

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EDER FELIPE MÖRSCHBÄCHER

**MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA
DO NILO**

Marechal Cândido Rondon

2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EDER FELIPE MÖRSCHBÄCHER

**MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA
DO NILO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Orientador: Prof. Ph.D. Nilton Garcia Marengoni
Coorientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo

Marechal Cândido Rondon
2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

M939m	Mörschbacher, Eder Felipe Mananoligossacarídeo durante a reversão sexual de tilápia do Nilo / Eder Felipe Mörschbacher. - Marechal Cândido Rondon, 2009. 45 p. Orientador: Prof. Ph.D. Nilton Garcia Marengoni Coorientador: Prof. Dr. Wilson Rogério Boscolo Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2009. 1. Tilápia - Proporção sexual. 2. Tilápia - Desempenho produtivo. 3. Tilápia - Nutrição. 5. <i>Oreochromis niloticus</i> . 6. Tilapicultura. 7. Piscicultura. 8. Prebiótico. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.
	CDD 21.ed. 639.31 CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

EDER FELIPE MORSCHBACHER

MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE
TILÁPIA DO NILO

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, para a obtenção do título de “Mestre em Zootecnia”.

Marechal Cândido Rondon, 25 de maio de 2009.

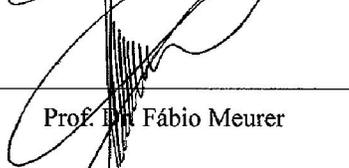
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Milton Garcia Marangoni



Prof. Dr. Robie Allan Bombardelli



Prof. Dr. Fábio Meurer

À minha melhor amiga, amor da minha vida, Marinês Hermes
pelo apoio incondicional nos momentos difíceis;

À minha família, Mãe (Iraci), Pai (Juarez) e
Irmã (Daia) pelo apoio, incentivo e ensinamentos;

Aos verdadeiros amigos que sempre estão ao nosso lado;

Ao Professor Wilson Rogério Boscolo pelos
incentivos e ajuda na realização do experimento;

Ao Professor Orientador, Nilton Garcia Marengoni
pela orientação, motivação e incentivos;

A Deus que ilumina todas as pessoas que pregam o bem por toda vida...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha mulher Marinês, pelo companheirismo;

À minha família pela ajuda sempre que solicitada;

Ao professor orientador, Ph.D. Nilton Garcia Marengoni;

Ao professor coorientador, Dr. Wilson Rogério Boscolo;

Aos estagiários do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (Gemaq), em especial à Juliana e ao Daclei, pelo apoio na condução de todas as etapas do experimento;

Aos estagiários da fábrica de ração do Gemaq;

À Letícia e Fabiana pela realização das análises bromatológicas;

À Daniele, Daclei, Juliana e Nilton pela ajuda nas análises da efetividade da reversão sexual;

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Unioeste, pela amizade conquistada e pelo aprendizado;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Unioeste;

Aos amigos em geral, e todas as pessoas que de alguma forma não foram citadas e que colaboraram pela realização deste trabalho;

E finalmente ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Unioeste, pela oportunidade concedida.

RESUMO

MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA DO NILO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a utilização do prebiótico mananoligossacarídeo (Bio-Mos[®]) durante a fase de reversão sexual de tilápia do Nilo. O estudo foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). 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 larvas foram distribuídas em 36 aquários de 30 litros de volume útil cada, em um delineamento experimental completamente casualizado com seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco níveis, 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8% e 1,0% de inclusão de Bio-Mos[®] e um tratamento controle. A alimentação foi realizada *ad libitum* seis vezes ao dia com ração formulada para se obter 38,6% de proteína digestível, 3.500 kcal de energia digestível e 60 mg/kg de hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona, mantendo-as isocalóricas, isoprotéicas e isofosfóricas. Os aquários foram sifonados duas vezes ao dia para retirada das sobras de ração e fezes e para renovação da água. A temperatura foi aferida diariamente no início da manhã e final da tarde. Oxigênio dissolvido, pH e condutividade foram mensurados semanalmente. Ao final de 30 dias de cultivo os peixes foram pesados e medidos individualmente para se obter os parâmetros zootécnicos de peso médio final, comprimento, biomassa final, sobrevivência, crescimento específico, fator de condição e uniformidade dos lotes. Dez peixes de cada repetição foram conservados em formalina (10%) para posterior determinação da proporção sexual. Os parâmetros de qualidade de água como a temperatura, oxigênio dissolvido, pH e condutividade variaram entre 24,76 a 26,16 °C, 5,7 a 5,85 mg/L, 7,32 a 7,65 e 87,67 a 111,33 μ S/cm, respectivamente. Os valores de desempenho zootécnico não diferiram significativamente ($P>0,05$). Os valores médios finais de peso, comprimento, sobrevivência, crescimento específico e fator de condição foram, 620 mg e 32,62 mm, 91,85%, 13,34%/dia e 1,31, respectivamente. A efetividade da reversão sexual foi de 100% e não houve diferença ($P>0,05$) na uniformidade dos lotes dos peixes alimentados com diferentes níveis de inclusão de prebiótico na ração. Os valores médios de matéria seca, matéria mineral, extrato etéreo e proteína bruta das carcaças dos alevinos variam de 22,93 a 28,45%, 11,80 a 13,61%, 23,67 a 29,97% e 60,64 a 64,34%, respectivamente, porém não diferiram significativamente ($P>0,05$) entre os níveis de prebióticos estudados. A inclusão até 1,0% de Bio-Mos[®] não afetou os parâmetros de desempenho, proporção sexual, sobrevivência, uniformidade dos lotes e composição química da carcaça de tilápia do Nilo durante a fase de reversão sexual.

Palavras Chave: Prebiótico, desempenho produtivo, nutrição, *Oreochromis niloticus*, proporção sexual

ABSTRACT

MANNANOLIGOSACCHARIDE DURING THE SEXUAL REVERSION FOR NILE TILAPIA

This present study aimed to evaluate the use of prebiotic mannanoligosaccharide (Bio-Mos[®]) during the sexual reversion to larvae of Nile tilapia. The study was realized in the Laboratory of Aquaculture of the Western Parana State University (Unioeste). One-thousand and eighty larvae of Nile tilapia with three days old and initial average weight of 10.9 ± 1.2 mg were used. The larvae were distributed in 36 aquariums with 30 liters of usable volume each, in a completely randomized experimental design with six treatments and six replications. The treatments consisted of five levels, 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1% for inclusion of Bio-Mos[®] and a control without the inclusion. The *ad libitum* feeding was carried out six times a day with diet formulated to obtain 38.6% of digestible protein, 3,500 kcal of digestible energy and 60 mg/kg of hormone masculine 17- α -methyltestosterone, keeping them isocaloric, isonitrogenous and isophosphoric. Aquariums were cleaned two times a day for withdrawal of surplus of feed and feces, and water renewal. The temperature was measured daily in the early morning and late afternoon. Dissolved oxygen, pH and conductivity were measured weekly. At the end of 30 days of reared period the fish were weighed and measured individually to obtain the zootechnical parameters as to final average weight, length, final biomass, survival, specific growth, condition factor and homogeneity of the lots. Ten fish from each replicate were preserved in formalin (10%) for later determination of sex ratio. The water quality parameters such as temperature, dissolved oxygen, pH and conductivity ranged from 24.76 to 26.16 °C, 5.7 to 5.85 mg/L, 7.32 to 7.65 and 87.67 to 111.33 μ S/cm, respectively. The values of productive performance did not differ significantly ($P > 0.05$). The values of final average weight, length, survival, specific growth and condition factor were 620 mg, 32.62 mm, 91.85%, 13.34%/day and 1.31, respectively. The effectiveness of sex reversal was 100% and there was not difference ($P > 0.05$) in uniformity of lots of fish fed with different levels of inclusion of prebiotic in the ration. The average values of dry matter, ash, ether extract and crude protein from carcasses of fingerlings ranged from 22.93 to 28.45%, 11.80 to 13.61%, 23.67 to 29.97% and 60, 64 to 64.34%, respectively, but did not differ significantly ($P > 0.05$) between the levels of prebiotic studied. The inclusion up to 1.0% Bio-Mos[®] did not affect the parameters of performance, sex ratio, survival, uniformity of lots and chemical composition of carcass of Nile tilapia during the sexual reversion.

Key-words: nutrition, *Oreochromis niloticus*, performance, prebiotic, sex ratio

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação de patógenos oportunistas e seus antagonistas para diversas espécies de animais.....	15
Tabela 2: Composição percentual e química das rações durante a reversão sexual de tilápia do Nilo.	25
Tabela 3: Valores médios das variáveis físicas e químicas da água, durante a reversão de tilápia do Nilo, sob diferentes níveis de inclusão de Bio-Mos [®]	27
Tabela 4: Resultados de desempenho produtivo das larvas de tilápia do Nilo, durante a fase de reversão sexual, submetidas a diferentes níveis de inclusão de prebiótico na ração.	28
Tabela 5: Valores médios da composição química e bromatológica da carcaça dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Valores expressos em 100% da matéria seca).....	34

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Mecanismo de ação dos probióticos e prebióticos na fisiologia da digestão.20
- Figura 2: Efetividade da reversão sexual de pós-larvas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Bio-Mos[®])31
- Figura 3: Distribuição das diferentes classes de peso para os alevinos de tilápia do Nilo submetidos a diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Bio-Mos[®]).....32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Características da Espécie	12
2.2 Prebióticos	13
2.2.1 Mecanismos de ação dos prebióticos	14
2.2.2 Microrganismos e nutrição	16
2.2.3 Alimentos e critérios para ser um prebiótico	16
2.2.4 Influência dos prebióticos sobre o sistema imune	17
2.3 Probióticos	18
2.3.1 Utilização de probióticos	18
2.3.2 Produtos da ação dos probióticos	19
2.4 Interação Prebiótico e Probiótico	19
2.5 Reversão Sexual de Tilápia do Nilo	20
3 MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA DO NILO	22
3.1 Introdução	22
3.2 Material e Métodos	24
3.3 Resultados e Discussão	27
3.3.1 Parâmetros físicos e químicos da água	27
3.3.2 Desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia do Nilo	28
3.3.3 Índices de reversão sexual das pós-larvas de tilápia do Nilo	30
3.3.4 Uniformidade das pós-larvas de tilápia do Nilo	32
3.3.5 Composição bromatológica dos alevinos de tilápia do Nilo	33
3.4 Conclusão	34
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por peixes, crustáceos e outros organismos aquáticos têm direcionado interesses e investimentos para o desenvolvimento da aquicultura, principalmente pela necessidade crescente por alimentos ricos em proteínas (LARA-FLORES et al., 2002).

