

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**LEVEDURA COMO PRONUTRIENTE EM DIETAS DE MATRIZES E
ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO**

JOÃO FERNANDO ALBERS KOCH

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU - SP
Dezembro – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**LEVEDURA COMO PRONUTRIENTE EM DIETAS DE MATRIZES E
ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO**

JOÃO FERNANDO ALBERS KOCH
Zootecnista

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ EDIVALDO PEZZATO
CO-ORIENTADORA: Prof. Dra. MARGARIDA MARIA BARROS

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre.

BOTUCATU - SP
Dezembro – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
- SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

K76l Koch, João Fernando Albers, 1982-
Levedura como pronutriente em dietas de matrizes e alevi-nos de
tilápia-do-Nilo / João Fernando Albers Koch. - Botu-catu : [s.n.], 2009.
vi, 61 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
2009

Orientador: Luiz Edivaldo Pezzato
Co-orientador: Margarida Maria Barros
Inclui bibliografia.

1. GIFT. 2. Levedura autolisada. 3. Levedura íntegra. 4. Peixes -
Nutrição. 5. *Oreochromis niloticus*. I. Pezzato, Luiz Edivaldo. II.
Barros, Margarida Maria. III. Universi-dade Estadual Paulista "Júlio de
Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia. IV. Título.

Dedicatória

Aos meus pais, Carlos Roberto Koch e Márcia Albers Koch, pelo apoio incondicional aos filhos, carinho, dedicação, respeito, e por sempre acreditarem na gente. Agradeço eternamente, espero que Deus me ilumine para poder fazer a meus filhos tudo parecido com o que os senhores, papai e mamãe, fizeram por nós.

Às minhas queridas irmãs, Érika R. Koch e Karina R. Koch, exemplos de luta, honestidade, caráter. Tudo o que fizeram por mim está em meu coração, jamais será esquecido. Amo demais vocês!

Às jóias de nossa família, meus sobrinhos Dioguinho e Fabinho. Por morarmos em cidades distantes o titio teve que perder aniversários e até mesmo o nascimento de vocês, mas nunca esqueçam que aqui tem um titio babão que ama demais você dois.

À Minha avó Nice, que sempre fez tudo para agradar os netos. Foi a senhora vovó, que me ensinou pescar, limpar os peixes e a apreciar a beira dos rios. Talvez, sem a senhora, eu não estaria hoje lutando pelo meu título de Mestre em Nutrição de Peixes.

À Minha namorada Mariana Desiderá, por ter me incentivado e auxiliado nessa vinda à Botucatu. Nos vimos pouco nesses anos, passamos momentos difíceis, mas o carinho, amizade e amor prevaleceram. Muito obrigado por tudo Mari.

Agradecimentos

A Deus, por ter me colocado em uma família maravilhosa, por nos dar saúde e por sempre colocar em minha vida pessoas muito especiais, fazendo com que dessa forma eu possa buscar os meus sonhos.

Ao meu grande orientador Dr. Luiz Edivaldo Pezzato, que sempre esteve pronto pra me ajudar, nunca medindo esforços. Saiba Professor, que aprendi muito com o senhor, não só em como dar uma boa aula, não só como deve ser um excelente orientador, mas também, como deve ser um pai de família, um amigo, um ser humano. Tive lições de vida em nossas longas conversas, que sempre serão lembradas. Agradeço por sentar ao meu lado nas primeiras redações, por mostrar que sempre devemos trabalhar com alegria. Obrigado por me acolher na equipe AquaNutri e também no seu lar. Obrigado "Paizzato".

A minha co-orientadora Dra. Margarida Maria Barros, pela amizade, pela extrema competência e pelos auxílios durante toda a minha estada em Botucatu. Professora, serei eternamente grato pelo carinho que sempre teve comigo e pela prontidão de sempre em me ajudar. Tive muita sorte em poder contar com seus valiosos ensinamentos nesses meus dois anos de vida. Obrigado "Mãegarida".

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, por tornar esse sonho possível.

A professora PhD. Ana Tereza Mendonça Viveiros, da Universidade Federal de Lavras, minha primeira orientadora científica, que me mostrou a beleza da pesquisa, mas também as dificuldades e a seriedade com que deve ser encarada. Professora Ana, a senhora despertou em mim a vontade de seguir carreira acadêmica

Aos meus amigos de pós-graduação do AquaNutri, que me receberam de braços abertos e sempre estiveram prontos pra me ajudar: Igo Gomes Guimarães, André Bordighon, Altevir Signos, Viviam Gomes dos Santos, Ademir Calvo Fernandes Junior, Blanca Estella, Luiz Gabriel Quintero Pinto, Daniel Magalhães Araújo, Fernando Kojima Nakagome, Caroline Pelegrina Teixeira, Rosangela do Nascimento Fernandes e Graciela Pessoa Martins.

A todos os estagiários que passaram pelo Laboratório, sendo muito importantes para a minha caminhada.

Ao Professor Dr. Carlos R. Padovanni, pelo carinho, atenção e realização das análises estatísticas.

Aos professores das bancas de qualificação e defesa, Dr. Luiz Edivaldo Pezzato, Dr. Ricardo de Oliveira Orsi, Dr. Dirlei Antônio Berto e Dr. Wilson Massamitu Furuya, pelas valiosas críticas e sugestões que enriquecerão o nosso trabalho

Aos funcionários do Laboratório de Bromatologia, Renatão e Gisele, que me muito me auxiliaram nas análises do nosso experimento.

A equipe do Laboratório de Tilapicultura do Centro de Aqüicultura da Unesp - Jaboticabal: Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein, Munir Francisco Zanardi, Márcio Alves dos Santos e Thalita Stefann, pelo carinho, amizade, por nos conceder a estrutura para realização do primeiro estudo e nos passar valiosos ensinamentos.

A professora Dra Fabiana Pilarski e aos alunos de Pós-Graduação do Laboratório de Patologia do Caunesp, Roberson e José, pelo auxílio no diagnóstico e tratamento de enfermidades quando ocorreram.

Ao professor Dr. Fábio Meurer, sempre muito atencioso, colaborando com valiosas dicas.

Aos funcionários da Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp - Botucatu Seila, Danilo e Carlos, pela dedicação e incontáveis auxílios prestados

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, processo 56693-3, pela concessão da bolsa de estudo e auxílio financeiro para a realização dos experimentos.

Aos moradores e agregados da República Pé-de-Frango, Fábio Rosa Sussel, Fernando Nakagome (Fer), Lúcio Girão (Girinão), Ademir Fernandes (Xuxa), Eduardo Abimorad (Du) e Chiara (Vizinha) pela alegria compartilhada.

Aos grandes amigos que fiz em Botucatu e que foram fundamentais nesses anos, em especial o “pessoal das aves” Vitão, Fabyola, Dani, Elisane, Érica, Gustavo, Mariana, Ana Beatriz e Ana Cristina.

Aos amigos de Santa Cruz, que sempre tiveram um papo amigo, e sempre estiveram presentes nos momentos de lazer, também importantes, em especial Juninho Tessari e meu primo e grande amigo Bruno Koch.

Ao meu tio e grande amigo Bene, tia Lígia, tia Renata, tio Marcos e minhas primas Mariá, Luisa e Camila.

Aos meus cunhados Felipe e Fábio, pais dos meus anjos, que sempre se mostraram interessados em minha vida acadêmica e sempre tiveram uma palavra de incentivo.

A todos que de maneira direta ou indireta colaboraram de alguma forma para a realização desse trabalho fica o meu eterno agradecimento.

SUMÁRIO

CAPÍTULO - I.....	Página 1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
1. Introdução Geral.....	2
2. Revisão de Literatura.....	3
2.1. Tilápias.....	3
2.2. Leveduras: Classificação e Produção.....	6
2.2.1. Métodos de Secagem.....	7
2.2.2. Composição da Levedura e Aplicação na Nutrição Animal.....	7
2.2.3. Utilização da Levedura na Nutrição de Peixes.....	11
2.2.4. Levedura desidratada em dietas para peixes.....	14
2.2.5. Componentes Celulares da Levedura na Nutrição de Organismos Aquáticos.....	18
3. Referências Bibliográficas.....	22
CAPÍTULO - II.....	34
LEVEDURA COMO PRONUTRIENTE EM DIETAS DE MATRIZES E ALEVINOS DE TILÁPIA-DO-NILO.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	46
Conclusão.....	55
Referências Bibliográficas.....	56
Implicações.....	59
Considerações Finais.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição percentual e químico-bromatológica calculada das dietas fornecidas aos reprodutores.....	40
Tabela 2. Composição percentual e química-bromatológica calculada das dietas fornecidas aos alevinos.....	43
Tabela 3. Valores de Biomassa final (g), Ganho de peso (g), Consumo de ração (g), Conversão alimentar aparente, Comprimento total (cm), Peso final (g), Fator de condição corporal, Altura média (cm) e Mortalidade de alevinos de tilápia do Nilo submetidos aos tratamentos experimentais.....	47
Tabela 4. Média $\pm$ desvio padrão das variáveis matéria seca, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo, na matéria natural, de alevinos de tilápia-do-Nilo arraçoados por 30 dias com as dietas experimentais.....	53

CAPÍTULO - I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Introdução Geral

O sistema intensivo de produção de larvas e alevinos de tilápia do Nilo submete os reprodutores a manejos altamente estressantes, não existindo informações sobre suas consequências zootécnicas. As tilápias, espécies que apresentam desovas parceladas, necessitam de dietas balanceadas para maximizar seu potencial reprodutivo, pois a adequada nutrição dos reprodutores reflete positivamente na qualidade de gônadas, na formação de ovócitos e, principalmente, na qualidade das larvas produzidas (El-Sayed et al., 1999).

A variedade Gift (Genetical Improvement Farmer Tilapia) originou-se de um rigoroso processo de seleção genética (Ponzoni et al., 2005). Apresenta rusticidade ao manejo reprodutivo e excelente desempenho produtivo, devido principalmente ao elevado grau de resistência às doenças e infecções (Khaw et al., 2008). A crescente demanda de alevinos dessa espécie em nosso país tem norteado a busca de ações de boas práticas de manejo que maximizem a produção de indivíduos mais saudáveis.

Os antibióticos e quimioterápicos podem ser utilizados na produção animal com finalidades terapêuticas, profiláticas e como agentes promotores de crescimento. Neste último caso, é comum a utilização de dosagens subterapêuticas, que aumentam o risco de desenvolvimento de resistência de determinadas cepas de bactérias e também pode comprometer uma parcela da microbiota normal do trato gastrintestinal, levando a diminuição considerável, ou até mesmo, sua dizimação.

A União Européia proibiu a utilização dos antibióticos e quimioterápicos promotores de crescimento, em função da possível resistência cruzada provocada em patógenos importantes para seres humanos, reações de hipersensibilidade e, até mesmo propriedades cancerígenas (Menten, 2001). Muitos países também estão seguindo este exemplo, e como consequência, diversos produtos estão sendo avaliados como alternativa para substituí-los.

Atualmente, a utilização de levedura íntegra assim como derivados do seu processamento, tais como levedura autolisada, polissacarídeos da parede celular e

nucleotídeos estão sendo preconizados para comporem rações para organismos aquáticos, pois pode melhorar as respostas de desempenho produtivo, beneficiar o sistema imune não específico e aumentar a resistência contra infecções bacterianas de algumas espécies de peixes (Sakai et al., 2001; Ortuño et al., 2002; Li & Gatlin, 2003; Li & Gatlin III, 2004a; Li et al., 2004b). Além disso, segundo Hisano et al. (2004), estes se destacam por sua biossegurança e fácil incorporação à mistura durante o processamento da ração. Além destas características positivas, a suplementação de levedura e derivados

O Brasil se apresenta como grande produtor de levedura, resultado da obtenção da *Saccharomyces cerevisiae* a partir do mosto fermentado proveniente das destilarias de álcool de cana de açúcar. Segundo Butolo (2001), a levedura se apresenta como matéria prima indispensável às rações, seja como pronutriente ou imunoestimulante. Define-se como pronutriente o composto que promova valores nutricionais intrínsecos, que seja de uso oral e exigido em pequenas quantidades na mistura da dieta animal (Butolo, 2001).

As vitaminas do complexo B, presentes em elevada quantidade nas leveduras, são fundamentais aos reprodutores de peixes, conforme demonstrado por Isquierdo et al. (2001), que verificaram que a suplementação da dieta de reprodutores de tilápia do Nilo com vitaminas do complexo B, influencia diretamente o desenvolvimento inicial das larvas. Com a proibição da utilização de antibióticos e quimioterápicos como promotores de crescimento na alimentação animal, a presente pesquisa torna-se fundamental.

2. Revisão de Literatura

2.1. Tilápia

As tilápias, diversas espécies dos gêneros *Oreochromis* e *Tilapia*, compõem o grupo de peixes que mais cresce em comercialização mundial, especialmente pelo aumento da sua produção na China e em outros países em desenvolvimento, como o Brasil (Hempel, 2002). Nativas da África, Israel e Jordânia, as tilápias se espalharam

pelo mundo nos últimos 50 anos e hoje são produzidas em mais de 100 países, em diversos climas, sistemas de produção e salinidades de água.

