, matéria mineral e extrato etéreo apresentaram valores médios variando entre 22,93 a 28,45%, 11,80 a 13,61%, 23,67 a 29,27, respectivamente, sendo estes superiores aos autores citados.

A composição corporal dos peixes pode ser uma ótima ferramenta para determinar se a utilização de aditivo na dieta ocasiona mudança na retenção ou armazenamento dos nutrientes. Neste sentido, Grisdale-Helland et al. (2008) utilizando três prebióticos, frutoligossacarídeos, galactoligossacarídeos (GOS) e também um mananoligossacarídeo (MOS), verificaram menores

índices de proteína bruta para os peixes alimentados com MOS e GOS em relação à dieta basal, enquanto Genc et al. (2007) relataram que o conteúdo de matéria seca e proteína de filés de peixe aumentaram com os níveis crescentes de MOS na dieta de híbridos de tilápia.

Hisano et al. (2007) também não evidenciaram grandes alterações na composição química do filé de tilápia do Nilo alimentada com ração contendo levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular. El-Dakar et al. (2007), avaliando o probiótico Biogen[®], composto de allicin, enzimas hidrolíticas, *B. subtilis* e extratos de ginseng e Schwarz et al. (2011) assim como o presente estudo (Tabela 4), também não constataram diferenças significativas sobre os parâmetros bromatológicos da carcaça dos alevinos entre os níveis de MOS.

CONCLUSÕES

O desempenho zootécnico avaliado por peso médio, comprimento, fator de condição, crescimento específico e sobrevivência não é influenciado pelos diferentes níveis de inclusão do prebiótico Bio-Mos[®] na dieta da tilápia do Nilo, durante o período de reversão sexual,

A adição de mananoligossacarídeo (Bio-Mos[®]) não afeta os valores de composição química

da carcaça dos alevinos. A uniformidade dos lotes e a efetividade da reversão sexual dos alevinos não são influenciadas pela adição de Bio-Mos[®] à dieta.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo, pelas formulações das dietas e à Juliana Alice Lösch e ao Dacley Hertes Neu, pelos auxílios prestados durante o experimento.

ABSTRACT: The prebiotics are classified as monosaccharides, oligosaccharides or polysaccharides and can be defined as non-digestible natural additives by enzymes that beneficially affect the host by stimulating the microbial action. The Bio-Mos[®] is a prebiotic obtained from the cell wall of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and in its constitution are α -mannans, β -glycans and glycoproteins. This study aimed to evaluate the effect of adding of prebiotic mannanoligosaccharides (Bio-Mos[®]) in the diet during the sexual reversion to larvae of Nile tilapia on zootechnical performance, sex ratio, uniformity of lots and chemical composition of carcass. One-thousand and eighty larvae with three days old and initial average weight of 10.9 ± 1.2 mg were used. The larvae were distributed in 36 aquaria with 30 L, in a completely randomized experimental design with six replications and treatments (0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1% for inclusion of prebiotic). The *ad libitum* feeding was carried out six times a day with diet isonutritive, isocaloric, and 60 mg kg⁻¹ of hormone masculine 17- α -methyltestosterone. At the end of the reversion, the values of final average weight, length, survival, specific growth and condition factor were 620 mg, 32.62 mm, 91.85%, 13.34% day⁻¹ and 1.31, respectively, and did not show significantly differences ($p > 0.05$). The effectiveness of sex reversal was 100% and there was not difference ($p > 0.05$) in uniformity of lots and in chemical composition of fish fed with different levels of inclusion of prebiotic in the diet. The inclusion up to 1.0% Bio-Mos[®] do not harm the zootechnical performance, sex ratio, survival, uniformity of lots and chemical composition of carcass of Nile tilapia during the sexual reversion.

KEYWORDS: Nutrition. *Oreochromis niloticus*. Performance. Prebiotic. Sex ratio.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-GUZMÁN, G.; RICQUE-MARIE, D.; CRUZ-SUÁREZ, E. L. Survival of agglomerated *Saccharomyces cerevisiae* in pelleted shrimp feeds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 208, n. 1-2, p. 125-135, mai. 2002.
- BOMBARDELLI, R. A.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Avaliação de rações fareladas e micropoletizadas para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) – desempenho e efetividade de reversão sexual. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 197-201, abr./jun. 2004.
- BRIDLE, A. R.; CARTER, C. G.; MORRISON, R. N.; NOWAK, B. F. The effect of β -glucan administration on macrophage respiratory burst activity and Atlantic salmon, *Salmo salar* L. challenged with amoebic gill disease - evidence of inherent resistance. **Journal of Fish Diseases**, Stirling, v. 28, n. 6, p. 347-356, jun. 2005.
- EL-DAKAR, A. Y.; SHALABY, S. M.; SAOUD, I. P. Assessing the use of a dietary probiotic/prebiotic as an enhancer of spinefoot rabbitfish *Siganus rivulatus* survival and growth. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 407-412, mar. 2007.
- EL-SAYED, A. F. M.; KAWANNA, M. Effects of dietary protein and energy levels on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock in a recycling system. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 280, n. 1-4, p. 179-184, ago. 2008.