Em termos mundiais no ano de 2007, a aquicultura foi responsável por 41% da produção de pescados (FAO, 2009). No Brasil a atividade apresentou um grande crescimento nos anos de 2000 a 2006, com taxa superior aos 53%, e quando comparado 2005 a 2006 o crescimento foi de 5,4% (IBAMA, 2008).

Como a demanda do consumo de alimento cresce ano a ano, a aquicultura vem passando por processos de intensificações na produção. Estas intensificações proporcionam uma diminuição na qualidade da água de cultivo, proporcionando altos níveis de estresse nos animais cultivados, deixando estes mais sensíveis ao aparecimento de doenças, pois nestas situações, as populações viáveis de organismos úteis diminuem e as nocivas se proliferam, o que se reflete negativamente sobre a saúde e o desempenho animal (MATHEW et al., 1993).

Para tanto, tem-se estudado a utilização de suplementos alimentares que evitam o aparecimento de enfermidades e atuam como promotores de crescimento, tais como hormônios, antibióticos e quimioterápicos em geral, mas a utilização demasiada de tais produtos pode causar efeitos adversos (alteração hormonal, intoxicação, predisposição a enfermidades) e possivelmente deixar um efeito residual nos alimentos (LARA-FLORES et al., 2002).

Com propósito de baixar os custos para o consumidor e melhorar a qualidade dos alimentos, muitos pesquisadores passaram a estudar diversos tipos e/ou melhores combinações de nutrientes conhecidos e de novas substâncias químicas e biológicas, com o objetivo de aumentar a eficiência alimentar, taxa de crescimento e fortalecer o sistema imunológico. Como ferramenta para estas aplicações, os prebióticos e os probióticos podem ser de grande importância (CASTRO, 2003).

Além do aumento da resistência aos antibióticos por bactérias patogênicas a animais e/ou humanos, outro ponto negativo da utilização dos antibióticos no Brasil é sua enorme rejeição no mercado externo. Países da Comunidade Européia (CE) restringem a importação de produtos que tenham resíduos de antibióticos (FLEMMING, 2005).

Os bons resultados das pesquisas com a utilização de probióticos deram origem aos estudos dos prebióticos, ingredientes não digestíveis da dieta que afetam benéficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e a atividade de bactérias benéficas para o trato gastrointestinal, melhorando a saúde do hospedeiro (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

Dentre as características que fazem com que um ingrediente possa ser considerado um prebiótico pode-se destacar a resistência a hidrólise enzimática e química da parte inicial do trato digestório, deve ser um substrato seletivo para bactérias comensais benéficas do cólon, afetando o crescimento ou o metabolismo, sendo capaz de alterar a microflora intestinal favorável e induzir efeitos intestinais benéficos, ou sistêmicos, ao hospedeiro (DIONIZIO et al., 2002).

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 ser de suma importância para se obter bons resultados nas etapas seguintes do cultivo (HAYASHI et al., 2002). A utilização de prebióticos para esta fase de cultivo, bem como para a maioria das espécies é um conceito novo na aquicultura e as pesquisas são bastante limitadas (LI; GAITLIN, 2004). O Bio-Mos[®] é um prebiótico obtido a partir da parede celular de levedura e em sua constituição encontram-se mananas, beta-glicanas e glico-proteínas.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a utilização do prebiótico mananoligossacarídeo (Bio-Mos[®]), durante a fase de reversão sexual de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características da Espécie

Tilápia é a denominação que abrange várias espécies de peixes da tribo Tilapiini pertencentes à família Cichlidae. São peixes que, conforme Popma e Phelps (1998) originaram-se do Centro-Sul da África até o Norte da Síria. Aproximadamente 22 espécies de tilápia são cultivadas no mundo, porém a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tilápia de Moçambique (*O. mossambicus*), tilápia azul (*O. aureus*), *green-head tilápia* (*O. macrochir*), tilápia de Zanzibar (*O. hornorum*), tilápia da Galiléia (*O. galilaeus*), tilápia zili (*Tilapia zillii*) e a tilápia rendali (*T. rendalli*) são as espécies mais criadas comercialmente (EL-SAYED, 1999).

No Brasil, as tilápias vêm sendo criadas há mais de quatro décadas, no entanto, a criação intensiva em viveiros teve início somente a partir de 1990 (SILVA; CHAMMAS, 1997), porém foi após a introdução da linhagem tailandesa que os cultivos tiveram um grande incremento na produção. Esta linhagem foi desenvolvida no Japão e melhorada no Palácio Real de Chitralada na Tailândia, sendo intensamente domesticada, há mais de trinta anos. A linhagem Chitralada foi introduzida no Brasil em 1996, a partir de alevinos doados pelo *Asian Institute of Technology* (MARENGONI et al., 2008).

Atualmente a tilápia do Nilo (*O. niloticus*) é uma das espécies de maior importância na aquicultura mundial, com uma produção de 1.880.135 toneladas em 2007, representando cerca de 7% do montante produzido em água doce. É o segundo grupo de peixes mais cultivado neste ambiente no mundo, ficando atrás apenas das carpas (FAO, 2009). No Brasil, é a espécie mais cultivada, respondendo no ano de 2006 por aproximadamente 37% da produção anual da aquicultura continental (IBAMA, 2008).

Dentre as principais características que fazem esta espécie sobressair em relação às demais está a alta tolerância aos baixos níveis de oxigênio dissolvido e altas concentrações de amônia (ALCESTE; JORRY, 1998). Apresenta também rápido crescimento, boa conversão alimentar e ótima aceitação de ração artificial desde a fase larval (MEURER et al., 2002), além de apresentar boa rusticidade, tolerar um amplo limite de temperatura, pela alta prolificidade e pode ser aclimatada a altas concentrações de salinidade (PASSOS NETO et al., 2008).

Esta espécie também é muito procurada pela indústria da filetagem, pois apresenta ausência de espinhos em “Y”, possui músculo branco, com características organolépticas de ótima aceitação pelo mercado consumidor (BOSCOLO; FEIDEN, 2007), além de ser muito procurada por pesque pagues (ZANONI et al., 2000).

2.2 Prebióticos

Os prebióticos podem ser definidos como ingredientes alimentares não digeríveis por enzimas que afetam benéficamente o hospedeiro pela estimulação seletiva do crescimento ou da atividade de um número limitado de espécies bacterianas já resistentes no cólon (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

Logo após o nascimento, as superfícies e mucosas dos animais, que, em condições embrionárias são estéreis, rapidamente sofrem colonização por diversos microrganismos. Destes, alguns são benéficos e outros nocivos. A microbiota benéfica auxilia na digestão, absorção de nutrientes e produz vitaminas e anticorpos que serão utilizadas pelo hospedeiro e diminui, por exclusão competitiva, a proliferação de agentes patogênicos (SILVA; NÖRNBERG, 2003).

Determinados tipos de alimentos têm efeito benéfico sobre a saúde do hospedeiro. O estudo desses alimentos, denominados de funcionais, e seus componentes responsáveis por esse efeito, tornou-se intenso apenas nos últimos anos (OLIVEIRA et al., 2002). São considerados alimentos funcionais aqueles que fornecem a nutrição básica e a melhora da saúde por meio de mecanismos não previstos pela nutrição convencional, devendo ser salientado que esses efeitos restringem-se à melhora da saúde e não à cura de doenças (SANDERS, 1998).

Ainda que este assunto mereça ser mais bem explorado, produtos alternativos, capazes de manter o equilíbrio da microbiota sem causar prejuízos à saúde, tais como os prebióticos, vêm sendo pesquisados e desenvolvidos (McINTOSH, 1996). Novos conceitos de segurança alimentar evidenciam a necessidade de um melhor entendimento sobre a natureza, modo de ação e reflexos do uso destes compostos sobre o desempenho animal. Muitos pesquisadores têm relatado os efeitos benéficos sobre a utilização de “alimentos funcionais” que quando utilizados em doses previamente determinadas atuam na modulação do ecossistema intestinal, tanto de animais como de humanos, proporcionando através destes um bom funcionamento das atividades fisiológicas,

diminuindo a incidência de doenças e aumentando assim a perspectiva de vida destas populações (SALMINEN, 1996).

Assim com aves e suínos, os peixes de maneira geral, são monogástricos, e apresentam um sistema digestório semelhante. Muitos trabalhos com a utilização de probióticos e prebióticos têm demonstrado que estes suplementos podem ser benéficos para estes animais terrestres. Portanto, o uso destes produtos na piscicultura pode agir de forma semelhante àquela observada para os outros monogástricos. Entretanto, a relação de organismos aquáticos com o ambiente de cultivo é bem mais complexa que aquela envolvendo animais terrestres. Os microrganismos presentes no ambiente aquático estão em contato direto com toda superfície dos peixes e podem ser facilmente ingeridos através dos alimentos. O animal que por algum desequilíbrio da qualidade da água, ou deficiência na alimentação, apresentar uma situação de estresse pode ser infectado por potógenos oportunistas e dependendo da situação ocasionar perda no desempenho e até a morte (MEURER, 2005).