Segundo Shelton (2002), o principal mercado importador é, há mais de duas décadas, os Estados Unidos, com incremento médio anual de 20%. Somente camarões e salmões ultrapassam as vendas de tilápias naquele país.

A primeira descrição do gênero tilápia ocorreu em 1840 (Smith, 1893) e, a partir dessa data, inúmeros estudos de classificação taxonômica foram realizados (Günther, 1989; Trewavas, 1982; Coad, 1982; McAndrew, 2000). Apesar de compor um grupo com mais de 70 espécies de dois gêneros (*Tilapia* e *Oreochromis*), segundo a FAO (2007), 80% das tilápias produzidas no mundo são acinzentadas “nilóticas” ou do “Nilo”. As tilápias nilóticas apresentam crescimento mais rápido e rendimento de filé superior quando comparadas as demais, características das mais desejadas (Shelton, 2002).

Por razões de mercado, em alguns países ou regiões predominam as tilápias híbridas, sobretudo as vermelhas, descendentes de cruzamentos das espécies *O. mossambicus* com outras espécies de tilápias, sobretudo na Jamaica, Colômbia e Indonésia. Em outros países (Israel e China) cruzamentos das espécies *O. niloticus* e *O. aureus* são realizados visando resistência ao frio, e ainda, populações com predominância masculina (fêmea de *O. niloticus* x macho de *O. hornorum*) sem a reversão sexual, são utilizados em Israel, EUA e Cuba. No Brasil, a tilapicultura segue a tendência mundial, com predominância de 80% de tilápias nilóticas e 20% de tilápias vermelhas. A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia mossambica (*Oreochromis mossambicus*) e a tilápia azul (*Oreochromis aureus*), são as que atingiram maior destaque (Rana 1998; FAO, 2007).

A tilápia *rendalli* foi introduzida no Brasil no ano de 1952, enquanto a *Oreochromis niloticus* foi introduzida em 1971, pelo Departamento de Obras contra Seca (DNOCS), com o objetivo de povoar de alevinos os reservatórios públicos da região Nordeste (Nogueira, 2007). A deficiência de conhecimentos técnicos na época prejudicou o desenvolvimento da tilapicultura. Com o desenvolvimento científico, difusão das técnicas de cultivo e aperfeiçoamento da metodologia de inversão sexual, a tilapicultura ganhou impulso e desenvolvimento no Brasil na década de noventa, sendo

o estado do Paraná considerado o maior produtor até meados de 2003, quando foi ultrapassado pelo Estado do Ceará (SEBRAE, 2008).

A tilapicultura é hoje uma das principais atividades aquícolas do Brasil. Apesar do potencial de criação e aceitação da carne de inúmeras espécies nativas, o melhoramento genético, os conhecimentos científicos relacionado às exigências nutricionais e o hábito alimentar da tilápia, entre outras qualidades, a tornaram a espécie mais cultivada no Brasil.

A tilápia do Nilo apresenta bom desempenho em diversos sistemas de cultivo, com os maiores índices de crescimento, podendo destacar também o seu alto valor econômico, principalmente pelo excelente sabor da carne. É uma espécie extremamente rústica ao manejo, fácil reprodução e adaptação às diferentes condições físicas e químicas da água.

Os ciclos reprodutivos dessas espécies são relativamente curtos, com várias desovas anuais (Coward & Bromage, 1999), exigindo do organismo altas taxas metabólicas para a formação dos ovócitos. Apesar das tilápias apresentarem fecundidade baixa, quando comparada às espécies de reprodução sincrônica, é altamente prolífera, e desde que manejada adequadamente são obtidas altas taxas de sobrevivência larval.

Uma das maneiras adotadas para melhorar os índices reprodutivos foi a substituição da coleta de larvas por nuvem pela coleta de ovos na boca das fêmeas. Esse procedimento proporciona melhor acompanhamento da eficiência reprodutiva, tais como taxa de fecundidade, qualidade dos ovos, período de absorção do saco vitelínico e desenvolvimento das larvas (Beveridge & McAndrew, 2000).

A intensificação dos sistemas de cultivo e o desenvolvimento da atividade aquícola fizeram com que a aquíicultura demandasse variedades com melhores características de desempenho e, conseqüentemente, pesquisas de melhoramento genético foram realizadas (Penman & McAndrew, 2000). Como conseqüência, nas Filipinas, surgiu o projeto denominado GIFT, sigla para a denominação *Genetically improved Farmed Tilapia*, realizado no período de 1988 a 1997 pelo International Center for Living Aquatic Resorces Management (ICLARM, 1993; Khaw et al., 2008). A base desses cruzamentos foram oito diferentes linhagens de tilápia do Nilo, quatro

linhagens africanas selvagens e quatro linhagens asiáticas domesticadas (Eknath & Acosta, 1998; Eknath et al., 1998).

A partir desse processo de seleção surgiram duas variedades, a GST (GenoMar Supreme Tilápia) e a GIFT, ambas com excelente desenvolvimento. Alguns autores sugerem que a linhagem GIFT possa apresentar melhor desempenho produtivo e tenha maior ganho genético que a linhagem GST, resultado do rigoroso processo de seleção (Eknath et al., 1998; Ponzoni et al., 2005; Khaw et al., 2008).

A introdução da variedade GST no Brasil ocorreu em 2002 (Zimmermann, 2003; Cyrino et al., 2004) pela “Piscicultura Aquabel (Rolândia – PR)” em parceria com a Genomar. A GIFT foi introduzida no Brasil em 2005 por meio da parceria do centro de Aqüicultura UEM/CODAPAR/Paraná e a Secretaria de Aqüicultura e Pesca (SEAP-PR) com a WordFish Center (Fülber, 2007).

2.2. Leveduras: Classificação e Produção

As leveduras pertencem à classe Ascomycetos, e se apresentam em diversos tamanhos. A reprodução das leveduras pode ser sexuada ou assexuada por brotamento ou cissiparidade, sendo a *Saccharomyces cerevisiae* a principal espécie comercializada. As leveduras têm ampla distribuição, sendo encontradas no solo, folhas, frutos e também no trato gastrintestinal de animais. Têm importante papel, como agentes de fermentação, nas indústrias de panificação, de bebidas alcoólicas e nas usinas sucroalcoleiras (Kurtzman & Fell, 2000).

Segundo dados publicados pela Comissão Nacional de cana-de-açúcar (CNA, 2009), a produção de cana-de-açúcar na safra de 2007/2008 foi de 486 milhões de toneladas; a produção de álcool alcançou a marca de 21 bilhões de litros e a de açúcar 30 milhões de toneladas. O Brasil teve sete milhões de hectares plantados com cana-de-açúcar nessa safra, e a meso-região sudeste-sul produziu 368 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, possuindo mais de 200 usinas.

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e o segundo produtor mundial de etanol (CNA, 2009). O país responde hoje por aproximadamente 35% da produção mundial de etanol e é o maior exportador de açúcar. Considerando a média de rendimento de biomassa de levedura equivalente a 2,0% da produção de álcool, pode-se

inferir a produção nacional em 420 mil toneladas de levedura na safra 2007- 2008 (CNA, 2008).

Em destilarias de cana-de-açúcar a levedura utilizada no processo de fermentação é posteriormente desidratada, se apresentando como extrato seco em pó, resultante da recuperação do leite ou então do fundo de dornas de fermentação alcoólica (Ghiraldini & Roseli, 1997). Segundo os mesmos autores, às condições de processamento da fermentação alcoólica está diretamente relacionado com a qualidade da levedura. A composição química desses microorganismos é dependente da natureza do substrato utilizado, condições de fermentação, concentrações de sais no meio, processamento de secagem e armazenamento.

2.2.1. Métodos de Secagem

A utilização de rolos rotativos e o método spray-dried são dois dos principais métodos industriais utilizados para secagem da levedura. O método de secagem utilizando rolos rotativos consiste na centrifugação do vinho ou da vinhaça, possibilitando a separação da parte solúvel e posterior secagem (Moreira et al., 1998). No método spray dried, a suspensão concentrada de levedura é bombeada para uma câmara de secagem através de um cabeçote atomizador, que girando em alta velocidade promove a distribuição da levedura em forma de névoa e, combinado ao fluxo de ar quente, a secagem é instantânea (Furco, 1996).

Um produto de melhor qualidade nutricional é obtido com a secagem pelo método spray dried, já que a temperatura máxima no processo de secagem e o tempo de contato nesse sistema são menores, quando comparado aos rolos rotativos. Dessa maneira, melhor uniformidade na granulometria, cor e principalmente na preservação de aminoácidos e redução de custos de produção são obtidos (Furco, 1996; Ghiraldini & Roseli, 1997).

2.2.2. Composição da Levedura e Aplicação na Nutrição Animal

A composição da levedura depende da classe e família a que pertence (Gemmil & Trimble, 1999; Villarreal et al., 2006), apresenta excelente qualidade de aminoácidos,

embora em proporções menores que os alimentos de origem animal, mas é comparável as melhores fontes de origem vegetal (Pacheco, 1996). O valor nutritivo das proteínas da levedura pode ser considerado bom, representando 70 – 85% do valor da caseína. No entanto possui os aminoácidos sulfurados como limitantes, representado pela metionina e cistina (Rumsey et al., 1991).

O conteúdo celular das leveduras, bem como suas características nutricionais, as torna excelente fonte alternativa de nutrientes em dietas para animais e humanos. Na alimentação humana a levedura é utilizada principalmente na forma de derivados, que atuam como complemento nutritivo, aromatizante e realçador de sabor (Yamada et al., 2003).

Um grande problema da utilização da proteína unicelular em dietas para humanos é a presença de constituintes indigestíveis, tais como componentes da parede celular e lipídeos polimerizados, que quando ingeridos podem acarretar problemas intestinais como náusea, vômitos e diarreia. O ácido úrico é o produto final do metabolismo dos ácidos nucleicos em humanos, o qual, se em alto conteúdo no sangue, pode formar cristais nas articulações e causar náuseas e/ou artrite (Kurtzman & Fell, 2000), além da possibilidade de desenvolvimento de cálculos renais.

Quando utilizadas como pronutriente, as leveduras melhoram a saúde e as respostas imunológicas dos animais (Li & Gatlin III, 2003; 2004; Hisano et al., 2004; Hisano, 2005). Ainda apresentam a vantagem econômica de melhorar o crescimento dos animais e a eficiência protéica, mesmo que em baixos percentuais de suplementação (Furuya et al., 2000; Hisano, 2005; Watanabe, 2006).

A levedura desidratada é difundida como fonte de proteína e vitaminas na alimentação animal, e também por sua habilidade na produção de poliaminas e aumento do muco intestinal, melhorando a capacidade de absorção de nutrientes pelo enterócito quando utilizadas como alimento funcional (Tovar-Ramirez et al., 2004). Poliaminas são moléculas que participam de inúmeros processos biológicos, tais como: replicação, diferenciação e biosíntese de ácidos nucleicos e proteínas (Bardócz et al., 1993).

As leveduras apresentam em sua composição química básica: 33 a 46% de carboidratos; 38 a 50% de proteínas; 3% de bases nitrogenadas; 1% de amônia; 2% de lipídios e esteróis (Horii, 1997) e, de 5 a 10% de minerais, estando o potássio e o enxofre em maiores porcentagens (Cozzolino, 1982). O alto nível de nitrogênio não

protéico encontrado na levedura (20 a 30% do nitrogênio total) deve-se principalmente aos ácidos nucleicos (8 a 12% do nitrogênio total), e o valor médio de lipídios na composição da levedura (2 a 7%), varia em função do substrato utilizado para o crescimento (Butolo, 1997). Destaca-se, ainda, a rica composição em vitaminas do complexo B, especialmente tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico. O ergosterol também presente em quantidade significativa, a torna excelente fonte de vitamina D (Yoursri, 1982).

Entre os constituintes da levedura podem-se destacar enzimas como a fitase, que melhoram a disponibilidade de fósforo e outros minerais; ácidos graxos voláteis como ácido láctico e isoácidos; minerais quelatados como zinco e magnésio; antibióticos naturais; aminoácidos como glutamatos; nucleotídeos como isoniatos e guanilatos; que proporcionam maior palatabilidade ao alimento, melhor desempenho e maior resistência ao animal (Machado, 1997). A maior parte dos carboidratos é composta por glucanos e mananos, que parecem atuar sobre o sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal do animal (Spring, 2000).

A parede celular da levedura é bastante espessa e pode representar de 15 a 30% da matéria seca total (Rose, 1993). Testando um processo de isolamento de β -D-glucanas a partir da hidrólise induzida da levedura *S. cerevisiae* procedente da indústria de cervejaria, Liu et al. (2008) determinaram que a parede celular é constituída por 89,76% de carboidratos (84,0% de β -D-glucanas e 1,67% de mananos), 4,3% de proteína bruta, 2,68% de lipídios e 3,95% de cinzas.