FABREGAT, T. E. H. P.; FERNANDES, J. B. K.; RODRIGUES, L. A.; CABRAL, K. G.; GARCIA, F.; SAKOMURA, N. K. Prebiótico Flavofeed como suplemento dietético para juvenis de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. In: CYRINO, J. E. P.; SCORVO, J. D.; SAMPAIO, L. A.; CAVALLI, R. O. (Org.). **Tópicos especiais em biologia aquática e aquicultura II**. 1. ed. Piracicaba: Copiadora Luiz de Queiroz, 2008. v. 2, p. 95-104.

FOX, H. E.; WHITE, S. A.; KAO, M. H.; FERNALD, R. D. Stress and dominance in a social fish. **The Journal of Neuroscience**, Baltimore, v. 17, n. 16, p. 6463-6469, ago. 1997.

GARCIA, F. Suplementação alimentar com beta-glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede. 2008. 100 f. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2008.

GENC, M. A.; YILMAZ, E.; GENC, E.; AKTAS, M. Effects of dietary mannan oligosaccharides (MOS) on growth, body composition, and intestine and liver histology of the hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*). **The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh**, Haifa, v. 59, n. 1, p. 10-16, jan. 2007.

GRISDALE-HELLAND, B.; HELLAND, S. J.; GATLIN III, D. M. The effects of dietary supplementation with mannanoligosaccharide, fructooligosaccharide or galactooligosaccharide on the growth and feed utilization of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 283, n. 1-4, p. 163-167, out. 2008.

HE, S.; XU, G.; WU, Y.; WENG, H.; XIE, H. Effects of IMO and FOS on the growth performance and non-specific immunity in hybrid tilapia. **Chinese Feed**, v. 23, p. 14-15, 2003.

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, jul. 2007.

LARA-FLORES, M.; OLVERA-NOVOA, M. A.; GUZMÁN-MÉNDEZ, B. E.; LÓPEZ-MADRID, W. Use of bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 216, n. 1-4, p. 193-201, fev. 2003.

LI, P.; GATLIN III, D. M. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobionic™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, fev. 2004.

MAINARDES-PINTO, C. S. R.; FENERICH-VERANI, N.; CAMPOS, B. E. S.; SILVA, A. L. Masculinização da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, utilizando diferentes rações e diferentes doses de 17 α -metiltestosterona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 654-659, mai./jun. 2000.

MEURER, F.; COSTA, M. M.; BARROS, D. A. D.; OLIVEIRA, S. T. L.; PAIXÃO, P. S. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) fingerlings. **Aquaculture Research**, Oxford, v. 40, n. 5, p. 603-608, mar. 2009.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M. M.; MAUERWERK, V. L.; FRECCIA, A. 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**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1881-1886, set./out. 2006.

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 e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 4, p. 804-812, out./dez. 2008.

PALIC, D.; ANDERSEN, C. B.; HEROLTC, D. M.; MENZEL, B. W.; ROTH, J. A. Immunomodulatory effects of β -glucan on neutrophil function in fathead minnows (*Pimephales promelas* Rafinesque, 1820). **Developmental and Comparative Immunology**, New York, v. 30, n. 9, p. 817–830, set. 2006.

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

SADO, R. Y.; BICUDO, A. J. D.; CYRINO, J. E. P. Feeding dietary mannan oligosaccharides to juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, has no effect on hematological parameters and showed decreased feed consumption. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 39, n. 6, p. 821-826, dez. 2008.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 235 p.

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

SCHWARZ, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. M.; MICHELATO, M.; GUALDEZI, M. C. Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 197-203, abr./jun. 2010.

SCHWARZ, K. K.; FURUYA, W. M.; NATALI, M. R. M.; GUALDEZI, M. C.; LIMA, P. A. G. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 12, p. 2634-2640, dez. 2011.

STAYKOV, Y.; SPRING, P.; DENEV, S.; SWEETMAN, J. Effect of a mannan oligosaccharide on the growth performance and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture International**, London, v. 15, n. 2, p. 153-161, abr. 2007.

STAYKOV, Y.; SPRING, P.; DENEV, S. Influence of dietary Bio-Mos[®] on growth, survival and immune status of rainbow trout (*Salmo gairdneri irideus* G.) and common carp (*Cyprinus carpio* L.). Disponível em: <<http://www.aquafeed.com/docs/ns/Staykovetal.pdf>>. Acesso em: 12 jan. 2014.

RINGØ, E.; OLSEN, R. E.; GIFSTAD, T. Ø.; DALMO, R. A.; AMLUND, H.; HEMRE, G. I.; BAKKE, A. M. Prebiotics in aquaculture: a review. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 117-136, jan. 2010.

RODRIGUEZ-ESTRADA, U., SATOH, S., HAGA, Y., FUSHIMI, H., SWEETMAN, J. Effects of single and combined supplementation of *Enterococcus faecalis*, mannan oligosaccharide and polyhydrobutyric acid on growth performance and immune response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture Science**, New York, v. 57, n. 4, p. 609-617, dez. 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG-Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. CD-ROM.

WELKER, T. L.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; SHELBY, R.; KLESIUS, P. Immune response and resistance to stress and *Edwardsiella ictaluri* challenge in channel catfish, *Ictalurus punctatus*, fed diets containing commercial whole cell yeast or yeast subcomponents. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 38, n. 1, p. 24-35, mar. 2007.