2.2.1 Mecanismos de ação dos prebióticos

A principal forma de ação dos prebióticos é sobre a modulação benéfica da microbiota nativa presente no hospedeiro. Especula-se, também, que alguns prebióticos específicos poderiam agir diretamente sobre a translocação intestinal de patógenos, impedindo a sua aderência às células epiteliais e ativando a resposta imune adquirida (SILVA; NÖRNBERG, 2003).

Determinados grupos de bactérias quando aumentam seu crescimento no intestino do hospedeiro podem desencadear um processo clínico de doença. Bactérias gram negativas como a *Salmonella* spp. por exemplo, consegue aderir às células epiteliais, ligando-se a estas através de uma fímbria tipo 1 em sítios de ligação específicos ricos em resíduo de manose (MILES, 1993). Os prebióticos têm a capacidade de utilizar esta semelhança entre os sítios de ligação dos enterócitos ricos em manose com os mananoligossacarídeos adicionados da dieta, diminuindo a fixação de patógenos à mucosa e facilitando a sua expulsão juntamente com o quimo alimentar através do trato gastrointestinal por mecanismos fisiológicos normais (NEWMANN, 1994).

A capacidade dos mananoligossacarídeos interferir na adesão de bactérias patogênicas ao epitélio intestinal sugere também, que possa haver inibição da aglutinação

entre bactérias, indispensável para a transferência de plasmídeos através da conjugação. Desta maneira, além de reduzir o número e bactérias patogênicas, diminui consideravelmente a troca de material genético entre elas, impedindo deste modo a variabilidade genética e o surgimento de novas espécies patogênicas resistentes (MAISONNEUVE et al., 2001).

Como o processo de produção de rações para peixes utiliza altas temperaturas e pressão, a utilização de microorganismos vivos como probióticos fica restrita, 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 o aumento de bactérias benéficas no intestino dos peixes cultivados. A Tabela 1 relaciona algumas bactérias patogênicas e seus respectivos prebióticos ou probióticos antagonistas e as espécies onde estes produtos foram testados.

Tabela 1: Relação de patógenos oportunistas e seus antagonistas para diversas espécies de animais.

Bactéria Patogênica	Pré ou Probiótico Antagonista	Espécie	Referência
<i>Vibrio harveyi</i> , <i>V. anguillarum</i> , <i>V. alginolyticus</i> , <i>Enterococcus</i> spp., <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Escherichia coli</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus brevis</i>	Tilápia do Nilo	JATOBÁ et al. (2008)
<i>V. harveyi</i>	Bactéria ácido-láctica	<i>Litopenaeus vannamei</i>	VIEIRA et al. (2007)
<i>Streptococcus iniae</i>	Grobiotic™AE	<i>Morone chrysops</i> X <i>M. saxatilis</i>	LI; GATLIN (2004)
<i>Mycobacterium marinum</i>	Grobiotic™AE	<i>Morone chrysops</i> X <i>Morone saxatilis</i>	LI; GATLIN(2005)
<i>Listeria monocytogenes</i> <i>Salmonella typhimurium</i>	Oligofrutose e inulina	Ratos	BUDDINGTON et al. (2002)
<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella</i> spp.	Bio-Mos®	Suínos	MIGUEL et al. (2004)
<i>Aeromonas hydrophila</i> <i>V. alginolyticus</i> <i>V. anguillarum</i> <i>V. ordalii</i>	<i>Alteromonas haloplanktis</i>	<i>Argopecten purpuratus</i>	RIQUELME et al. (1996)

2.2.2 Microrganismos e nutrição

Qualquer alimento ingerido pelo hospedeiro pode ser metabolizado pela atividade bioquímica das bactérias presentes no intestino. Bactérias sacrolíticas participam na quebra e fermentação de carboidratos complexos, bactérias que degradam proteínas, peptídeos e aminoácidos, bactérias metanogênicas e outras que crescem com produtos intermediários da fermentação como o hidrogênio, lactato, succinato e etanol (FERREIRA, 2003).

Segundo Topping (1996), com estudos em humanos, as principais fontes de alimentos dos microrganismos são os amidos resistentes e as proteínas não digeríveis. Além da presença do alimento, o tamanho da partícula que chega até o intestino é fundamental para o desdobramento de outros compostos, pois atuam no tempo de trânsito do alimento. Estes alimentos quando fermentados perfazem cerca de 85-95% dos ácidos graxos de cadeia curta, sendo estes o acetato, propionato e butirato.

Alguns grupos bacterianos têm participação direta e indireta na produção de vitaminas. Dentre as vitaminas com origem colônica, podemos destacar a vitamina K2, que é produzida através de um análogo, a menaquinona-7 que pode ser facilmente absorvida no íleo. Bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Klebsiela* produzem vitamina B12 que é absorvida no intestino delgado, *Bifidobacterium adolescentis*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis* e *B. longum* são capazes de sintetizar vitamina B1(tiamina), B6 (piridoxina), B9 (ácido fólico), B12 (cianocobalamina) e ácido nicotínico em diferentes proporções (DEGUCHI et al., 1985).

Outra importante função dos mananoligossacarídeos (MOS) no intestino é o aumento da biodisponibilidade de minerais, principalmente cálcio e magnésio, gerados a partir da hidrólise de frutoligossacarídeos (FOS) e inulina no trato gastrointestinal superior, sendo fermentados pela microbiota colônica, diminuindo assim o pH intestinal, aumentando a concentração de cálcio ionizado e sua difusão passiva (OTHA et al., 1995).

2.2.3 Alimentos e critérios para ser um prebiótico

Para um ingrediente alimentar ser considerado prebiótico, não deve ser hidrolisado nem absorvido na porção inicial do trato gastrointestinal, deve promover seletivamente o crescimento e/ou estimular a atividade metabólica de bactérias promotoras de saúde e não

outras bactérias, alterando a microbiota colônica em favor de uma composição mais saudável (FERREIRA, 2003).

Os ingredientes alimentares que atendem a estes pressupostos são principalmente os FOS, MOS (Bio-Mos[®]) e inulina, além de galacto-oligossacarídeos, lactulose, isomalto-oligossacarídeo, xilo-oligossacarídeo, gentio-oligossacarídeo e oligossacarídeos de soja, que também possuem efeito prebiótico (GIBSON; FULLER, 2000).

Os oligossacarídeos são de modo geral obtidos a partir da parede celular e alguns vegetais como a chicória, cebola, alho, alcachofra, aspargo, entre outros. Podem também ser obtidos através de ação de enzimas microbianas como as glicosiltransferases (transglicosilases) em processos fermentativos, utilizando produtos agrícolas como a sacarose e o amido como substratos, para a síntese de oligossacarídeos prebióticos. Enquanto que os MOS podem ser derivados da parede celular de levedura como a *Saccharomyces cerevisiae*, quando fermentados em uma mistura complexa de açúcares. A afinidade dos microrganismos patógenos a estes açúcares, principalmente bactérias gram negativas que apresentam fímbria do tipo 1 (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp.), é uma das principais funções desse suplemento (FLEMING, 2005).

Atualmente muitos dos probióticos são suplementados de prebióticos, num único produto que é considerado um simbiótico, tendo como objetivo a maior eficácia de ambos os produtos (FERREIRA, 2003).

2.2.4 Influência dos prebióticos sobre o sistema imune

Através do estímulo do crescimento bacteriano, gerando com isso a produção de ácido láctico, os prebióticos podem atuar indiretamente de forma benéfica na saúde do hospedeiro. Estas populações bacterianas são responsáveis pela produção de substâncias com atividade imunoestimulatórias como lipopolissacarídeos, peptídeoglicanas e ácidos lipoteicóicos. Estas substâncias através das diversas atividades fisiológicas interagem com o sistema imune, gerando produtos como as citocinas, proliferação de células mononucleares, atividade fagocítica de macrófagos e a indução na síntese de grandes quantidades de imunoglobulinas, em especial as IgA (BRANDTZAEG, 1998; MACFARLANE; CUMMINGS, 1999; SILVA; NÖRNBERG, 2003).

Alguns autores sugerem que determinados prebióticos específicos podem causar redução na translocação intestinal de patógenos. Estes compostos podem ser identificados

por sítios de ligação dos macrófagos através da presença de determinados açúcares presentes nas glicoproteínas da superfície epitelial dando início a reações em cascata que resultariam na ativação dos macrófagos e liberação de citoquinas, ativando a resposta imune adquirida (SAVAGE et al., 1997; SILVA; NÖRNBERG, 2003).

2.3 Probióticos

O conceito probiótico surgiu a partir das observações de Metchnikoff em 1907 e de estudos de exclusão competitiva efetuados por Nurmi e Rantala em 1973, baseados nas observações das variações da flora intestinal, ocasionadas por fatores de estresse, como temperatura, densidade de população, alimentação artificial e manuseio. Tais variáveis refletem na perda do apetite, surgimento de doenças e baixo crescimento (FOX, 1988; FULLER, 1992).

Gatesoupe (1999) define probiótico para aquicultura como “células microbianas que são adicionadas na alimentação de maneira que entrem no trato digestivo dos animais, mantendo-se vivas, com o objetivo de melhorar a saúde do animal”.

2.3.1 Utilização de probióticos

O mecanismo de ação dos probióticos ainda não está inteiramente elucidado. A ação deste composto ocorre pela exclusão competitiva (OZAWA et al., 1978), competição por locais de adesão no aparelho digestivo (WATKINS; MILLER, 1983), por estímulo da imunidade, por maior produção de ácido láctico (FULLER, 1977), pela diminuição da produção de amins tóxicas e aumento da disponibilidade de aminoácidos nos locais de absorção (KOZASA, 1989), por economia de energia e por aumento da disponibilidade de vitaminas e enzimas (FULLER, 1989). A ação benéfica do uso de probióticos ocorre de duas formas: uma determinando melhores índices zootécnicos com maior produtividade, aumento no ganho de peso e melhor conversão alimentar e outra na redução da colonização intestinal por alguns patógenos, como por exemplo, as salmonelas.