Para Hough (1990), glucano e manano estão complexados com proteínas. O glucano é o componente da parede celular que se encontra em maior quantidade e se localiza na parte interna da parede, enquanto o manano se localiza externamente a mesma. Esses dois polissacarídeos apresentam propriedades antioxidantes (Krisková et al., 2001), e segundo Signor (2007) estimulam o sistema imune dos animais, efeitos que repercutem em melhoras no desempenho produtivo.

Muitas pesquisas foram realizadas com o objetivo de utilização da levedura como fonte protéica em dietas para peixes, principalmente devido sua elevada produção anual e alto teor protéico (Signor, 2007). Entretanto, alguns resultados observados demonstraram ser limitada essa prática, principalmente pelo alto conteúdo em nitrogênio não-protéico das leveduras (Pezzato, 1997; Furuya et al., 2001), podendo

comprometer o desempenho dos peixes devido a prejuízos metabólicos (Furuya et al., 2001; Baccarin & Pezzato, 2001).

Foram relatados elevados níveis de ácidos nucleicos (Sanches-Muniz et al., 1979; Kaushik & Luquet, 1980), derivados de adenina (Baker & Molitoris, 1974) os quais aumentam os níveis de uricase em peixes (Runsey et al., 1991) e ácido úrico no plasma, produzindo efeitos tóxicos, tais como distúrbio no metabolismo da proteína, gordura e carboidratos em monogástricos, quando são usados dietas contendo levedura como única fonte protéica.

Além da utilização na nutrição humana e animal da célula de levedura em sua forma íntegra, pode-se processá-la, fracionando a célula e isolando os seus componentes, o que foi descrito primeiramente por Sgarbieri et al. (1999) para levedura de cerveja e posteriormente por Yamada et al. (2003) para levedura de cana-de-açúcar. Este processo se baseia na autólise celular, centrifugação e separação das frações solúvel (extrato bruto) e insolúvel (parede celular). A levedura autolisada inclui o conteúdo da célula lisada, abrangendo os componentes hidrossolúveis, as proteínas solúveis e a parede celular. Para a obtenção do extrato de levedura é necessária a separação da parede celular por meio de centrifugação (Sgarbieri et al., 1999).

Com o objetivo de melhorar a disponibilização dos nutrientes das células de levedura para a utilização em dietas para animais, muitas pesquisas, principalmente na área de melhoramento genético, vêm sendo desenvolvidas (Laroche et al., 2000; Magherine et al., 2006; Veide & Andlid, 2006).

Outro potencial marcante dos fungos e leveduras é a utilização para desintoxicar efluentes industriais, no processo de reciclagem de minerais e, ainda, no tratamento de águas poluídas. Essa característica é possibilitada devido esses microrganismos terem a propriedade de adsorver em sua parede celular metais potencialmente tóxicos, e também por se desenvolverem em meios com altas concentrações desses elementos (Blumer, 2002). Segundo o mesmo autor, essa característica ainda se aplica para o enriquecimento da biomassa da levedura com minerais úteis a nutrição, dentre estes o ferro, selênio, cobre ou zinco.

2.2.3. Utilização de Levedura na Nutrição de Peixes

As leveduras são microrganismos disseminados pelos animais, pelo ar e pela água, e se desenvolvem em ambientes onde substratos orgânicos estão disponíveis. São encontradas em intestinos de peixes silvestres e, em menor frequência, em animais confinados (Pardo Gamboa, 2008). Na aquicultura, a levedura é comumente utilizada como alimento vivo, ou depois de processada, como ingrediente alimentar (Stones & Mills, 2004).

Muitos tipos de leveduras têm sido isolados do trato gastrointestinal de peixes, podendo ser encontradas em altas densidades em animais saudáveis, variando o número de colônias e diversidade taxonômica. Pode-se citar a alta frequência de *Rhodotura sp* em peixes marinhos e de água doce e a *Debaryomyces hansenii* em trutas arco-íris (Pardo Gamboa, 2008).

O risco de invasão prejudicial causado pela colonização das leveduras no intestino dos peixes parece baixo, desde que estes animais sejam criados em condições adequadas (Gatesoupe, 2007). O mesmo autor cita que a proliferação natural de leveduras em mucos de peixes pode ser considerada como comensalismo, apesar de existirem alguns casos de infecções patológicas, principalmente devido à presença de cepas oportunistas.

Algumas leveduras apresentam-se como parasitas de peixes, como é o caso da *Exophiala spp.* (Reuter et al., 2003). Porém, é importante ressaltar que as colonizações por leveduras patogênicas são favorecidas pelo estado imunossuprimido dos hospedeiros ou pelas condições ambientais desfavoráveis (Gatesoupe, 2007).

Atualmente, têm sido atribuída as leveduras a característica de ação probiótica, que foi definido por Lara et al. (2003) como organismos que atuam sob mecanismos de exclusão competitiva com o microrganismo indesejável e, em sinergismo nutricional, melhorando o desempenho zootécnico dos animais. Dessa forma, a ação probiótica das leveduras pode ser confirmada pelos seus efeitos sinérgicos com bactérias benéficas (Pardo Gamboa, 2008).

Em estudo realizado por Taoka et al. (2006) os autores relataram que probióticos a base de *Saccharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus acidophilus* e *Clostridium butyricum* (Alchem Poseidon^R; Alchem-Korea Co. Ltda., Wonju, Korea)

estimularam a resposta imune em tilápia do Nilo, porém, a importância específica da levedura não foi demonstrada.

Meurer et al. (2008) avaliaram a influência da inclusão da levedura *S. cerevisiae* viva em dietas de larvas de tilápia do Nilo durante a inversão sexual. Os resultados obtidos não diferiram quanto ao desempenho produtivo, sobrevivência, efetividade da inversão sexual e índice hepatossomático entre os tratamentos avaliados (ausência da suplementação do probiótico ou; contendo 10^5 células vivas de *Saccharomyces cerevisiae*/kg de ração). No entanto, houve colonização do trato gastrintestinal das larvas que receberam a ração contendo o probiótico, sem causar prejuízo às mesmas.

O volume da célula da levedura de cerveja é de 200 a 300 μm^3 (Cahill et al., 1999); dessa forma, um número aparentemente pequeno de unidades formadoras de colônia (UFC) corresponde a população suficiente para agir no hospedeiro. Tovar-Ramirez et al. (2002) concluíram que a levedura *Debaryomyces hansenii* agiu de forma eficiente em larvas de lubina européia, numa concentração de 10^4 UFC/g corporal. As contagens de bactérias podem variar de 10^7 a 10^9 UFC/g corporal (Gatesoupe et al., 1997).

Para avaliar o potencial probiótico de duas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* para pós-larvas de truta arco íris por 30 dias, Waché et al. (2006) introduziram separadamente as colônias nos alimentos teste, numa concentração de 10^6 UFC/g de alimento, e verificaram que o pico máximo de colonização das leveduras e das bactérias associadas ao intestino se apresentou dez dias após o início da alimentação. Os efeitos benéficos mostraram-se dependentes das condições ambientais e aparentemente houve maturidade precoce do sistema digestório nos peixes cujas dietas continham a *S. cerevisiae* var. *boulardii*.

A utilização de leveduras vivas em dietas para peixes mostrou a possível aderência desses microrganismos ao epitélio intestinal; dessa maneira, alterações fisiológicas foram observadas (Andlid, 1998; Tovar-Ramirez et al., 2002). As leveduras apresentam a capacidade de se aderirem ao muco e epitélio intestinal dos animais, auxiliando na digestão de fibras, produzindo ácidos graxos de cadeias curtas, que são posteriormente utilizados como fonte de energia pela mucosa intestinal (Andlid et al., 1995). Produzem, ainda, vitaminas pela interação com as células do epitélio intestinal, e também aumento na produção de enzimas envolvidas na digestão (Rowland, 1992).

Dessa maneira, se as leveduras se adaptarem às condições intestinais e não produzirem toxinas, podem ser consideradas benéficas ao hospedeiro (Tovar-Ramirez et al., 2002). Entretanto, consumindo muco, podem aumentar as necessidades nutricionais dos animais (Andlid et al., 1995).

As poliaminas são moléculas responsáveis pela forte adesão das células de leveduras ao muco dos peixes. Essas moléculas são sintetizadas e secretadas por algumas leveduras e apresentam funções biológicas importantes, como a replicação e diferenciação celular, estimulando a síntese de DNA, RNA e proteína (Tovar-Ramirez et al., 2002; Tovar-Ramirez et al., 2004). A espermina e a espermidina são as principais poliaminas envolvidas na diferenciação do trato intestinal de larvas de *Sea bass* (*Dicentrarchus labrax*) (Peres et al., 1997). A suplementação de 0,33% de espermina nas fases larvais de lubina (*Dicentrarchus labrax*) aumentou a sobrevivência dos peixes em até 33,0% (Peres et al., 1997).

Tovar-Ramirez et al. (2000) testando diferentes cepas de leveduras para avaliar a produção de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) em larvas de lubina européia (*Dicentrarchus labrax*) e cabrilla areneira (*Paralabrax maculatofasciatus*), verificaram que as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Debaryomyces hansenii* produziram maior quantidade de espermidina e espermina, além de apresentarem melhor capacidade de adesão ao intestino das larvas de peixes. Esses peixes apresentaram taxa de sobrevivência 8,3% superior e formação prematura do sistema digestório, de 42 para 27 dias.

Segundo Tovar-Ramirez et al. (2002), a utilização de levedura viva incorporada a dietas de larvas de peixes pode acelerar o desenvolvimento do trato gastrintestinal e, conseqüentemente, melhorar a sobrevivência, resistência à doenças e o desempenho larval, aumentando a qualidade dos alevinos produzidos. Para comprovar essas hipóteses, Tovar-Ramirez et al., (2004) suplementaram com levedura viva (1,1%) dietas para larvas de lubina e observaram melhora de 10,0% na sobrevivência, ganho de peso duas vezes maior e taxa de deformidade 13,0% menor. Os autores atribuíram esses resultados às poliaminas secretadas pelas leveduras no lúmen intestinal das larvas dos peixes.

Após colonizarem o intestino dos peixes, as leveduras podem competir com outros microrganismos, produzindo proteases e também sideróforos extracelulares

ligados a lactoferrinas, dessa maneira, o ferro torna-se indisponível para outros microrganismos (Vázquez-Juarez et al., 1993).

As leveduras podem atuar como controladores de fungos patogênicos em peixes, por meio da produção de toxinas específicas (Marquina et al., 2001; Schmitt & Breinig, 2002). Além disso, as leveduras podem apresentar exclusão competitiva entre si. Para comprovação desse fato, Andlid et al. (1995) demonstraram em pesquisa com truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* pode ser excluída de maneira competitiva pela *Debaryomyces hansenii*.

2.2.4. Levedura Desidratada em Dietas para Peixes

As leveduras e seus derivados apresentam altos teores de macro e micronutrientes. O conteúdo de vitaminas, enzimas e compostos como glucanas e mananas presentes nas leveduras, ao se combinar com os demais ingredientes da dieta, conferem a mesma alto valor biológico, pela melhora na disponibilização dos nutrientes (Hisano et al., 2004).

As leveduras apresentam importantes propriedades funcionais, tornando-as excelente fonte alternativa de nutrientes para peixes (Hisano, 2005). Quando utilizadas como pronutrientes, as leveduras melhoram o desempenho produtivo, a saúde e as respostas imunes dos animais (Li & Gatlin-III, 2004; Hisano et al., 2004; Hisano, 2005).

Segundo Pezzato (1997) a inclusão de levedura nas dietas demonstra o potencial de sua utilização como pronutriente. O autor destaca também que seu emprego como fonte protéica pode provocar alterações metabólicas e ocasionar menor disponibilidade de nutrientes devido ao seu alto conteúdo de nitrogênio não protéico.

Não há informação específica em relação ao nível de inclusão de levedura atuando como pronutrientes em dieta para peixes. Segundo recomendação de Butolo (2001), a levedura deve ser utilizada em dosagens baixas, como ingrediente melhorador de desempenho. Rumsey et al. (1991) destacaram que para a maioria dos animais monogástricos, a ingestão crônica de levedura (níveis maiores que 5,0% na dieta) causa distúrbios metabólicos que poderiam ser evitados, se o conteúdo de ácidos nucleicos da levedura fosse menor. Dessa maneira, acredita-se que os valores considerados seguros estejam próximos de 3,0%, porém estudos mais conclusivos devem ser efetuados.

Valle et al. (2002) forneceram dietas isoprotéicas (35% PB) e isocalóricas (3500 Kcal ED/kg) suplementadas com 1,0; 2,0 e 4,0% de levedura desidratada, além de uma dieta ausente de suplementação, para alevinos de tilápia do Nilo. Os autores objetivaram avaliar os efeitos da levedura desidratada *Saccharomyces cerevisiae* como pronutriente na dieta desses animais, no entanto, não houve diferença de desempenho zootécnico proporcionada pelas dietas que continham levedura.