São considerados como probióticos, microrganismos vivos utilizados como suplemento das dietas, os quais trazem benefício à saúde do consumidor influenciando o balanço intestinal microbiano. Os microrganismos *Bifidobacterium* spp. e *Lactobacillus*

spp. são espécies tidas como probióticos de interesse, considerando que uma população importante destas bactérias no trato intestinal é geralmente considerada como indicativo de microbiota saudável (FULLER, 1992; CRITTENDEN et al., 2001; SHAH, 2001).

2.3.2 Produtos da ação dos probióticos

Segundo Castro (2003) são atribuídas aos probióticos várias ações benéficas, como o auxílio na digestão e absorção de nutrientes (envolvimento na bioquímica intestinal, especialmente em relação à ação sobre os sais biliares), ação inibitória no crescimento de bactérias patogênicas (produção de bacteriocinas), produção de lactato e acetato que reduzem o pH do meio, exercendo efeito antibacteriano, produção de metabólitos que inibem bactérias gram negativas e positivas patogênicas, produção de vitaminas do grupo B, estímulo do sistema imune através da ativação dos macrófagos, ativação do sistema imune contra células malignas e restauração da microbiota intestinal após tratamento com antibiótico.

As bacteriocinas são compostos protéicos que têm atividade letal contra outras bactérias. Normalmente as células bacterianas que produzem bacteriocinas são imunes à sua ação antagônica e propiciam à bactéria secretora uma vantagem competitiva sobre outras bactérias no mesmo ambiente ecológico. A secreção de bacteriocinas é encontrada amplamente no reino *Eubacteria* e têm ampla diversidade quanto as suas propriedades físicas e químicas (TORO, 2005).

2.4 Interação Prebiótico e Probiótico

A utilização combinada de prebiótico e probiótico é denominada de simbiótico e constitui um novo conceito na utilização de aditivos em dietas animais. A ação simbiótica estabiliza o meio intestinal e aumenta o número de bactérias benéficas produtoras de ácido láctico, favorecendo a situação de eubiose (FULLER, 1989).

À medida que as bactérias probióticas e MOS são administrados, a condição de eubiose e saúde intestinal se tornam permanente, impossibilitando o estabelecimento de patógenos como *E. coli*, *Clostridium* spp., *Salmonella* spp. (FLEMING, 2005).

A microbiota é favorecida pela ação dos prebióticos que tem a capacidade de se ligarem à fímbria das bactérias patogênicas (*E. coli*, *Salmonella* spp. e *Campylobacter* spp.), conduzindo-as junto com o bolo fecal, mais a ação probiótica na nutrição das células (enterócitos) que recobrem todo o trato digestivo, reduzindo a produção de amônia e aminas biogênicas, fenóis e demais substâncias carcinogênicas e putrefativas, proporcionando equilíbrio e saúde intestinal, melhorando a absorção de vitaminas e demais substâncias (Figura 1) que são absorvidas e sintetizadas no fígado (FULLER, 1999).

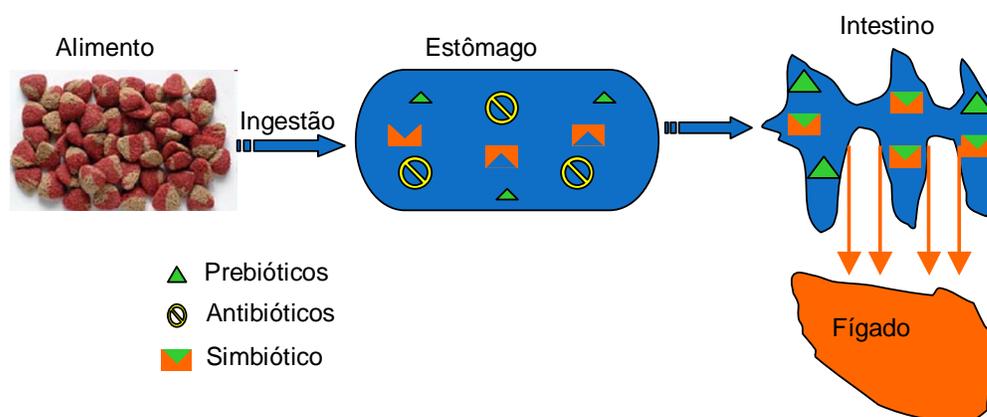


Figura 1: Mecanismo de ação dos probióticos e prebióticos na fisiologia da digestão.

2.5 Reversão Sexual de Tilápia do Nilo

O potencial zootécnico da tilápia muitas vezes é limitado pela alta prolificidade e a maturação sexual precoce, onde as fêmeas desviam grande parte da energia para a reprodução, sendo necessária a adoção de cultivo exclusivos de machos para impedir a reprodução e otimizar o desempenho (GALE et al., 1999; DAN; LITTLE, 2000). A masculinização fenotípica por via oral é o método mais utilizado em sistemas aquiculturais para obtenção de populações monosssexais na tilapicultura. A eficácia desse processo depende de fatores ambientais (principalmente temperatura), do hormônio e sua concentração, bem como a espécie empregada, tempo de administração, idade das larvas (DEVLIN; NAGAHAMA, 2002). Embora o protocolo de masculinização já tenha sido estabelecido para a tilápia do Nilo, sua eficácia pode apresentar diferenças em função do manejo, das linhagens empregadas e de variações ambientais locais (YASUI et al., 2007).

Acredita-se que não haja relação direta entre a absorção de hormônios e a utilização de prebióticos, mas se a saúde intestinal do animal estiver bem, e os enterócitos apresentarem boa capacidade de absorção do alimento, aumentam as chances do hormônio que chega juntamente com o alimento ser absorvido e chegar até seu receptor específico nas gônadas.

3 MANANOLIGOSSACARÍDEO DURANTE A REVERSÃO SEXUAL DE TILÁPIA DO NILO

3.1 Introdução

A expansão mundial da aquicultura deve-se principalmente a aumento do consumo da proteína do pescado, aumento da população mundial e a diminuição das capturas. A expansão da aquicultura está sustentada no aumento da eficiência produtiva, intensificação dos cultivos e no entendimento de muitos processos biológicos (BURR et al., 2005).

Os sistemas intensivos de produção podem proporcionar baixa qualidade de água e estresse nos peixes, desencadeando problemas na sanidade. A utilização de antibióticos como promotor de crescimento representa um problema para a segurança alimentar e também para o ambiente onde estes são utilizados (KAUTSKY et al., 2000).

A utilização de antibióticos vem sendo uma das alternativas mais viáveis e preocupantes, já que a resistência a antibióticos da bactéria patogênica associada ao animal é aumentada e pode ser transferida a humanos (MACMILLAN, 2001).

A utilização de prebióticos ainda é um conceito novo em aquicultura, porém já é muito utilizado na suinocultura e avicultura. O Bio-Mos[®] é um prebiótico composto de mananoligossacarídeos, extraídos da parede celular de leveduras, e sua utilização em animais terrestres tem demonstrado bons resultados, atuando com um eficiente promotor de crescimento (FLEMMING, 2005). Sua aplicação na aquicultura é pouco estudada e deve ser avaliada para o maior número de espécies e fases de criação.

As suplementações de prebióticos, assim como os demais suplementos alimentares, necessitam de certa precisão em sua administração. Apesar de não ser apontado como um causador de impacto ambiental, estes suplementos só demonstram resultados positivos quando administrados na concentração exata que o organismo necessita e ainda, durante um período correto, que geralmente é bastante curto (JENEY et al., 1997). O limiar entre o suplemento expressar seus benefícios e tornar-se prejudicial é estreito, daí a dificuldade em estabelecer os protocolos de utilização (VOLPATTI et al., 1998). Além disso, o nível de inclusão do suplemento varia com inúmeros fatores, como idade do peixe, sistema de criação, composição da dieta e, principalmente com a condição de estresse em que estão submetidos (GARCIA, 2008).

Neste sentido, estudos com substâncias naturais que melhoram a nutrição e a saúde dos animais de interesse zootécnico são necessários. Os prebióticos podem ser considerados substâncias naturais que são seletivamente fermentadas por microrganismos benéficos da microflora gastrointestinal, o que reduz, por competição, a carga de bactérias indesejáveis do trato, favorecendo a saúde do animal e melhorando a absorção dos nutrientes da dieta (GIBSON; ROBERFROID, 1995).

Existem evidências de que determinados oligossacarídeos, entre eles os mananoligossacarídeos, atuam diretamente sobre algumas populações de bactérias patogênicas, pois estas se ligariam através de sua glicocálix nas moléculas de manose existente nos mananoligossacarídeos, tornando-as indisponíveis para a aderência no trato gastrointestinal, sendo eliminadas juntamente com o quimo intestinal ou fazendo com que estas sejam eliminadas por exclusão competitiva (GIBSON; ROBERFROID, 1995; SPRING et al., 2000).

A utilização de prebióticos tem demonstrado que quando este composto é aplicado sem uma situação de desafio, onde o animal apresenta boas instalações sanitárias, os resultados de melhora no desempenho nem sempre são evidenciados. Estes resultados foram encontrados por Grisdale-Helland et al. (2008), em salmão (*Salmo salar*), Chiquieri et al. (2007) em suínos, Fabregat (2006) e Garcia (2008) em tilápias. Estudando animais desafiados ou mais sensíveis os resultados podem ser positivos assim com os observados por Li e Gatlin (2004) em híbridos striped bass (*Morone chrysops x M. saxatilis*), Mahious et al. (2006) em turbot (*Psetta maxima*), Staykov et al. (2007) em trutas (*Oncorhynchus mykiss*), Staykov et al. (2009) em carpa comum (*Cyprinus carpio*) e salmão (*Salmo gairdneri*).

Fairchild et al. (2001), Dionizio et al. (2002), Loddi (2003), entre outros, relatam que o processo de instalação de algum quadro clínico que prejudique o desempenho de diferentes animais deve-se as más condições de alojamento (ventilação deficiente, superpopulação, variações ambientais bruscas, troca de dieta, presença de patógenos).