Outro potencial do uso de leveduras é a utilização como possíveis substitutos de fontes tradicionais de proteína na formulação de rações para peixes, além disso, as leveduras e seus derivados podem ser utilizados em menores porcentagens, atuando como palatabilizantes e/ou imunoestimulantes (Hisano, 2005; Gaiotto, 2005; Pezzato et al., 2006; Gatesoupe, 2007).

Pereira-da-Silva & Pezzato (1994), em pesquisa com a tilápia do Nilo, compararam a atratividade e palatabilidade da levedura com diversos ingredientes alimentares e concluíram que a levedura pode ser classificada como de média atratividade, se comparada ao ovo integral e a farinha de peixe. A palatabilidade pôde ser considerada elevada quando comparada às dietas que não continham alimento de origem animal.

Hisano et al. (2007) realizaram pesquisa com alevinos de tilápia do Nilo, com peso inicial de $2,22 \pm 0,07$ g, suplementando as dietas desses animais com levedura íntegra; levedura autolisada ou; parede celular, observando que os produtos testados melhoraram o desempenho produtivo, contudo o melhor desempenho foi obtido quando adicionado à dieta níveis de levedura autolisada entre 1,30 e 1,59%. Suplementando dietas de alevinos de tilápia do Nilo ($0,7 \pm 0,18$ g) com diferentes níveis de inclusão de *Saccharomyces cerevisiae* (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%), mais uma dieta ausente da suplementação, Meurer et al. (2000) observaram melhora linear no desempenho zootécnico com o aumento do nível de inclusão da levedura. Em pesquisa realizada com alevinos de tilápia do Nilo com peso inicial de $1,25 \pm 0,14$ g durante 44 semanas, Medri et al. (2000) não encontraram efeitos prejudiciais no desempenho produtivo desses animais quando da inclusão máxima de 30,0% de levedura na ração.

Olvera-Novoa et al. (2002) observaram melhor desenvolvimento de larvas de tilápia mossambica (*Oreochromis mossambicus*) quando incluíram até 30% de levedura

de torula (*Cândida utilis*) na dieta. Os autores verificaram ainda, maior deposição de proteína, lipídeos e minerais na carcaça desses animais.

Baccarin & Pezzato (2001) observaram que a inclusão de até 10,0% de levedura em dietas de tilápia do Nilo não prejudicou o ganho de peso e taxa de crescimento específico. Prejuízos na conversão alimentar e na eficiência protéica foram relatados, evidenciando que altos níveis de inclusão de levedura podem afetar o desempenho produtivo dos peixes. Os autores destacaram, ainda, que a inclusão de 10% de levedura na dieta dos alevinos de tilápia provocou alterações hepáticas e renais macro e microscópicas, mas mencionam que as alterações não devem ser consideradas sinais de toxicidade, mas como efeito da atividade metabólica desses órgãos condicionada pelos nutrientes presentes na levedura.

A levedura desidratada foi utilizada como suplemento alimentar em dietas para o híbrido *striped bass* (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) nos níveis de 1,0; 2,0 e 4,0% da dieta por Li & Gatlin (2003). Os autores observaram que houve melhora no ganho de peso e na eficiência alimentar dos animais que receberam as dietas suplementadas com levedura em comparação aos animais que consumiram as dietas basais. Em um segundo experimento, os mesmos autores verificaram, quando os animais foram expostos à bactéria *Streptococcus iniae*, sinais reduzidos da doença e ausência de mortalidade para os peixes que receberam dieta contendo 2,0 e 4,0% de levedura, enquanto no grupo de animais que receberam dieta ausente da suplementação de levedura a mortalidade verificada foi de 20%.

Oliva-Teles & Gonçalves (2001) substituíram em até 30,0% a proteína da farinha de peixe pela proteína da levedura em dietas para sea bream (*Spaurus aurata*), e não observaram prejuízos no desempenho produtivo e ingestão alimentar. Houve ainda, melhora significativa na conversão alimentar e taxa de eficiência protéica.

Furuya et al. (2000) observaram que a inclusão de 31,2% de levedura *spray-dried* na dieta de alevinos de tilápia do Nilo não prejudicou a sobrevivência e conversão alimentar dos peixes. Os mesmo autores verificaram ainda, que a inclusão de até 14,0% de levedura nas dietas desses animais resultou em efeito positivo sobre o desempenho e o custo da ração.

Hisano et al. (2002), em estudo com juvenis de tilápia do Nilo, avaliaram em um esquema fatorial a combinação de três níveis de levedura (0,5; 1,0; e 2,0%) e três níveis

de zinco (150; 300 e 600 mg/kg), mais três dietas ausentes da suplementação de levedura e com os três níveis de zinco propostos. Os autores concluíram que 1,0% de levedura e 300 mg Zn/kg de ração proporcionaram as melhores respostas de desempenho produtivo e coeficientes de digestibilidade.

Em pesquisa realizada com alevinos de tilápia do Nilo, Hisano (2005) observou melhora no desempenho produtivo dos peixes e no coeficiente de digestibilidade aparente das dietas com a adição de níveis (1,0; 2,0 e 3,0%) de levedura íntegra ou autolisada, ou parede celular (0,1; 0,2 e 0,3%), concluindo que a levedura se apresenta como alimento funcional para essa espécie.

Gaiotto (2005), trabalhando com juvenis de pintado (17,06 g), avaliou o desempenho produtivo com a adição de 2,5 e 5,0% de levedura; autolisado de levedura ou; parede celular na dieta, além de uma dieta ausente das suplementações (controle). Os resultados não demonstraram diferenças significativas para o ganho de peso médio dos animais e para a conversão alimentar aparente. A dieta controle (ausente de suplementação) resultou na menor taxa de sobrevivência dos animais (72,22%) e a dieta suplementada com 2,5% de parede celular de levedura possibilitou a maior sobrevivência (91,67%).

Pezzato et al. (2006) trabalhando com alevinos pós-revertidos (0,27 g) de tilápia do Nilo testaram a inclusão nas dietas desses animais de levedura íntegra (2,0%), levedura autolisada (2,0%), ou parede celular (0,3%), concluindo que a levedura íntegra, a levedura autolisada e a parede celular apresentam-se como pronutrientes nas dietas desses animais. As dietas contendo levedura autolisada e as dietas que continham a parede celular melhoraram a conversão alimentar. A levedura autolisada promoveu, ainda, aumento no consumo de ração e maior taxa de eficiência protéica. A composição da carcaça (matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) não foi alterada pelos tratamentos.

Barnes et al. (2006) suplementaram dietas de larvas de truta arco-íris com 125 e 250 ppm de levedura, além de uma dieta controle (ausente de suplementação). Os autores observaram melhor ganho de peso, conversão alimentar aparente e sobrevivência dos peixes que receberam as dietas com levedura em relação à dieta ausente de suplementação. Rumsey et al. (1991) observaram que a inclusão de 25% de levedura melhorou o ganho de peso de truta arco-íris em comparação a dieta controle a

base de caseína, no entanto, níveis superiores a 25% de levedura prejudicaram o ganho de peso, a ingestão alimentar e a eficiência protéica. Segundo Pardo-Gamboa (2008), o real aproveitamento das leveduras pelas diferentes espécies de animais aquáticos ainda não são tão conclusivos.

2.2.5. Componentes Celulares da Levedura na Nutrição de Organismos Aquáticos

O isolamento dos principais componentes da levedura, tais como: enzimas invertase e lactase, nucleotídeos, proteínas, polissacarídeos (glucana e manana), além de lipídios (fosfolipídios e ergosterol), tende a ser a nova forma de exploração do comercial. Esse fracionamento também tem despertado o interesse de pesquisadores, com vistas ao uso específico na formulação de produtos com propriedade funcionais diferenciadas (Sgarbieri et al., 1999).

As glucanas são moléculas que contém blocos de glicose unidos por ligações β (1 – 3) e β (1 -6), e por isso denominado β -glucanas. Essas moléculas atuam nos microrganismos de animais vertebrados estimulando células fagocíticas, enquanto os mananoligossacarídeos impedem a colonização e proliferação de bactérias patogênicas. A ação combinada de ambos causa melhora no sistema imunológico, reduzindo a mortalidade e melhorando os índices de desempenho zootécnico (ICC, 2002).

Robertsen et al. (1994) enfatizaram o uso de β -glucano na aquicultura, por ser produzido na natureza, não prejudicar a qualidade da água de cultivo e não deixar resíduo no produto industrializado. Os mesmos autores também destacaram que o β -glucano proveniente da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* é o de maior interesse para a aquicultura.

A purificação e a extração de β -glucano demandam cuidados, e são decisivos para proporcionar maior ou menor grau de eficiência do produto. A maior dificuldade consiste na retirada da manano proteína que envolve a célula de levedura, e que está covalentemente ligada com o 1,3 β -glucano (atividade biológica de interesse) sem danificá-lo (Falcon, 2007).

Testando a ação do 1,3 β -glucano em pós-larvas de camarões marinhos por meio de imersão, Sung & Hsieh (1994) observaram que concentração maior que 0,5 ppt foi

suficiente para proteger contra agentes patógenos. Foram também observados modificações nos tecidos dos camarões, com características similares a efeitos tóxicos. Os autores destacaram que a inclusão de altas doses de β -glucano em dietas para peixes pode causar reação de hipersensibilidade.

Chang et al. (2003) trabalhando com camarão *Penaeus monodon* demonstraram que a suplementação de β -glucano na dieta desses animais, na concentração de 10g/kg, durante 20 dias, aumentou a sobrevivência significativamente quando os camarões foram desafiados com o vírus da mancha branca. Sahoo & Mukherjee (2001) suplementaram dietas de carpa indiana com 0,1% de β -glucano, por sete dias e verificaram efeito significativo para proteção contra *Aeromonas hydrophila* comparado ao tratamento controle (ausente de suplementação).

O efeito da suplementação de β -glucano em dietas para peixes também pode influenciar o ganho de peso. Segundo Lopez et al. (2003), o β -glucano é degradado no trato digestório, por glucanases, produzindo energia, permitindo assim o uso eficiente de proteínas com a finalidade de crescimento muscular. Igualmente, o aumento no ganho de peso e a melhora na eficiência alimentar em peixes que receberam β -glucano na dieta também foram relatadas por muitos autores (Cook et al., 2003; Jaramillo & Gatlin 2004). Entretanto, por serem contraditórias as informações sobre o uso de β -glucano em peixes por períodos prolongados, questões como o uso de imunostimulante visando o aumento do ganho de peso permanecem em aberto, em função do risco de imunossupressão com aumento da susceptibilidade a doenças (Misra et al., 2006).

Carvalho et al. (2002), trabalhando com juvenis de tilápia do Nilo, testaram a substituição de 25% da proteína bruta da dieta por levedura íntegra, levedura autolisada, ou parede celular. Os autores verificaram que a parede celular melhorou significativamente o ganho de peso, o consumo de ração e a taxa de crescimento específico dos peixes.

Sakai et al. (2001), Ortunõ et al. (2002) e Li & Gatlin (2004) relataram que a melhoria na resposta imune de peixes, quando da utilização de levedura, se deve à presença de alguns componentes da sua parede celular, tais como glucanos, mananoproteínas e quitina. Nesse sentido, Burrels et al. (2001) avaliaram a inclusão de 0,03% de nucleotídeo exógeno em dietas para salmonídeos e observaram que os peixes apresentaram melhor resistência a doenças e infecções causadas por bactérias, vírus e

parasitas. Li et al. (2004b) adicionaram 0,5% de oligonucleotídeos (Ascogen P®) na dieta de juvenis de híbrido de “striped bass” e relataram que o produto influenciou positivamente nas respostas imunes e resistência dos animais, no entanto, não houve diferença significativa no desempenho produtivo dos animais que receberam a dieta controle e a suplementada com nucleotídeos.

Objetivando mitigar os efeitos causados pelo estresse em peixes, Jeney et al. (1997) alimentaram truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) com dietas contendo três níveis de glucano (0,1; 0,5 e 1,0%), mais uma dieta ausente da suplementação. Os autores verificaram que em uma infecção espontânea por columnariose (*Flexibacter columnaris*) ocorreram mortalidades em todos os grupos, exceto nos animais que receberam as maiores doses de glucano pela dieta. Os resultados obtidos no trabalho demonstraram que baixas doses desse componente da parede celular das leveduras, administrado semanas antes do transporte dos peixes, podem prevenir alguns efeitos negativos do estresse. No mesmo trabalho, os autores destacaram que altas doses de glucano podem ter efeitos imunosupresores.

Com base na revisão de literatura apresentada, objetivou-se, com o presente trabalho “Levedura como pronutriente em dietas de matrizes e alevinos de tilápia-do-Nilo”

a) Avaliar se a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), quando presente na ração das fêmeas reprodutoras de tilápia-do-Nilo, proporciona efeitos positivos nas respostas dos alevinos provenientes dessas matrizes;

b) Verificar se existe diferença entre a levedura íntegra e a levedura autolisada, quanto a sua ação como pronutriente para alevinos de tilápia-do-Nilo;

c) Verificar se as dietas experimentais proporcionam diferenças na composição bromatológica dos alevinos de tilápia-do-Nilo.