Mahious et al. (2006) obtiveram melhores resultados de desempenho para turbot (*P. maxima*) com a utilização do prebiótico Raftilose P95, composto de inulina e oligofrutose. Este composto atuou também numa melhor colonização do intestino por possíveis bactérias benéficas para a espécie como o *Bacillus* spp.

A utilização de uma alimentação balanceada e a adição de compostos prebióticos podem melhorar a saúde intestinal dos peixes. Tendo em vista que o hormônio utilizado na fase de reversão sexual será absorvido nas vilosidades intestinais, o balanço microbiano

intestinal pode atuar de maneira favorável na absorção, proporcionando melhores índices de reversão sexual em tilápias.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico, composição bromatológica da carcaça dos alevinos, uniformidade dos lotes e índice de reversão sexual da tilápia do Nilo, submetidos a diferentes níveis de inclusão do prebiótico mananoligossacarídeo (Bio-Mos[®]), durante a fase de reversão sexual.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Unioeste, *Campus* de Toledo-PR, durante o período de 18/11 a 18/12/2008. 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, provenientes da Aquicultura Tupi em Guaíra-PR. 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 litros.

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

Os aquários possuíram aeração constante e diariamente foram sifonados duas vezes a fim de se retirar sobras de ração e fezes. Nos primeiros 15 dias foram renovados 30% da água e nos últimos 15 dias este volume passou para 50% duas vezes ao dia. A água era proveniente de poço artesiano. 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.

Foram utilizadas seis rações isoprotéicas, isocalóricas e isofosfóricas (Tabela 2) 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 (BOSCOLO et al., 2005), 38,6% de proteína digestível (HAYASHI et al. 2002) e 60 mg/kg de hormônio masculinizante 17- α -metiltestosterona adicionados à ração segundo metodologia descrita por Popman e Green (1990).

Tabela 2: Composição percentual e química das rações durante a reversão sexual de tilápia do Nilo.

Ingredientes	Níveis de Inclusão de BioMos® (%)					
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Farinha de vis. frango ²	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Farelo de soja ¹	22,66	22,72	22,78	22,84	22,89	22,95
Farinha de peixe ²	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Milho ¹	12,99	12,62	12,24	11,85	11,47	11,09
Trigo integral ¹	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Óleo de soja ¹	4,00	4,11	4,22	4,34	4,46	4,57
Farinha de carne ossos ³	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+vitamínico*	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)	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
Linolêico	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

*Premix MCassab, níveis de garantia do produto: Vit. A 500.000 UI, Vit. D3 250.000 UI, Vit. E 5.000 mg, Vit K3 500 mg, Vit. C 10.000 mg, Vit. B1 1.000 mg, Vit B2 1.000 mg, Vit. B6 1.000 mg, Vit. B12 2.000 mg, Pantotenato de Cálcio 4.000 mg, Niacina 2.500 mg, Ácido Fólico 500 mg, Biotina 10mg, Cloreto de Colina 100.000 mg, Cobre 1.000 mg, Ferro 5.000 mg, Iodo 200 mg, Cobalto 50 mg, Inositol 1.000 mg, Manganês 5.000 mg, Selênio 30 mg, Zinco 9.000 mg.

¹Boscolo et al. (2002); ²Meurer et al. (2003); ³Pezzato et al. (2002)

Para se obter pequenas partículas de fácil absorção pelas pós-larvas, os produtos da ração foram triturados em moinho com martelos em peneira 0,8mm, posteriormente todas

as formulações foram peletizadas, e após 24 horas de secagem em estufa, realizou-se a moagem das rações pelo mesmo moinho, porém com peneira de 0,5mm. Depois de moída foi adicionado o hormônio, conforme metodologias descritas anteriormente. Finalmente, após a total evaporação do álcool as rações foram homogeneizadas e armazenadas sob condições controladas.

A alimentação foi realizada *ad libitum* fornecida seis vezes ao dia, as 7:00, 10:00, 12:00, 13:30, 15:10 e 17:30. 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, biomassa, fator de condição $[FC = \text{peso}/(\text{comprimento total})^b]$, onde b = coeficiente alométrico obtido pela interrelação logaritmática, $\text{Ln peso} \times \text{Ln comprimento}$, submetida à regressão linear, $\text{Log } y = \log a + b \cdot \log x$; onde, y = peso individual por peixe (g), a = constante, x = comprimento individual (mm)] e crescimento específico ($\text{CE\%} = 100 \times (\text{Ln peso final} - \text{Ln peso inicial}) / \text{n}^\circ \text{ de dias}$). Para verificar se o produto testado melhora a uniformidade do lote, foi realizada a análise de variância do coeficiente de uniformidade (CU) adaptado de Marques et al. (2003) 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: $N-20\%$ = número de peixes - 20% em torno da média da unidade experimental; $N+20\%$ = número de peixes + 20% em torno da média da unidade experimental; $N\pm 20\%$ = número de peixes dentro do intervalo de $\pm 20\%$ 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 proposto por Guerrero e Shelton (1974) e validadas por Wassermann e Afonso (2002). Esta última permitiu uma avaliação auxiliar mais rápida e precisa das estruturas gonadais. O restante dos alevinos foi embalado e congelado para posterior determinação da composição bromatológica da carcaça no Laboratório do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (Gemaq), segundo metodologia descrita na AOAC (2005), tendo sido avaliado a umidade, a proteína bruta, o extrato etéreo e a matéria mineral.

Os resultados dos parâmetros zootécnicos de peso médio final, comprimento, sobrevivência, biomassa, fator de condição, crescimento específico e composição bromatológica foram submetidos à análise de variância, e se verificada diferenças

significativas, estes foram submetidos à análise de regressão pelo programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997).

Os dados de proporção sexual foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$), e se verificada diferença estatística, 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), utilizando o programa computacional BioEstat 4.0 (AYRES et al., 2005).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Parâmetros físicos e químicos da água

Os resultados das avaliações dos parâmetros físicos e químicos da água dos aquários, durante a reversão sexual de tilápia do Nilo submetida a dietas com diferentes níveis de inclusão de Bio-Mos[®] estão apresentados na Tabela 3. Observou-se 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[®].

Tabela 3: Valores médios das variáveis físicas e químicas da água, durante a reversão de tilápia do Nilo, sob diferentes níveis de inclusão de Bio-Mos[®].

Parâmetros	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)	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)	91,67	111,33	87,67	88,33	88,33	90,00	92,88	9,85

Os valores médios dos parâmetros físicos e químicos (Tabela 3) se mantiveram dentro da zona de conforto para tilápia do Nilo preconizado por Kubtiza (2003), para o

adequado desenvolvimento dos alevinos durante a reversão sexual (POPMA; PHELPS, 1998).

No presente estudo as médias das temperaturas se mantiveram entre 24,76 e 26,16 °C (Tabela 3), estando acima dos valores verificados por Graeff e Amaral Junior (2004), que sugerem limites mínimos de 23,6 e 24,8 °C para não prejudicar o desenvolvimento de juvenis de tilápia Nilo. Frascá-Scorvo et al. (2001) afirmam que a temperatura ideal, para produção da maioria das espécies de peixes de clima tropical, assim como a tilápia do Nilo está entre 25 e 28°C.

3.3.2 Desempenho zootécnico dos alevinos de tilápia do Nilo

Os valores médios dos parâmetros de desempenho e sobrevivência estão apresentados na Tabela 4. A inclusão de Bio-Mos[®] até o nível de 1% da ração não teve efeito ($P>0,05$) sobre os parâmetros de desempenho e sobrevivência avaliados no presente experimento, o que concorda com Fabregat (2006), que utilizando o prebiótico FLAVOFEED[®] composto por bioflavonóides cítricos, mananoligossacarídeos e beta-glucanas, ácidos linoleico e oleico e os ácidos ascórbico e cítrico, para juvenis de tilápia não verificou diferença para os parâmetros de peso final, ganho de peso e sobrevivência.

Tabela 4: Resultados de desempenho produtivo das larvas de tilápia do Nilo, durante a fase de reversão sexual, submetidas a diferentes níveis de inclusão de prebiótico na ração.

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	1350
Crescimento específico (%/dia)	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

Observa-se que os valores de peso final e sobrevivência são superiores aos obtidos por Toyama et al. (2000), quando estes autores testando níveis de vitamina C, durante a

fase de reversão sexual, obtendo resultados inferiores aos do presente trabalho. Este fato demonstra que o presente experimento foi conduzido de maneira adequada.

Os resultados de desempenho produtivo encontrado neste trabalho estão 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 (*Oreochromis niloticus*), com e sem desafio sanitário e não obtiveram diferença entre os tratamentos. Da mesma forma, Marengoni et al. (2008), trabalhando com a inclusão probiótico contendo cepas das bactérias *Bacillus subtilis*, *Bacillus lincheniformis* e *Bacillus pumilus* para ração comercial para alevinos de tilápia “Saint Peter” cultivados em água mesohalina, também não verificaram efeito positivo.

Resultados contrários foram observados por Lara-Flores et al. (2003), testando 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 10⁸ UFC/g 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. Da mesma forma, Gunther e Jiménez-Montealegre (2004), encontraram diferenças (P<0,01) na conversão alimentar e ganho de peso nas tilápias submetidas ao estresse e alimentadas com probiótico composto por *Bacillus subtilis*.

Os efeitos do presente experimento diferem dos observados por Staykov et al. (2007) para carpas e trutas e Staykov et al. (2009) para salmão onde a inclusão de 0,2% de Bio-Mos[®] promoveu melhores resultados para os parâmetros de ganho de 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, o efeito benéfico do fornecimento de prebióticos sobre a resposta biológica pode ser evidenciado (MATHEW, 1993; GARCIA, 2008). Fairchild et al. (2001) e Loddi, (2003) quando avaliaram a utilização de mananoligossacarídeos em dietas frangos sadios e desafiados com *E. coli*, constataram o efeito significativo do produto somente nos animais que foram propositalmente desafiados.