Submissão do artigo

O artigo “Levedura como pronutriente em dietas de matrizes e alevinos de tilápia-do-Nilo”, apresentado no capítulo II, será submetido a Revista Brasileira de Zootecnia.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDLID, T. Yeast isolated from the intestine of rainbow trout adhere to and grow in intestinal mucus. **Molecular Marine Biology and Biotechnology**, v.7, p115-126, 1998.

ANDLID, T.; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R.; GUSTAFSSON, L. Yeast colonizing the intestine of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and turbot (*Scophthalmus maximus*). **Microbial Ecology**, v.30, p.321-334, 1995.

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

BAKER, D. H.; MOLITORIS, B. A. Utilization of nitrogen from selected purines and pyrimidines and from urea by the young chick. **Journal of Nutrition**, v.104, p.553-557, 1974.

BARDÓCZ, S. et al. Polyamines in food – implications for growth and health. **Journal Nutrition Biochemistry**, v.4, p.66-71, 1993.

BARNES, M. E. et al. Dietary yeast culture supplementation improves initial rearing of McConaughy strain rainbow trout. **Aquaculture Nutrition**, v.12, p.388-394, 2006.

BEVERIDGE, M. C. M.; McANDREW, B. J. **Tilapias: Biology and Exploitation**. Kluwer Academic Publishers. 2000, 505p.

BLUMER, G. S. A. **Enriquecimento com ferro em levedura *Saccharomyces cerevisiae***. Piracicaba, SP. 2002, p.66 (mestrado em ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, 2002.

BURRELS, C.; WILLIAMS, P. D.; FORNO, P. F. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds, effects on resistance to disease in salmonids. **Aquaculture**, v.199, p.159-169, 2001.

BUTOLO, J. E. Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes alternativos na alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p.191-198, 2001.

BUTOLO, J. E. Uso da levedura desidratada na alimentação de aves. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal, 1997, Campinas. **Anais...** Campinas, CBNA, p.51-83, 1997.

CAHILL, G.; WALSH, P. K.; DONNELLY, D. Improved control of brewery yeast pitching using image analysis. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v.57, p.72-78, 1999.

CARVALHO, M.; MACEDO-VIEGAS, E. M.; RIBEIRO, M. A. R. Utilização de células íntegras de levedura e seus derivados em dietas de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: XII Simposio Brasileiro de Aquicultura, 2002. **Anais...** Goiânia, p.142.

CHANG, C. F.; SU, M. S.; CHEN, H. Y.; LIAO, I. C. Dietary β -1,3-glucan effectively improves immunity and survival of *Penaeus monodon* challenged with white spot syndrome virus. *Fish Shellfish Immunol.*, v.15, p.297-310, 2003.

COAD, B. W. A new genus and species of cichlidae endemic to Southern Iran. **Copeia**. P.28-37, 1982.

COOK, M. T. et al. Administration of a commercial immunostimulant preparation. Ecoactiva as a feed supplement enhances macrophase respiratory burst and the growth rate of snapper (*Pagrus auratus*, Sparidae (Bloch and Schneider)) in winter. *Fish Shellfish Immunol.*, v.14, n.4, p.333-345, 2003.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). Site www.cna.org.br. Acessado em 27/05/2009.

COWARD, K.; BROMAGE, N. R. Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, v.171, p.251–267, 1999.

COZZOLINO, S. M. E. Valor nutritivo da biomassa de *Saccharomyces cerevisiae*. Estudos em gerações sucessivas de ratos: São Paulo, SP. USP, 1982, p.147. (Doutorado em ciências Farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, 1982.

CYRINO, J. E. P. et al. Tópicos especiais em piscicultura de água doce intensiva. **Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**. P. 533. 2004.

EKNATH, A. E.; ACOSTA, B. O.; 1998. Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) project: Final Report, March 1988 to December 1997. **International Center for Living Aquatic Resources Management**, Makati City, Philippines.

EKNATH, A. E. et al. Selective breeding of Nile tilapia for Asia. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, **University of England, Armidale**, Australia, v.27, p. 89-96, 1998.

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

FALCON, D. R.; β -glucano e vitamina C no desempenho produtivo e parâmetros fisiopatológicos em juvenil de tilápia do Nilo: nível de suplementação e tempo de administração. (TESE) (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista – Botucatu-SP. 2007.

FAO – ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2006. (**SOFA**),FAO – Roma, 2007, 176p.

FÜLBER, F. M. **Desempenho de três linhagens de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fases, densidades e níveis de proteína:** Maringá, PR: UEM, 2007, p.38. (Mestrado em Zootecnia – Produção Animal). Universidade Estadual de Maringá, 2007.

FURCO, A. M. Produção de biomassa de levedura em destilarias de álcool. In: “Workshop” Produção de biomassa de levedura: Utilização em alimentação humana e animal, 1996, Campinas. Anais... Campinas: ITAL, 1996. p.52-58.

FURUYA, W. M. et al. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1143-1149, 2001.

FURUYA, W. M.; SERON, S.; VARGAS, L. Níveis de levedura desidratada *spray dried* na dieta de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v.30, n.4, p.699-704, 2000.

GAOTTO, J. R. Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*):

Pirassununga, SP. USP, 2005, p.87 (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) – Universidade de São Paulo, 2005.

GATESOUBE F. J. Live yeasts in the gut: Natural occurrence, dietary introduction, and their effects on fish health and development. **Aquaculture**, v.267, p.20-30, 2007.

GATESOUBE F.J. Early weaning of sea bass larvae, *Dicentrarchus labrax*: the effect on microbiota, with particular attention to iron supply and exoenzymes. **Aquaculture**, v.158, p.117-127, 1997.

GEMILL, T. R.; TRIMBLE, R. B. Overview of *N*- and *O*-linked oligosaccharide structures found in various yeast species. **Biochimica et Biophysica Acta**, v.1426, p.227-237, 1999.

GHIRALDINI, J. A.; ROSELI, C. E. V. Caracterização e qualidade de levedura desidratada para a alimentação animal. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. **Anais...** CBNA, Campinas., p.27-49, 1997.

GÜNTHER, A. On some fishes from Kilimanjaro district. **Proc. Zol. Soc. Lond.** P. 70-72, 1989.

HEMPEL, E. Tilapia, the new whitefish. *Seafood international*, AGRA Europe, London, 17(10): 16-20. 2002.

HISANO, H. et al. Zinco e levedura desidratada de álcool como pronutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2149-2156, 2002.

HISANO, H. Levedura desidratada íntegra, autolisada e componentes da parede celular como pró-nutrientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Botucatu, SP: UNESP, 2005, p.90 (Doutorado em Zootecnia: Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, 2005.

HISANO, H. 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

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

HORII, J. Tecnologia da produção de levedura desidratada visando a qualidade do produto final. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. 1997. **Anais...** CBNA, Campinas, 1997, p. 7-25.

HOUGH, J. S., 1990. Biotecnología de la cerveza y de malta. Ed. Acribia, Zaragoza, 194 p.

ICC. INDUSTRIAL COMÉRCIO EXPORTAÇÃO E IMPORTAÇÃO LTDA 2002. Folhetos Promocionais.

ICLARM-Germplasm Enhancement and Breeding Program, 1993. Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) Project. **International Center for Living Aquatic Resources Management**, Makati City, Philippines. 8 pp (1 folded sheet).

ISQUIERDO, M. S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, H.; TACON, A. G. J. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, v.197, p.25-42, 2001.

JARAMILLO, J. F.; GATLIN, D. M. Comparison of purified and practical diets supplemented with or without β -glucan and selenium on resistance of hybrid striped bass *Morone chrysops* x *M. saxatilis* to *Streptococcus iniae* infection. *J. World Aquacult. Soc.*, v.35, n.2, p.245-252, 2004.

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

KAUSHIK, S. J.; LUQUET, P. Influence of bacterial protein incorporation and of sulphur amino acid supplementation to such diets on growth of rainbow trout. *Aquaculture*, v.19, p.163-175, 1980.

KHAW, H. L.; PONZONI, R. W.; DNTING, M. J. C. Estimation of genetic change in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by comparing contemporary progeny produced by males born in 1991 or in 2003. *Aquaculture*. V.275, p.64-69, 2008.

KRISCOVÁ, L. et al. Antioxidative and antimutagenic activity of yeast cell wall mannans in vitro. **Mutation Research**, v.497, p.213-222, 2001.

KURTZMAN, C. P.; FELL, J. W. The yeasts a taxonomic study. 4th (Ed.) revised and England edition. Elsevier. 2000, p.1055.

LARA, F.M. et al. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.216, p.193-201, 2003.

LAROCHE, T. et al. The dynamic yeast telomeres and silencing proteins through the cell cycle. **Journal of Structural Biology**, v.129, p.159-174, 2000.

LI, P. et al. A preliminary study on the effects of dietary supplementation of brewers yeast and nucleotides, singular or in combination, on juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*). *Aquaculture Research*, p.1-8, 2005.

LI, P.; GATLIN, D. M. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*). *Aquaculture*, v.219, p.681-692, 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* × *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, v.231, p.445-456. 2004 a.

LI, P.; LEWIS, D. H.; GATLIN III, D. M. Dietary oligonucleotides from yeast RNA influence immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Fish Shellfish Immunol.* 16, 561-569. 2004b.

LIU, X.Y. et. al. A new isolation method of B-D- glucans from spent yeast *Saccharomyces cerevisiae*, **Food hidrocolloids**, v.22, n.2, p.239-247, 2008.

LOPEZ, N. et al. Physiological, nutritional, and immunological role of dietary β 1-3 glucan and ascorbic acid 2-monophosphate in *Litopenaeus vannamei* juveniles. *Aquaculture*, v.224, p.223-243, 2003.

MACHADO, P. F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. Anais... CBNA, Campinas. p.111-128. 1997.

MAGHERINI, F. et al. In *Saccharomyces cerevisiae* an unbalanced level of tyrosine phosphorylation down-regulates the ras/PKA pathway. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v.38, p.440-460, 2006.

MARQUINA, D. et al. Production and characteristics of *Debaryomyces hansenii* killer toxin. **Microbiological Research**, v.156, p.387-391, 2001.

McANDREW, B. J. Evolution, phylogenetic relationships and biogeography. In: BEVERIDGE, M.C.M.; McAndrew, B.J. Tilapias: Biology and Exploitation. Kluwer Academic Publishers. 505p., 2000.

MEDRI, V.; PEREIRA, G. V.; LEONHARDT, J. H. Growth of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed with different levels of alcohol yeast. **Revista Brasileira Biologia**, v.60, p.113-121, 2000.

MENTEN, J. F. M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p.151-157.

MEURER, F. et al. A Levedura como probiótico na reversão sexual de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal.**, v.9, n.4, p. 804-812, out/dez, 2008.

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

MISRA, C. K. et al. Effect of long term administration of dietary β -glucan on immunity, growth and survival of *Labeo rohita* fingerlings. **Aquaculture**, v.255, p.82-94, 2006.

MOREIRA, I.; ANDREOTI, F. L.; FURLAN, A. C. 1998. Viabilidade da utilização da levedura de recuperação *Saccharomyces ssp.*, seca pelo método spray-dry, na alimentação de leitões em fase de creche. Rev. Bras. Zootec. 27, 319-324.

NOGUEIRA, A. Criação de tilápia em tanques-rede. **SEBRAE**, Bahia. P.23, 2007.

OLIVA-TELES, A.; GONÇALVES, P. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast *Saccharomices serevisiae* in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. **Aquaculture**, v.202, p.269-278, 2001.

OLVERA-NÓVOA, M. A.; MARTINÊZ-PALÁCIOS, C. A; OLIVERA-CASTILLO, L. Utilization of torula yeast (*Candida utilis*) as a protein source in diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus* Peters) fry. **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.257-264, 2002.

ORTUÑO, J. et al. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Spaurus aurata* L.). **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v.85, p.41-50, 2002.

PACHECO, M. T. B. Levedura como fonte de proteína: Extração, isolamento, propriedades nutritivas e funcionais. In: Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal. **Workshop**. Campinas, SP, 1996.

PARDO GAMBOA, B. S.; Digestibilidade dos Macronutrientes e Disponibilidade dos minerais, pela Tilapia do Nilo, das leveduras íntegra e autolisada. Dissertação. Universidade Estadual Paulista. (2008).

PENMAN, D. J.; McANDREW, B. J. Genetics for the management and improvement of cultured tilapias. In: BEVERIDGE, M.C.M.; Mc ANDREW, B.J. Tilapias: Biology and Exploitation. **Kluwer Academic Publishers**. 505p., 2000.

PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Resposta da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. In: VIII Simpósio Brasileiro de Aquicultura. **Anais...** Peruíbe, 61p. 1994.

PÉRES, A.; CAHU, C. L.; ZANIBONI INFANTE, J. L. Dietary spermine supplementation induces intestinal maturation in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Fish Physiology Biochemistry**, v.16, p.479-485, 1997.

PEZZATO, L. E. Uso de levedura desidratada na alimentação de peixes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. **Anais...** CBNA, Campinas, 13p. 1997.

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

PONZONI, R.W. et al. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture** 247, 203-210, 2005.

RANA, K. J. Reproductive biology and the hatchery rearing of tilapia eggs and fry. In: Muir, J.F.; Roberts, R.J. Eds. **Recent Advances in Aquaculture**. Croom Helm, London, v.3, p.343-406, 1998.

REUTER, R.E. et al. *Exophiala* sp. Infection in captured King George whiting (*Sillaginodes punctata*). **Bulletin European Association of Fish Pathology**, v.23, p.128-134, 2003.

ROBERTSEN, B.; ENGSTAD, R.; JORGENSEN, J. B. β -glucans as immunostimulants in fish. In: STOLEN, J.; FLETCHER, T.C. (Eds). **Modulators of fish immune responses**. Fair Haven: SOS Publications, 1994. p.83-99.

ROSE, A. H. Composition of the envelope layers of *Sacharomyces cerevisiae* in relation to flocculation and ethanol tolerance. **Journal of Applied Bacteriology. Symposium Supplement**. v.74, n.22, p.110S-118S, 1993.

ROWLAND, I. R. Metabolic interactions in the gut. In: Fuller, R. (ed.). **Probiotics, the scientific Basis**, London: Chapman & Hall, 29-53p, 1992.

RUMSEY, G. L. et al. Effect of high dietary concentrations of brewer's dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Animal Feed Science and Technology**, v.33, p.177-183, 1991.

SAHOO, P. K.; MUKHERJEE, S. C. Effect of dietary 1,3 β -glucan on immune responses and disease resistance of healthy and aflatoxin B1-induced immunocompromised rohu *Labeo rohita* Hamilton. *Fish Shellfish Immunol.*, v.11, p.683-95, 2001.

SAKAI, M. et al. Immunostimulant effects of nucleotide isolated from yeast RNA on carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Diseases*, v.24, p.433-438, 2001.

SANCHEZ-MUNIZ, F. J. et al. The yeast *Rhizoglyphus* anomala as a protein source for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Haematological aspects. *Comp. Biochem. Physiol.*, v.63A, p.153-157, 1979.

SCHMITT, M. J.; BREINIG, F. The viral killer system in yeast: from molecular biology to application. **FEMS Microbiology Reviews**, v.26, p.257-276, 2002.

SEBRAE – Serviço de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. Aquicultura e Pesca: Tilápias. SEBRAE. p. 137, 2008.

SGARBIERI, V. C. et al. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces sp.*) para uso como ingredientes na formulação de alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*. v.2, n.1,2, p.119-125, 1999.

SHELTON, W. L. Proceedings of the International Forum on Tilapia Farming in the 21st Century, Los Baños, Laguna, Phillippines. 2002. p.1-28.

SIGNOR, A. Desempenho produtivo e resistência ao estresse pelo frio da tilápia do Nilo alimentada com dietas suplementadas com levedura autolisada e zinco. Jaboticabal, SP. 2007, p.113 (mestrado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

SMITH, A. Illustrations on the zoology of South Africa 4. (London) vol. 4. In: **Pisces**. PI 5. (for dates see Waterhouse, proc. Zol. Soc. Lond. 1880, 49-491 and gentink, F.A. 1893. Notes Lieden Mus. v.15, p.182).

SPRING, P. Yest's secret weapon aids animal production. *Feed Mix (special)*, Minneapolis, n.1, p.32, 2000.

STONES, C. S.; MILLS, D. V. The use of live yeast and yeast culture products in aquaculture. **International Aquaculture Feed**, v.7, n.5, p.28-34, 2004.

SUNG, Y. L.; HSIEH, Y. T. Immunostimulation of tiger shrimp hemocytes for generation of microbicidal substances: analysis of reactive oxygen species. *Dev. Comp. Immunol.*, v.1, n.3, p.201-209, 1994.

TAOKA, Y. et al. Use of live and dead probiotic cells in tilapia *Oreochromis niloticus*. *Fish. Sci.* 2006. 72, 755–766.

TOVAR-RAMIREZ, D. et al. Efectos de la administración de levaduras en el proceso de maduración del tracto digestivo de peces. In: *Avances en Nutrición Acuicola V. Memorias del V simposium Internacional de nutrición acuícola*, Mérida, Yucatán, México, 2000, p.33-46.

TOVAR-RAMIREZ, D. Influence of dietary live yeast on European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larval development. **Aquaculture**, v.234, p.415-427, 2004.

TOVAR-RAMIREZ, D. et al. Effect of live yeast incorporation in compound diet on digestive enzyme activity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. **Aquaculture**, v.204, p.113-123, 2002.

TREWAVAS, E. Tilapias: Taxonomy and speciation. In: The Biology and Culture of Tilapia. **ICLARM Conference Proceedings**. v.7, p.3-14, Manila, Philippines, 1982.

VALLE, J.B. et al. Levedura desidratada de álcool como pró-nutriente para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12.; 2002, GOIÂNIA. Anais...Goiânia: SIMBRAQ. p.125

VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. et al. The expression of potential colonization factors of yeasts isolated from fish during different growth conditions. **Canadian Journal Microbiology**, v.39, p.1135-1141, 1993.

VEIDE, J.; ANDLID, T. Improved extracellular phytase activity in *Saccharomyces cerevisiae* by modifications in the *PHO* system. **International Journal of Food Microbiology**, v.15, n.108, p.60-67, 2006.

VILLARREAL, J.M. et al. Nucleotide specificity of *Saccharomices cerevisiae* phosphoenolpyruvate carboxykinase kinetics, fluorescence spectroscopy, and molecular simulation studies. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v.38, p.576-588, 2006.

WACHÉ, Y. et al. Cross effect of the strain of dietary *Saccharomyces cerevisiae* and rearing conditions on the onset of intestinal microbiota and digestive enzymes in rainbow trout *Onchorynchus mykiss*, fry. **Aquaculture**, v.258, p. 470-478, 2006.

WATANABE, A.L. **Suplementação de levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) e derivados na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. Pirassununga, SP: USP, 2006, 82p. (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de São Paulo, Pirassununga, 2006.

YAMADA, A.M. et al. Composição centesimal e valor protéico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.16, n.4, p.423 – 432, 2003.

YOUSRI, R.F. Single cell protein its potential use for animal and human nutrition. **World Review Animal Production**, v.18, n.23, p.46-67, 1982.

ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumento genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. *Panorama da Aquicultura*. Rio de Janeiro, v.13, n.76, p.69, 2003.

CAPÍTULO – II

Levedura como pronutriente em dietas de matrizes e alevinos de tilápia-do-Nilo

Resumo: Objetivou-se avaliar a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, como pronutriente em dietas para matrizes e alevinos de tilápia-do-Nilo, em experimento realizado em duas etapas na UNESP. Dois grupos de fêmeas reprodutoras de tilápia do Nilo ($734,47 \pm 202,08$ g), variedade GIFT foram arraçoados por 100 dias com rações isoprotéicas (34% PD) e isoenergéticas (3400 kcal ED/kg), uma contendo 2% de levedura íntegra e outra ausente de levedura. As fêmeas desses dois tratamentos foram fecundadas naturalmente e as larvas, ao final da absorção do saco vitelino, foram alocadas em aquários de 3,5 L e alimentadas por 30 dias com três rações isoprotéicas (35% PD) e isoenergéticas (3280 kcal ED/kg): ausente de levedura; contendo 1% de levedura íntegra ou; 1% de levedura autolisada. Após abate, foram calculadas as seguintes variáveis de desempenho produtivo: biomassa final; ganho de peso; consumo de ração; conversão alimentar aparente; peso final; comprimento total; fator de condição corporal; altura média, e mortalidade. Foi analisado ainda, o teor de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo da carcaça dos animais. Verificou-se interação significativa dos fatores analisados para todas as variáveis de desempenho produtivo, exceto para o consumo de ração. A levedura íntegra (2,0%) em dietas de matrizes ou na dieta de alevinos de tilápia-do-Nilo (1,0%) aumenta a sobrevivência dos alevinos.

Palavras-chave: composição bromatológica, desempenho, GIFT, levedura autolisada, levedura íntegra, nutrição, *Oreochromis niloticus*, *Saccharomices cerevisiae*

Yeast as pronutrient in broodstock female and fingerling Nile tilapia diets

Abstract: This trial was conducted to evaluate dietary yeast *Saccharomyces cerevisiae* as pronutrient of Nile tilapia broodstock female and fingerling diets. The trial was conducted in two phases at São Paulo State University. Two groups of Nile tilapia broodstock female ($734,47 \pm 202,08$ g), genealogy GIFT, were for 100 days fed with isoproteic (34% DP) and isoenergy (3400 kcal DE/kg) diets, one with 2% autolized yeast and the other with no yeast. The broodstock female from this treatment were naturally fecundated and its larvae, at the end of vitellinic sac absorption, were stocked into 3.5 L-aquarium and fed 30 days with three isoproteic (35% DP) and isoenergy (3280 kcal DE/kg) diets: with no yeast, containing 1% full yeast or 1% autolized yeast. After, the fingerling were killed and final biomass; weight gain; ration consumption; apparent feed conversion; final weight; total length; corporal condition factor; mean height and mortality were determined. Dry matter, ash, crude protein and ether extract from fish body were determined. There was interaction of analysed factors for all growth performance variables, except to feed intake. The full yeast (2,0%) in Nile tilapia broodstock female diets or in fingerling diets (1,0%) improvement fingerling survival.

Key-words: autolized yeast, body composition, full yeast, GIFT, grow performance, nutrition, *Oreochromis niloticus*, *Saccharomices cerevisiae*

Levedura como pronutriente em dietas de matrizes e alevinos de tilápia-do-Nilo

Introdução

O sistema intensivo de produção de larvas e alevinos de tilápia-do-nilo submete os reprodutores a manejos estressantes, não existindo informações sobre suas consequências biológicas e zootécnicas. Por outro lado, a adequada nutrição dos reprodutores reflete positivamente na qualidade de gônadas, na formação de ovócitos e principalmente na qualidade das larvas produzidas (El-Sayed et al., 2003).

A variedade GIFT (Genetical Improvement Farmed Tilapia) originou-se de rigoroso processo de seleção genética (Ponzoni et al., 2005). Apresenta rusticidade ao manejo reprodutivo e excelente desempenho produtivo, resultado de elevado grau de resistência às doenças e infecções (Khaw et al., 2008). A crescente demanda de alevinos dessa espécie em nosso país tem norteado ações de boas práticas de manejo que maximizem a produção de indivíduos mais saudáveis.

O Brasil se apresenta como grande produtor de levedura, resultado da obtenção da *Saccharomyces cerevisiae* a partir do vinho nas destilarias de álcool de cana de açúcar. A levedura íntegra e os derivados do seu processamento, tais como levedura autolisada, polissacarídeos da parede celular e nucleotídeos estão sendo recomendados para comporem rações para organismos aquáticos. Segundo Hisano et al. (2004) estes se destacam por sua biossegurança e fácil incorporação à mistura durante o processamento da ração.

Segundo Butolo (2001), a levedura se apresenta como ingrediente indispensável às rações, seja como pronutriente ou imunoestimulante. Define-se como pronutriente o composto que promova valores nutricionais intrínsecos, que seja de uso oral e exigido em pequenas quantidades na mistura da dieta animal (Butolo, 2001). Segundo Menten (2001) com a proibição da utilização de antibióticos e quimioterápicos como promotores de crescimento na alimentação animal, tais pesquisas tornaram-se fundamentais.

A presente pesquisa teve como objetivos avaliar os efeitos da levedura íntegra (*Saccharomyces cerevisiae*) sobre o desempenho reprodutivo de fêmeas de tilápia-do-Nilo e; os efeitos da levedura íntegra e da levedura autolisada sobre o desempenho dos

alevinos provenientes dessas matrizes.

Material e Métodos

A presente pesquisa foi desenvolvida em duas fases, em laboratórios distintos da UNESP - Universidade Estadual Paulista. A primeira fase experimental foi realizada no laboratório de Tilapicultura do Centro de Aquicultura da UNESP (CAUNESP), Jaboticabal-SP, no período de 20 de outubro de 2007 a 30 de janeiro de 2008. Após a seleção, 63 fêmeas e 21 machos reprodutores com aproximadamente 22 meses de idade e peso médio de $734,47 \pm 202,8$ g foram distribuídos inteiramente ao acaso em três aquários de 7000L, sendo 21 fêmeas e sete machos/aquário, na proporção de 3:1/m³ (três fêmeas para cada macho). Para cada grupo de 28 animais (21 fêmeas e 7 machos), localizados em cada um dos aquários, foi administrado um dos seguintes tratamentos: I: ração controle (ausente de suplementação de levedura); II: ração suplementada com 2% de levedura íntegra e; III: ração suplementada com 2% de levedura autolisada. Estas rações se mostraram isoprotéicas (34,0% de PD) e isoenergéticas (3400 kcal de ED/kg de ração) (Tabela 1).