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), testando 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 Meurer et al. (2009) e Garcia (2008) divergem dos resultados do presente estudo, pois com a utilização de própolis de abelha como promotor de crescimento para alevinos de tilápia o primeiro autor obteve resultados positivos para peso médio final e crescimento específico, recomendando a utilização de 2,22 g por quilo de ração.

Desta maneira, verifica-se que a boa condição de criação das pós-larvas de tilápia com uma ração bem balanceada 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 dos tratamentos, o que deve ser levado em consideração, pois o Bio-Mos[®] é um polissacarídeo não amiláceo (PNAs) e de acordo com Meurer e Hayashi (2003) os efeitos do PNAs na nutrição, geralmente recaem na diminuição da digestibilidade dos nutrientes, aumentando a viscosidade do bolo alimentar, efeito na velocidade de trânsito do alimento, diminuição dos níveis séricos de glicose e colesterol, e conseqüente diminuição no desempenho.

3.3.3 Índices de reversão sexual das pós-larvas de tilápia do Nilo

Os valores dos índices de reversão sexual para as pós-larvas estão apresentados na Figura 2. A efetividade da reversão sexual foi de 100% de machos, não diferindo ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de Bio-Mos[®].

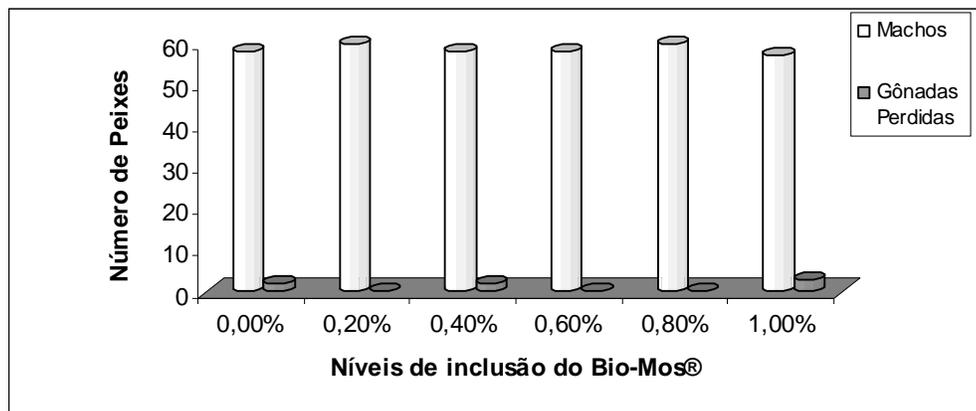


Figura 2: Efetividade da reversão sexual de pós-larvas de tilápia do Nilo alimentadas com diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Bio-Mos[®])

O índice de indivíduos machos alcançado no presente trabalho pode ser considerado excelente, pois de acordo com a análise de Bombardelli et al. (2004a), níveis acima dos 95% de machos podem proporcionar bons resultados no ambiente de cultivo. Baixos índices de reversão sexual podem provocar a superpopulação dos viveiros, aumentando os custos de produção e afetando negativamente a qualidade da água (KUBITZA 2003, BOMBARDELLI et al., 2004b).

Segundo Meurer (2005), uma boa 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 através 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 prebiótico sobre os mecanismos de regulação hormonal dos peixes estudados.

3.3.4 Uniformidade das pós-larvas de tilápia do Nilo

Os resultados de uniformidade dos lotes de alevinos de tilápia do Nilo estão apresentados na Figura 3. A inclusão do Bio-Mos[®] não evidenciou diferença ($P>0,05$) na uniformidade dos lotes ao final da reversão sexual.

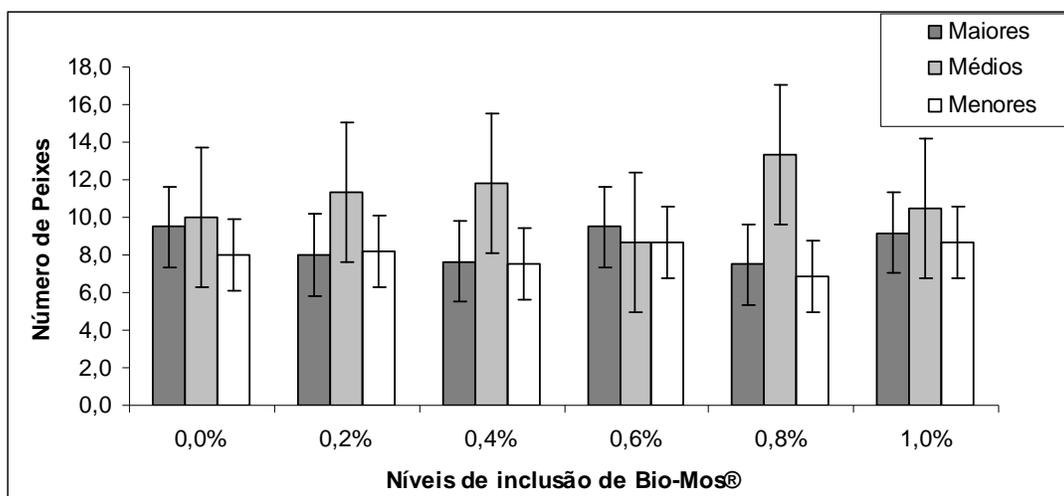


Figura 3: Distribuição das diferentes classes de peso para os alevinos de tilápia do Nilo submetidos a diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Bio-Mos[®]).

Os resultados da uniformidade dos lotes (Figura 3) 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 de ração do composto promotor a base de 25% de mananoligossacarídeo e 30% de β -glucano.

Ciclídeos, como a tilápia, apresentam comportamento territorialista e sua criação necessita maiores cuidados para se manter a uniformidade do lote. Quanto maior a diferença do tamanho, maior o prejuízo na comercialização devido à presença de peixes pequenos (HEIN et al., 2004). A uniformidade dos lotes é fundamental para diminuir o territorialismo entre as espécies cultivadas, melhorando desta forma o desempenho. Fox et al. (1997) sugerem que 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. Há ainda a hipótese de que a resposta crônica de estresse prejudicaria o crescimento, devido a mobilização de energia pelas alterações fisiológicas provocadas pela resposta de estresse (KEBUS et al., 1992).

Independentemente dos mecanismos bioquímicos, fisiológicos ou genéticos envolvidos nas causas da heterogeneidade do lote, na maioria dos casos, estes podem relacionar ao manejo incorreto, estando diretamente ligados ao nível de estresse. Alguns estudos demonstram que os glucanos e MOS 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. (HUNTINGFORD; LEANIZ, 1997; MACLEAN; METCALFE, 2001; GÓMEZ-LAPLAZA; MORGAN, 2003; BRIDLE et al., 2005).

Em geral os benefícios da utilização de MOS como prebiótico são sutis. Estes resultados são observados em perus (ZDUNCZYK et al., 2005), suínos (CHIQUIERI et al., 2007), papagaios (MEDEIROS, 2006), salmões (GRISDALE-HELLAND et al., 2008), entre outros. O nível de estresse do animal e do ambiente onde é criado têm relação direta com a resposta biológica obtida pela adição de prebióticos à dieta, pois em condições adequadas de cultivo como foi o caso do presente experimento, com ou sem o fornecimento de prebióticos as respostas obtidas serão semelhantes. No entanto, quando as condições ambientais são alteradas, quando ocorre uma deficiência nutricional ou ainda quando os animais são manejados, o efeito destes suplementos é observado (MATHEW et al., 1993; SILVA; NÖRNBERG, 2003). Estes resultados ressaltam a importância da execução de experimentos de campo em situações reais de cultivo para testes de utilização de suplementos alimentares (GARCIA, 2008).

3.3.5 Composição química e bromatológica das carcaças dos alevinos de tilápia do Nilo

A Tabela 5 apresenta os resultados bromatológicos 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.

Pezzato et al. (2006), testando três tipos de pró-nutrientes (levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular), também não constataram diferença estatística entre

os 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.

Tabela 5: Valores médios da composição química e bromatológica da carcaça dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com diferentes níveis de inclusão de prebiótico (Valores expressos em 100% da matéria seca).

Parâmetros (%)	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

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

Hisano (2007) também não evidenciou 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), testaram o probiótico Biogen®, composto de allicin, enzimas hidrolíticas, *B. subtilis* e extratos de ginseng, e assim como o presente estudo (Tabela 5), também não constataram diferenças significativas sobre os parâmetros bromatológicos da carcaça dos alevinos.

3.4 Conclusão

A utilização de diferentes níveis de inclusão do prebiótico Bio-Mos® para tilápia do Nilo, durante o período de reversão sexual, não afetou os valores de desempenho

zootécnicos, sobrevivência, composição bromatológica da carcaça, uniformidade do lotes e efetividade da reversão sexual dos alevinos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de produtos alimentares naturais, livres de agrotóxicos, antibióticos, hormônios e quimioterápicos por humanos já é uma realidade mundial. Dessa maneira, o desenvolvimento de produtos naturais que melhoram o desempenho e a saúde dos peixes deve ser continuamente pesquisado. Muitos alimentos além de fornecer os nutrientes básicos disponibilizam outras substâncias que ainda não tem suas funções totalmente esclarecidas, assim como os prebióticos.

A necessidade de futuros estudos com o Bio-Mos[®] na alimentação de peixes é também uma realidade. Na alimentação das pós-larvas em laboratório seus efeitos não foram evidenciados, fato que pode ser atribuído às condições ambientais controladas, sem variação térmica, com a qualidade da água monitorada. Este fato leva como sugestão a utilização do produto em novas pesquisas de campo de maneira que possa ser utilizado pelo piscicultor.