Os ingredientes selecionados para compor as dietas foram submetidos a análises química e física no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – Botucatu, conforme metodologia proposta pela AOAC (2000). Estes ingredientes foram moídos e submetidos à peneira TYLER 35 para que se apresentassem com diâmetro médio de 0,5 mm. A mistura foi homogeneizada e submetida ao processo de extrusão em equipamento de rosca simples Extrutech®, a fim de se obterem grânulos com 5,0 mm de diâmetro. Após resfriamento, os grânulos foram secos em estufa com circulação de ar a 55,0°C/24 horas e, posteriormente armazenados a -20,0°C.

Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8:00, 11:00, 14:00 e 17:00) até a saciedade aparente, por 100 dias. A temperatura da água dos tanques foi aferida duas vezes ao dia (8:00 e 17:00 h), e o nível de oxigênio dissolvido e pH foram aferidos semanalmente por termômetros, oxímetro e peagômetro digitais. Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água mensurados durante o período experimental apresentaram, respectivamente, os seguintes valores médios: $27,3 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ (manhã) e $28,1 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ (tarde); $6,1 \pm 0,8$ mg/L e $7,3 \pm 0,4$. Estes valores apresentam-se

dentro da faixa considerada adequada para a espécie de acordo com SIPAÚBA-TAVARES (1995).

O fotoperíodo foi mantido constante, 12h de luz e 12h de escuro, possibilitado pelo uso controlado de iluminação artificial com lâmpadas de 400 Watts para cada aquário).

Após 100 dias de arraçamento iniciaram-se as avaliações das reprodutoras, realizadas em intervalos de cinco dias. O manejo adotado na captura e avaliação das fêmeas foi o mesmo para os peixes dos três tratamentos experimentais, sendo as fêmeas que incubavam ovos cuidadosamente manejadas e os ovos removidos da cavidade bucal com auxílio de uma piceta e copos descartáveis. A desova de cada matriz foi acondicionada separadamente em incubadoras devidamente identificadas.

Tabela 1: Composição percentual e químico-bromatológica calculada das dietas¹ fornecidas aos reprodutores

Ingrediente	Tratamentos		
	Controle	Levedura íntegra	Levedura autolisada
Farelo de soja	63,00	62,00	62,50
Levedura íntegra	0,00	2,00	0,00
Levedura autolisada	0,00	0,00	2,00
Farinha peixe	2,50	2,50	2,50
Fubá milho	12,40	12,20	10,90
Farelo de trigo	2,10	2,00	2,00
Quirera de arroz	11,50	10,80	11,60
Óleo de soja	3,00	3,00	3,00
Fosfato bicálcico	3,15	3,15	3,15
DL-Metionina	0,70	0,70	0,70
L-Treonina	0,65	0,65	0,65
L-Triptofano	0,20	0,20	0,20
Sal	0,50	0,50	0,50
Suplemento vitamínico e mineral ²	0,25	0,25	0,25
Antioxidante (BHT) ³	0,02	0,02	0,02
Vitamina C	0,03	0,03	0,03
Total	100,00	100,00	100,00
Nutrientes			
Energia digestível (kcal/kg)	3401	3401	3401
Proteína digestível (%)	33,97	34,16	34,11
Fibra bruta (%)	4,97	4,93	4,90
Extrato etéreo (%)	5,74	5,71	5,65
Ca total (%)	1,19	1,19	1,19
P disponível (%)	0,70	0,71	0,71
Metionina (%)	1,06	1,06	1,06
Aminoácidos sulfurados (%)	1,49	1,50	1,48
Lisina (%)	2,59	2,61	2,61
Triptofano (%)	0,53	0,53	0,53
Treonina (%)	1,67	1,69	1,69

¹Valores com base em: NRC (1993); Pezzato et al. (2002); Gonçalves et al. (2004; 2005); Furuya et al. (2001); Hisano (2005); Guimarães (2006). (Valores expressos com base na Matéria Seca)

²Suplemento vitamínico e mineral (níveis de garantia/kg do produto): vit. A = 1.200.000 UI; vit. D₃ = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K₃ = 2.400 mg; vit. B₁ = 4.800 mg; vit. B₂ = 4.800 mg; vit. B₆ = 4.000 mg; vit. B₁₂ = 4.800 mg; ácido fólico = 1.200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg; ferro = 10.000 mg; cobre = 600 mg; manganês = 4.000 mg; iodo = 20 mg; cobalto = 2 mg e selênio = 20 mg.

³ Antioxidante (BHT) = Butil hidróxi tolueno.

Após a eclosão, ao final da absorção do saco vitelínico, as larvas foram coletadas das incubadoras e colocadas em sacos plásticos específicos para transportes de peixes. Para esse processo as incubadoras foram inclinadas e as larvas colocadas nos sacos de transporte juntamente com a água da incubadora, acrescida de água limpa. Posteriormente, os sacos foram inflados com oxigênio (2/3 do volume total), amarrados e colocados em caixas com fundo revestido para evitar movimentação exagerada da água.

A segunda fase experimental (estudo - II) foi realizada no período de 30 de janeiro a 29 de fevereiro de 2008, na Universidade Estadual Paulista – UNESP – Câmpus de Botucatu, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos – AquaNutri, Unidade integrada ao CAUNESP.

Foram utilizadas 1050 larvas, de ambos os sexos, provenientes das matrizes alimentadas com a ração ausente da suplementação de levedura (controle), ou das matrizes alimentadas com a ração contendo 2% de levedura íntegra. Não foram utilizadas larvas oriundas de matrizes arraçadas com rações com 2% de levedura autolisada devido ao baixo número de desovas dessas matrizes, além dos eventos reprodutivos não coincidirem com o dos demais tratamentos, uma vez que as larvas deveriam ser oriundas de desovas colhidas no mesmo dia e em estágio similar de desenvolvimento. Para obtenção do número adequado de larvas para o início dessa fase experimental foi realizado um “pool” de larvas de diversas matrizes dentro do mesmo tratamento. Esse procedimento também serviu para minimizar os efeitos referentes às qualidades individuais das matrizes.

Foi aferido o peso médio inicial das larvas pesando-se uma amostra de aproximadamente 50 larvas oriundas de cada um dos dois tratamentos. Essas larvas foram posteriormente descartadas, não sendo utilizadas como material biológico do experimento. O peso médio inicial das larvas oriundas de matrizes que consumiram a dieta controle e de matrizes que consumiram a dieta contendo levedura íntegra foram 0,0093 g e 0,0102 g, respectivamente.

Foram utilizados nessa fase 30 aquários de polietileno com 3,5L de capacidade útil. Em cada aquário foram colocadas 35 larvas (10 larvas/litro), sendo 15 aquários povoados com larvas oriundas de matrizes que consumiram a dieta controle e 15

povoados com larvas de matrizes que consumiram dietas com levedura íntegra. Os aquários foram interligados por sistema de recirculação de água dotado de filtro físico-biológico. O filtro continha pedras porosas ligadas por meio de mangueiras a soprador, com a finalidade de melhorar o ambiente de atuação de bactérias e aumentar a oxigenação da água. Para manter a temperatura da água na faixa de conforto térmico da espécie, aquecedores foram ligados em termostatos e acoplados ao sistema.

Para o estudo II foram formuladas três rações (Tabela 2) isoprotéicas (35% de PD) e isoenergéticas (3300 kcal de ED/kg de ração), sendo uma denominada dieta Controle, que não continha os pronutrientes em estudo e, duas formuladas com 1,0% de levedura íntegra ou; 1,0% de levedura autolisada.

Tabela 2: Composição percentual e química-bromatológica calculada das dietas¹ fornecidas aos alevinos

Ingrediente	Tratamentos		
	Controle	Levedura íntegra	Levedura autolisada
Farinha de vísceras de aves	20,73	20,77	20,77
Farelo de arroz	21,00	20,00	20,00
Farinha de peixe	53,00	53,00	53,00
Lev. Íntegra	0,00	1,00	0,00
Lev. autolisada	0,00	0,00	1,00
DL-Metionina	0,11	0,10	0,10
L-Triptofano	0,16	0,15	0,15
L-Treonina	0,20	0,18	0,18
Fosfato bicálcico	4,00	4,00	4,00
Vitamina C	0,03	0,03	0,03
Sal (NaCl)	0,50	0,50	0,50
Suplemento Vitaminico ²	0,15	0,15	0,15
Suplemento Mineral ³	0,10	0,10	0,10
BHT ⁴	0,02	0,02	0,02
Total	100	100	100
Nutriente			
Energia Digestível (kcal/kg)	3274	3280	3284
Proteína Digestível (%)	35,14	35,41	35,34
Fibra Bruta (%)	0,57	0,57	0,57
Extrato etéreo (%)	9,79	9,71	9,71
Ca total (%)	4,93	4,93	4,93
P disponível (%)	1,92	1,92	1,92
Metionina (%)	1,13	1,12	1,12
Aminoácidos sulfurados (%)	1,09	1,08	1,08
Lisina (%)	3,08	3,11	3,10
Triptofano (%)	0,46	0,45	0,45
Treonina (%)	1,70	1,69	1,69

¹ Valores com base em: NRC (1993); Pezzato et al. (2002); Gonçalves et al. (2004; 2005); Furuya et al. (2001); Hisano (2005); Guimarães (2006). (Valores expressos com base na Matéria Seca)

² Suplemento vitamínico (níveis de garantia/kg do produto): vit. A = 1.200.000 UI; vit. D₃ = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K₃ = 2.400 mg; vit. B₁ = 4.800 mg; vit. B₂ = 4.800 mg; vit. B₆ = 4.000 mg; vit. B₁₂ = 4.800 mg; ácido fólico = 1.200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg

³ Suplemento mineral (níveis de garantia/kg do produto): ferro = 10.000 mg; cobre = 600 mg; manganês = 4.000 mg; iodo = 20 mg; cobalto = 2 mg e selênio = 20 mg.

⁴ Antioxidante (BHT) = Butil hidróxi tolueno.

Os seis tratamentos avaliados na segunda fase experimental foram:

- Matriz (ração controle) + alevino (ração controle);
- Matriz (ração controle) + alevino (ração levedura íntegra);
- Matriz (ração controle) + alevino (ração levedura autolisada);
- Matriz (ração levedura íntegra) + alevino (ração controle);
- Matriz (ração levedura íntegra) + alevino (ração levedura íntegra);
- Matriz (ração levedura íntegra) + alevino (ração levedura autolisada).

Para confecção das dietas dos alevinos, os ingredientes foram moídos e submetidos à peneira Tyler-35 para que se apresentassem com diâmetro médio de 0,42 mm. Após a homogeneização dos ingredientes foi adicionado 22% de água (55°C) e a ração foi submetida ao processo de peletização. Posteriormente foi seca em estufa com circulação de ar a 55,0°C/24 horas e armazenada a -20,0°C.

Para serem fornecidos aos alevinos, os péletes foram triturados e posteriormente separados com o uso de peneiras em três granulometrias:

- a) Grânulos que passavam pela abertura de 0,42 mm (TYLER 35). Esta fração foi fornecida nos dez primeiros dias de experimento.
- b) Grânulos que passavam pela abertura de 0,71 mm (TYLER 24) e ficavam retidos na peneira de 0,42 mm. Fração fornecida do 11º ao 20º dia experimental
- c): Grânulos que passavam pela abertura de 1,00 mm (TYLER 16) e ficavam retidos na peneira de 0,71 mm. Fração fornecida do 21º ao 30º dia experimental.

O objetivo da separação das frações das rações em três tamanhos foi adequar o tamanho do alimento ao tamanho da boca dos alevinos, de acordo com o seu desenvolvimento, além de diminuir a lixiviação dos ingredientes e a seleção dos mesmos pelos animais.

Os alevinos foram alimentadas cinco vezes ao dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 17:00 horas) até a saciedade aparente. Os aquários foram sifonados uma vez por dia após 30 minutos da última refeição nos primeiros 10 dias, e nos demais dias de experimento, devido à maior granulometria das rações, a cada três dias. Após cada sifonagem foi adicionado tiossulfato de sódio para neutralizar o cloro presente na água de reposição.

A temperatura da água foi aferida duas vezes ao dia, imediatamente antes da circulação ser desligada para o primeiro e último trato. O teor de oxigênio dissolvido e o pH da água dos aquários foram aferidos semanalmente. Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água mensurados durante o período experimental apresentaram, respectivamente, os seguintes valores: $28,98 \pm 1,75^{\circ}\text{C}$; $5,43 \pm 0,05 \text{ mg/L}$ e $7,87 \pm 0,06$. Estes valores apresentam-se dentro da faixa considerada adequada para a espécie de acordo com SIPAÚBA-TAVARES (1995).