Como sugestão para novas pesquisas, seria a utilização do produto por um maior período de vida dos peixes, para obter o tempo necessário do equilíbrio na microbiota intestinal.

Existem no mercado muitos produtos dessa linha que já são utilizados para suínos, aves, coelhos e monogástricos terrestres, porém para peixes esses produtos são escassos. Baseados nestes fatos, pesquisas nesta linha são fundamentais para o desenvolvimento da atividade aquícola.

O fato de não ser verificado diferença significativas entre os níveis de inclusão de Bio-Mos[®], pode ser considerado um resultado positivo, pois muitas vezes estes produtos podem prejudicar a palatabilidade, ou ainda devido à presença dos polissacarídeos não amiláceos prejudicar o crescimento.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE-GUZMA, G.; RICQUE-MARIE, D.; CRUZ-SUÁREZ, E.L. Survival of agglomerated *Saccharomyces cerevisiae* in pelleted shrimp feeds. **Aquaculture**, v. 208, p. 125-135, 2002.
- ALCESTE, C.; JORRY, D. Análisis de las tendencias actuales em comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norteamérica y la Union Europea. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA, 1., 1998, Recife. **Anais...** Recife: SIMBRAQ, 1998. p. 349.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 18.ed. Gaithersburg, M.D, USA, 2005.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L. et al. **BioEstat. Versão 4.0**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, MCT/CNPq. 2005.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Aplicação de métodos diretos e indiretos para a produção de populações monossexuais na tilapicultura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 7, n. 1, p. 57-68, 2004a.
- BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Avaliação de rações fareladas e micropelletizadas para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) – desempenho e efetividade de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, v. 26, n. 2, p. 197-201, 2004b.
- BOSCOLO, W.R., HAYASHI, C., MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 13, n. 2, p. 539-545, 2002.
- BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007. 272p.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A. et al. Energia digestível para larvas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1813-1818, 2005.
- BRANDTZAEG, P. Development and basic mechanisms of human gut immunity. **Nutrition Reviews**, v. 56, n. 1, supp. 2, p 5-18, 1998.
- BRIDLE, A.R.; CARTER C.G.; MORRISON, R.N. et al. 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**, v. 28, n. 6, p. 347-376, 2005.
- BUDDINGTON, K.K.; DONAHOO, J.B.; BUDDINGTON, R.K. Dietary oligofructose and inulin protect mice from enteric and systemic pathogens and tumor inducers. **The Journal of Nutrition**, v.132, n.3, p. 472-477, 2002.

BURR, G.; GATLIN, D.; RICKE, S. Microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of prebiotics and probiotics in finfish aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 36, n. 4, p. 425-436, 2005.

CASTRO, J.C. Uso de aditivos e probióticos em rações animais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RANICULTURA, 1.; CICLO DE PALESTRAS SOBRE RANICULTURA DO INSTITUTO DE PESCA, 2., 2003. São Paulo. 2003. **Anais...** Boletim Técnico do Instituto de Pesca, v. 34, p. 12-18.

CHIQUIERI, J.; SOARES, R.T.R.N.; HURTADO NERY, V.L. et al. Bioquímica sanguínea e altura das vilosidades intestinais de suínos alimentados com adição de probiótico, prebiótico e antibiótico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 2, p. 97-104, 2007.

CRITTENDEN, R.; LAITILA, A.; FORSSELL, P. et al. Adhesion of bifidobacteria to granular starch and implication of probiotics technologies. **Journal of Microbiology and Technology**, v. 67, n. 8, p. 3469-3475, 2001.

DAN, N.C.; LITTLE, D.C. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. **Aquaculture**, v. 184, p. 221-231, 2000.

DEGUCHI, Y.; MORSHITA, T.; MUTAI, M. Comparative studies on synthesis of water-soluble vitamins among human species of *Bifidobacteria*. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 49, n. 1, p. 13-19, 1985.

DEVLIN R.H.; NAGAHAMA, Y. Sex determination in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences. **Aquaculture**, v. 208, p. 191-364, 2002.

DIONIZIO, M.A.; BERTECHINI, A.G.; KANJI KATO, R. et al. Prebióticos como promotores de crescimento para frangos de corte – desempenho e rendimento de carcaça. **Ciência Agrotécnica**, Edição Especial, p. 1580-1587, 2002.

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**, v. 13, p. 407-412, 2007.

EL-SAYED, A.F.M. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. **Aquaculture**, v.179, p.149-168, 1999.

FABREGAT, T.E.H.P. **Utilização do prebiótico flavofeed® como suplemento dietário para juvenis de tilápia do nilo *Oreochromis niloticus***. Jaboticabal, 2006, 42p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista.

FAIRCHILD, A.S.; GRIMES, J.L.; JONES, T. et al. Effects of hen age, Bio-Mos® and flavomycin® on poult susceptibility to oral *Escherichia coli* challenge. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 562-571, 2001.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Fisheries and aquaculture department. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics>. Acesso em 05/04/2009.

FERREIRA, C.L.L.F. **Prebióticos e probióticos: atualização e prospeção**. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2003, 206p.

FLEMMING, J.S. **Utilização de leveduras, probióticos e mananoligossacarídeos (MOS) na alimentação de frangos de corte**. Curitiba, 2005. 111p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná.

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

FOX, S. Probiotics: Intestinal inoculants for production animals. **Veterinary Medical**, <http://www.avma.org/issues/default.asp>. v. 22, p. 806-823, 1988.

FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; CARNEIRO, D.J.; MALHEIROS, E.B. Comportamento alimentar do matrinxã (*Brycon cephalus*) no período de temperaturas mais baixas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 27, n. 1, p. 1-5, 2001.

FULLER, R. The importance of lactobacilli in maintaining normal microbial balance in the crop. **British Poultry Science**, v. 18, p. 85-94, 1977.

FULLER, R. Probiotics in man and animals: A review. **Journal of Applied Microbiology**, v.66, p. 365-378, 1989.

FULLER, R. History and development of probiotics. In:_____. **Probiotics: the scientific basis**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1992. Cap.1.

FULLER, R. Modulation of the intestinal microflora by probiotics. **Nestlé Nutrition Workshop Series**, v. 42, p. 33-45, 1999.

GALE W.L; FITZPATRICK, M.S.; LUCERO, W.M. et al. Maculinization of Nile tilapia by immersion in androgens. **Aquaculture**, v. 178, p. 349-357, 1999.

GARCIA, F. **Suplementação alimentar com beta-glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede**. Jaboticabal, 2008, 120p. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista.

GATESOUBE, F.J. The use of probiotics in aquaculture. **Aquaculture**, v. 180, p. 147-165, 1999.

GIBSON, G.R.; FULLER, R. Aspects of *in vitro* and *in vivo* research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. **The Journal of Nutrition**, v. 130, (suplemento), p. 391-395, 2000.

GIBSON, G.R.; ROBERFROID, M.B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introduction the concept of prebiotics. **Journal Nutrition**, v. 125, p. 1401-1412, 1995.

GOMEZ-LAPLAZA, L.M.; MORGAN, E. The influence of social rank in the angelfish, *Pterophyllum scalare*, on locomotor and feeding activities in a novel environment. **Laboratory Animal**, v. 37, n. 2, p. 108-120, 2003.

GRAEFF, A.; AMARAL JUNIOR, H. 2004. Produção de juvenis de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) em tanque-rede como opção econômica para regiões de clima desfavorável para engorda anual. In: CONGRESO IBEROAMERICANO VIRTUAL DE ACUICULTURA, 3. **Anais...** 2004. p. 190-196. Disponível em: <http://www.civa2004.org>, acessado em 17/04/2009.

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**, v. 283, p. 163-167, 2008.

GUERRERO, R.D.; SHELTON, W.L. An acetocarmine squash method for sexing juvenile fishes. **Progressive Fish Culturist**, v.36, p. 56, 1974.

GUNTHER, J.; JIMÉNEZ-MONTEALEGRE, R. Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio. **Revista de Biología Tropical**, v. 52, n. 4, p. 937-943, 2004.

HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. et al. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 823-828, 2002.

HEIN, G.; PARIZOTTO, M.L.V.; BRIANESE, R.H. **Tilápia, referência modular para o oeste do Paraná**. Toledo: EMATER, 2004. 27p.

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

HUNTINGFORD, F.A.; LEANIZ, C.G. Social dominance, prior residence and acquisition of profitable feeding sites in juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, v. 51, n. 5, p. 1009-1014, 1997.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Estatística da pesca 2006 Brasil**: grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ibama, 2008, 174p.

JATOBÁ, A.; VIEIRA F.N.; SILVA NETO, C.B. et al. Utilização de bactérias ácido-lácticas isoladas do trato intestinal de tilápia-do-nilo como probiótico **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 9, p. 1201-1207, 2008.

JENEY, G.; GALEOTTI, M.; VOLPATTI, D. et al. Prevention of stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing different doses of glucan. **Aquaculture**, v. 154, p. 1-15, 1997.

KAUTSKY, N.; RONNBACK, P.; TEDENGREN, M. et al. Ecosystem perspectives on management of disease in shrimp pond farming. **Aquaculture**, v. 191, p. 145-161, 2000.

KEBUS, M.J.; COLLINS, M.T.; BROWNFIELD, M.S. et al. Effects of rearing density on stress response and growth of rainbow trout. **Journal of Aquatic Animal Health**. v. 4, p. 1-6, 1992.

KOZASA, M. Probiotics for animal use in Japan. **Revue Scientifique et Technique Office International des Epizooties**, v. 8, n. 2, p. 517-531, 1989.

KUBITZA, F. **Tilápia** - tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí: F. Kubitza, 2000. 289p.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí: F. Kubitza, 2003. 229p.

LARA-FLORES, M.; BRIONES, L.; OLVEA-NOVOA, M.A. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). In: SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 6., 2002, Cancún. **Anais...** Cancún: CICESE, 2002. p. 314-335.

LARA-FLORES, M.; OLVEA-NOVOA, M.A.; GUZMAN-MENDEZ, B.E. et al. Use of bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v. 216, n. 1-4, p. 193-201, 2003.

LI, P.; GATLIN, D.M. Dietary brewers yeast and the prebiotic GrobioticTME influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Aquaculture**, v. 231, p. 445-456, 2004.

LI, P.; GATLIN, D.M. Evaluation of the prebiotic Grobiotic[®]-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum*. **Aquaculture**, v. 248, p. 197-205, 2005.

LODDI, M.M. **Probióticos, prebióticos e acidificante orgânico em dietas para frangos de corte**. Jaboticabal, 2003, 52p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista.

MACFARLANE, G.T.; CUMMINGS, J.H. Probiotics and prebiotics: can regulating the activities of intestinal bacteria benefit health? **British Medical Journal**, v. 18, p. 999-1003, 1999.

MacLEAN, A.; METCALFE, N.B. Social status, access to food, and compensatory growth in the juvenile Atlantic salmon. **Journal of Fish Biology**, v. 58, n. 5, p. 1331-1346, 2001.

MACMILLAN, J.R. Aquaculture and antibiotic resistance: a negligible public health risk? **World Aquaculture**, v. 32 n. 2, p. 49-50. 2001.

MAHIOUS, A.S.; GATESOUBE, F.J.; HERVI, M. et al. Effect of dietary inulin and oligosaccharides as prebiotics for weaning turbot, *Psetta maxima* (Linnaeus, C. 1758). **Aquaculture International**, v. 14, n. 3, p. 219-229, 2006.

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

MAISONNUEVE, S.; OURIET, M.F.; DUVAL-IFLAH, Y.S. Comparison of yogurt, heat-treated yogurt, milk and lactose effects on plasmid dissemination in gnotobiotic mice. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 79, n. 02, p. 199-207, 2001.

MARENGONI, N.G.; POSSAMAI, M.; GONÇALVES JÚNIOR, A.C. et al. Performance e retenção de metais pesados em três linhagens de juvenis de tilápia-do-Nilo em hapas. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 3, p. 351-358, 2008.

MARENGONI, N.G.; ALBUQUERQUE, D.M.; MOTA, F.L.S. et al. Desempenho produtivo e proporção sexual de alevinos de tilápia vermelha sob a inclusão de probiótico em água mesohalina. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, (no prelo), 2009.

MARENGONI, N.G.; ALBUQUERQUE, D.M.; SILVA, A.I.M. et al. Desempenho produtivo de tilápia vermelha submetida à dieta contendo probiótico durante a alevinagem em tanques-rede com água mesohalina In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 10; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 18., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ, 2008. CD-Rom.

MARQUES, N.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. et al. Níveis diários de arraçoamento para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Semina. Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 24, n. 1, p. 97-104, 2003.

MATHEW, A.G. Effect of galactan on selected microbial populations and pH and volatile fatty acids in the ileum of the weanling pig. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 6, p. 1503-1509, 1993.

McINTOSH, G.H. Probiotics and colon cancer prevention. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 48-52, 1996.

MEDEIROS, L.B.; CARRIJO, A.S.; NEGRINI, J.M. et al. Utilização de prebiótico na alimentação de filhotes de papagaio verdadeiro (*Amazona aestiva*) em processo de reabilitação. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, p. 62-68, 2006.

MEURER, F. **Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como probiótico para as fases iniciais do cultivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. Maringá, 2005, 85p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, s. 02, p. 1801-1809, 2003.

MEURER, F.; COSTA, M.M.; BARROS, D.A.D. et al. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) fingerlings. **Aquaculture Research**, v. 40, p. 603-608, 2009.

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

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

MIGUEL, J.C.; RODRIGUEZ-ZAS, S.L.; PETTIGREW, J.E. Efficacy of a mannanoligosaccharide (Bio-Mos[®]) for improving nursery pig performance. **Journal of Swine Health and Production**, v. 12, n. 6, p. 296–307, 2004.

MILES, R.D. Manipulation of the microflora of the gastrointestinal tract: Natural ways to prevent colonization by pathogens. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY OF ANNUAL SYMPOSIUM, 9., 1993, London. **Proceedings...** London: Nottingham University Press, 1993. p. 133–150.

NEWMAN, K. Mannanologosaccharides: Natural polymers with significant impact on the gastrointestinal microflora and the immune system. In: BIOTECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY OF ANNUAL SYMPOSIUM, 10., 1994, London. **Proceedings...** London: Nottingham University Press, 1994. p. 155-166.

OLIVEIRA, N.; SIVIERI, K.; ALARCON ALEGRO, J.H. et al. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 38, n. 1, p. 1-21, 2002.

OTHA, A.; OHTSUKI, M.; BABA, S. et al. Calcium and magnesium absorption from the colon and rectum are increased in rats fed fructooligosaccharides. **The Journal of Nutrition**, v. 125, p. 2417-2424, 1995.

OZAWA, K.; YABU-UCHI, K.; YAMANAK, K. Antagonistic effects of *Bacillus natto* and *Streptococcus faecalis* on growth of *Candida albicans*. **Microbiology and Immunology**, v. 23, n. 12, p. 1147-1156, 1978.

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

PASSOS NETO, O.; MARENGONI, N.G.; ALBUQUERQUE, D.M. et al. Reprodução de tilápia vermelha, *Oreochromis* sp., em diferentes salinidades. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 10.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 18., 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ, 2008. CD-Rom.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1595-1604, 2002.

PEZZATO, L.E.; MENESES, A.; BARROS M.M. et al. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Veterinária e Zootécnica**, v. 13, n. 1, p. 84-94, 2006.

PLATE, C.A.; LURIA, S. E. Stages in colicin K action as revealed by the action of trypsin. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 69, p. 2030-2034, 1972.

- POPMA, T.J.; GREEN, B.W. Aquacultural production manual: sex reversal of tilapia in earthen ponds. **Research and Development Series**, v. 35, p. 1-15, 1990.
- POPMA, T.J.; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling production techniques. In: AQUICULTURA BRASIL, 10., 1998, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, 1998. p. 127-145.
- RIQUELME, C.; HAYASHIDA, G.; ARAYA, R. et al. Isolation of a native bacterial strain from the scallop *Argopecten purpuratus* with inhibitory effects against pathogenic vibrios. **Journal Shellfish Research**, v. 15, n. 2, p. 369-374, 1996.
- SALMINEN, S. Functional dairy foods with *Lactobacillus* strain GG. **Nutrition Reviews**, v. 54, n. 11, sup. 2, p. 99-101, 1996.
- SANDERS, M.E. Overview of functional foods: emphasis on probiotic bacteria. **International Dairy Journal**, v. 8, n. 5-6, p. 341-347, 1998.
- SAVAGE, T.F.; ZAKRZEWSKA, E.I.; ANDREASEN Jr., J.R. The effects of feeding diets to poultry on performance and the morphology of the small intestine. **Poultry Science**, v. 76, supp. 1, p. 139, 1997.
- SHAH, P.N. Functional foods from probiotics and prebiotics. **Food Technology**, v. 55, n. 11, p. 46-55, 2001.
- SILVA, A.L.N.; CHAMMAS, M.A. Current status of tilapia culture in Brazil. **World Aquaculture Society**, p. 350-351, 1997.
- SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 983-990, 2003.
- SPRING, P.; WENK, C.; DAWSON, A. et al. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and concentrations of enteric bacteria in the ceca of salmonella-challenged broiler chicks. **Poultry Science**, v. 79, n. 2, p. 205-211, 2000.
- STAYKOV, Y.; SPRING, P.; DENEV, S. et al. 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.
- 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 25/03/2009.
- TOPPING, D.L. Short-chain fatty acids produced by intestinal bacteria. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 15-19, 1996.
- TORO, C.R. **Uso de bactérias lácticas probióticas na alimentação de camarões *litopenaeus vannamei* como inibidoras de microrganismos patogênicos e estimulantes do sistema imune**. Curitiba, 2005, 173p. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná.

TOYAMA, G.N.; CORRENTE, J.E.; CYRINO, J.E.P. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 2, p. 221-228, 2000

UFV - UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa: UFV. 150p. (Manual do usuário).

VIEIRA, F.N.; PEDROTTI, F.S.; BUGLIONE NETO, C.C. et al. Lactic-acid bacteria increase the survival of marine shrimp, *Litopenaeus vannamei*, after infection with *Vibrio harveyi*. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 4, p. 251-255, 2007.

VOLPATTI, D.; D'ANGELO, L.; JENEY, G. et al. Non specific immune response in fish fed glucan diets prior to induced transportation stress. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 14, p. 201-206, 1998.

WASSERMANN, G.J.; AFONSO, L.O.B. Validation of the aceto-carminic technique for evaluating phenotypic sex in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. **Ciência Rural**, v. 32, n. 1, p. 133-139, 2002.

WATKINS, B.A.; MILLER, B.F. Competitive gut exclusion of avian pathogens by *Lactobacillus acidophilus* in gnotobiotic chicks. **Poultry Science**, v. 61, p. 1772-1779, 1983.

WELKER, T.L.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M. et al. 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 Aquaculture Society**, v. 38, n. 1, p. 24-32, 2007.

YASUI G.S.; SANTOS, L.C.; SHIMODA, E. et al. Masculinização de três linhagens de tilápias do Nilo utilizando o andrógeno sintético 17- α -metil-testosterona. **Zootecnia Tropical**, v. 25, n. 4, p. 307-310, 2007.

ZANONI, M.A.; CAETANO FILHO, M; LEONHARDT, J.H. Performance de crescimento de diferentes linhagens de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757), em gaiolas. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 3, p. 683-687, 2000.

ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; JANKOWSKI, J. et al. Metabolic response of the gastrointestinal tract of turkeys to diets with different levels of mannan-oligosaccharide. **Poultry Science**, v. 84, n. 6, p. 903-909, 2005.