Ao término do período de arraçoamento, que teve duração de 30 dias, todos os alevinos de cada unidade experimental foram abatidos em água à 1°C , pelo uso de pedras de gelo. Posteriormente, os animais foram colocados em prancheta de papelão impermeabilizada e numerada, para que fossem contados e tivessem o peso e comprimento total mensurados individualmente. Devido ao número de tratamentos e repetições empregados no experimento (30 aquários), essa fase de coleta de dados foi realizada em dois dias, esquematizada de maneira que o mesmo número de repetições de todos os tratamentos fosse avaliado em um mesmo dia, a fim de padronizar as condições experimentais.

Foram calculadas as variáveis de desempenho produtivo: Biomassa final (BF); Ganho de peso (GP); Consumo de ração (CR); Conversão alimentar aparente (CAA); Comprimento total (CT); Peso final (PF); Fator de condição corporal (FCC); Altura média (AM) e Mortalidade (MOR).

Onde:

$\text{BF (g)} = \Sigma \text{ peso dos peixes da unidade experimental};$

$\text{GP (g)} = (\text{Média do peso final} - \text{média do peso inicial});$

$\text{CR (g)} = (\text{Total de ração fornecido aos peixes da unidade experimental} / \text{número de peixes});$

$\text{CAA} = \text{CR} / \text{GP};$

$\text{CT (cm)} = \text{Média do comprimento total (medida do lábil superior à extremidade da nadadeira caudal)};$

$\text{PF (g)} = \text{BF} / \text{Número de peixes};$

$\text{FCC} = (\text{peso} / \text{comprimento}^3) \times 100;$

$\text{AM} = \text{Média da altura dorsal dos animais};$

$\text{MOR} = \text{Mediana (valor mínimo : valor máximo)}.$

Para determinação da composição bromatológica, todos os alevinos de cada unidade experimental (aquário) foram colocados, imediatamente após as medições e pesagens, em recipientes plásticos devidamente identificados. Posteriormente, os frascos foram tampados e acondicionados em freezer à temperatura de -20°C . Essas amostras foram levadas para o Laboratório de Bromatologia da FMVZ – Botucatu e, conforme a metodologia proposta pela AOAC (2000) foi determinado o teor de Matéria seca, Matéria mineral, Proteína Bruta e Extrato etéreo. Para a realização das análises de matéria seca e matéria mineral os peixes foram colocados inteiros nos cadinhos de porcelana (2 a 3 peixes por cadinho).

Para a determinação da proteína bruta os peixes que restaram nos recipientes plásticos, oriundos de cada uma das unidades experimentais, foram processados separadamente. Esse processamento foi feito com uso de bisturis dentro de cada um dos frascos, para evitar perdas do material biológico. Após o processamento o material ficou com aspecto de pasta. Todas as análises foram realizadas em duplicata e em caso de necessidade de repetir alguma amostra uma nova duplicata foi realizada.

Para todas as variáveis, exceto para a variável mortalidade, a metodologia estatística adotada foi a técnica da análise de variância paramétrica para o modelo com dois fatores no delineamento inteiramente casualizado, complementada com o teste de comparações múltiplas de Tukey (ZAR, 1999). A análise dos dados da mortalidade foi realizada pela análise de variância não-paramétrica para o modelo com dois fatores complementada com o teste de comparações múltiplas de Dunn (ZAR, 1999). A escolha pelo procedimento paramétrico aconteceu quando a variável em estudo apresentava as características da distribuição normal de probabilidades (distribuição gaussiana). Na ausência destas propriedades tomava-se como procedimento a técnica não-paramétrica. O sistema adotado foi o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (UFV, 1997).

Resultados e Discussão

Os resultados das variáveis de desempenho produtivo e mortalidade analisados encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Valores de Biomassa final (g), Ganho de peso (g), Consumo de ração (g), Conversão alimentar aparente, Comprimento total (cm), Peso final (g), Fator de condição corporal, Altura média (cm) e Mortalidade de alevinos de tilápia do Nilo submetidos aos tratamentos experimentais

Variável	Dieta das Matrizes	Dieta dos Alevinos		
		Controle	Integra	Autolisada
Biomassa final (g)	Controle	12,89 ± 0,90 aB	12,22 ± 0,71 aB	10,60 ± 1,40 aA
	Integra	12,37 ± 0,63 aA	12,21 ± 0,78 aA	11,53 ± 0,69 aA
Ganho de peso (g)	Controle	0,37 ± 0,03 aB	0,35 ± 0,01 aB	0,31 ± 0,03 aA
	Integra	0,34 ± 0,02 aA	0,34 ± 0,02 aA	0,32 ± 0,02 aA
Consumo de ração (g)	Controle	0,29 ± 0,02 aA	0,29 ± 0,01 aA	0,28 ± 0,01 aA
	Integra	0,28 ± 0,01 aA	0,27 ± 0,01 aA	0,27 ± 0,01 aA
Conversão alimentar aparente	Controle	0,79 ± 0,03 aA	0,81 ± 0,03 aAB	0,90 ± 0,11 aB
	Integra	0,82 ± 0,03 aA	0,80 ± 0,07 aA	0,83 ± 0,04 aA
Peso final (g)	Controle	0,39 ± 0,04 bB	0,37 ± 0,01 aAB	0,33 ± 0,02 aA
	Integra	0,35 ± 0,01 aA	0,35 ± 0,02 aA	0,33 ± 0,02 aA
Comprimento total (cm)	Controle	2,97 ± 0,08 aC	2,84 ± 0,02 aB	2,76 ± 0,06 aA
	Integra	2,93 ± 0,02 aB	2,89 ± 0,06 aAB	2,83 ± 0,04 bA
Fator de condição corporal	Controle	1,48 ± 0,04 bA	1,60 ± 0,03 bB	1,60 ± 0,05 bB
	Integra	1,41 ± 0,06 aA	1,47 ± 0,03 aA	1,45 ± 0,03 aA
Altura média (cm)	Controle	0,87 ± 0,02 bB	0,85 ± 0,01 bAB	0,84 ± 0,02 bA
	Integra	0,82 ± 0,01 aA	0,83 ± 0,01 aA	0,82 ± 0,01 aA
Mortalidade ¹	Controle	1,0 (1,0 : 4,0) bA	2,0 (0,0 : 5,0) aA	2,0 (1,0 : 8,0) BA
	Integra	0,0 (0,0 : 1,0) aA	0,0 (0,0 : 1,0) aA	0,0 (0,0 : 0,0) AA

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas para o fator dieta das matrizes e, maiúsculas nas linhas para o fator dieta dos alevinos, diferem entre si ($p < 0,05$).

¹Mediana (Menor número de animais mortos entre as repetições : Maior número de animais mortos entre as repetições); (Teste de comparações múltiplas de Dunn).

Verificou-se interação significativa ($P < 0,05$) dos fatores avaliados para todas as variáveis de desempenho produtivo, exceto para o consumo de ração. Quando os alevinos receberam o mesmo tipo de ração, as respostas das variáveis biomassa final e ganho de peso não foram modificadas pelas dietas fornecidas às matrizes (controle ou íntegra). Para ambas as variáveis, os alevinos provenientes de matrizes arraçadas com ração controle (ausente da suplementação de levedura), quando receberam ração com 1% de levedura íntegra ou ração ausente de levedura, apresentaram valores maiores e semelhantes entre si, em relação aos alevinos que receberam ração suplementada com 1% de levedura autolisada.

Quando as matrizes receberam a suplementação de levedura na ração o mesmo não ocorreu, revelando valores semelhantes para esses parâmetros, independente do tratamento fornecido ao alevino. Apesar de não significativa, verificou-se queda nos valores de biomassa final proporcionada pela presença da levedura autolisada nas rações dos alevinos, cujas matrizes foram arraçadas com levedura íntegra. A Biomassa final pode ser considerada a variável mais importante em trabalhos de larvicultura de peixes. Isso, pelo fato dessa variável englobar a taxa de sobrevivência e o peso final médio dos animais.

Esses resultados discordam dos dados de ganho de peso médio encontrados por Pezzato et al. (2006), trabalhando com alevinos da mesma espécie, que demonstraram não haver diferenças significativas para essa variável entre os tratamentos avaliados (Dieta controle; 2,0% de levedura íntegra; 2,0% de levedura autolisada e; 0,3% de parede celular).

Analisando-se a variável consumo de ração verificou-se que não houve interação dos fatores avaliados. O consumo de ração por alevino foi semelhante para todos os tratamentos ($P > 0,05$).

Apesar de serem coletadas de desovas do mesmo dia, e terem a mesma idade, as larvas oriundas de matrizes que consumiram a ração controle eram mais leves (0,0093 g) em relação às larvas oriundas de matrizes que consumiram a dieta contendo levedura íntegra (0,0102). Mesmo com a diferença inicial de peso (aproximadamente 10%), o consumo de ração durante o período experimental foi semelhante para todos os tratamentos, demonstrando que as larvas que iniciaram mais leves no estudo II ainda conseguiram, apesar de não significativo ($P > 0,05$), ter um consumo superior de ração

em relação às larvas que iniciaram mais pesadas. Estes resultados contrariam os obtidos por Pezzato et al. (2006), que trabalhando com alevinos pós-revertidos de tilápia do Nilo (0,27g) encontraram menores consumo de ração em larvas arraçadas com rações contendo 2% de levedura autolisada, comparando-as com aquelas que receberam a ração controle (ausente de levedura), ração com 2% de levedura íntegra ou, ração contendo 0,3% de parede celular.

Houve interação significativa entre os fatores para a variável conversão alimentar aparente (CAA). Quando as matrizes consumiram rações contendo levedura íntegra, independente da ração fornecida aos alevinos, não foram encontradas diferenças para essa variável. No entanto, quando as matrizes foram alimentadas com a ração controle, houve diferenças nos resultados ($P < 0,05$), com a ração controle proporcionando melhor conversão alimentar dos alevinos e a ração contendo levedura autolisada a pior, ambas não diferindo dos alevinos que tiveram suas rações suplementadas com levedura íntegra. Estes resultados contrariam os obtidos por Pezzato et al. (2006), que encontraram melhor conversão alimentar em alevinos pós-revertidos de tilápia-do-Nilo arraçados com ração contendo 2% de levedura autolisada, em comparação à ração controle ou ração contendo 2% de levedura íntegra.

A variável consumo de ração foi a única que não apresentou interação dos fatores analisados ($P > 0,05$). Dessa forma, como o consumo de ração foi semelhante ($P > 0,05$) para todos os tratamentos, a variável peso final foi reflexo da conversão alimentar aparente.

Para a variável peso final também houve interação dos fatores analisados ($P < 0,05$). Quando os alevinos consumiram ração controle (ausente de levedura), àqueles gerados por matrizes que se alimentaram também de ração controle, apresentaram peso final superior, em relação aos alevinos que foram gerados por matrizes que consumiram ração contendo levedura. Essa diferença ocorreu, principalmente, devido a melhor conversão alimentar dos alevinos do tratamento Matriz controle + Alevino controle (0,79) em relação ao tratamento Matriz íntegra + Alevino controle (0,82), que apesar de não significativa ($P > 0,05$), foi suficiente para promover o aumento da média de peso final ($P < 0,05$).

O peso final médio dos alevinos dos tratamentos Matriz controle + Alevino controle; Matriz controle + Alevino íntegra e; Matriz controle + Alevino autolisada foi

alterado de acordo com as rações fornecidas aos alevinos. Verificou-se que o fornecimento de levedura autolisada para os alevinos proporcionou a menor média de peso final ($P < 0,05$).

Considerando os tratamentos em que as matrizes receberam levedura íntegra na dieta, notou-se que o peso final médio dos alevinos não foi alterado pelo tipo de ração que receberam. Apesar de não significativo ($P > 0,05$), os alevinos que consumiram a ração contendo levedura autolisada tiveram peso final médio inferior (0,33 g) em relação aos alevinos que consumiram a levedura íntegra ou ração controle, respectivamente 0,35 e 0,35 g.

Para comprimento total houve interação dos fatores analisados ($P < 0,05$). Fixando-se o tratamento empregado às matrizes e estudando as respostas às rações fornecidas para os alevinos, verificou-se que quando as matrizes foram arraçadas com ração controle, o valor dessa variável foi decrescente no sentido: ração controle, ração com levedura íntegra e, ração com levedura autolisada. Em relação às matrizes que receberam ração com levedura íntegra, obteve-se o maior valor de comprimento total para os alevinos que consumiram a ração controle ($P < 0,05$), e o menor valor para os alevinos que receberam a levedura autolisada ($P < 0,05$), ambas não diferindo estatisticamente dos alevinos cuja ração continha levedura íntegra ($P > 0,05$). O comprimento total dos alevinos foi a única variável de desempenho produtiva analisada nesse trabalho que diferiu ($P < 0,05$) entre os tratamentos cuja matriz havia recebido levedura íntegra em suas dietas.

Avaliando-se ainda o comprimento total pôde-se perceber que houve diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos que os alevinos receberam levedura autolisada em suas dietas. Verificou-se maior crescimento naqueles oriundos de matrizes que consumiram a dieta contendo levedura íntegra, em comparação aos alevinos gerados por matrizes que consumiram dieta ausente de levedura (controle).

A literatura relaciona o comprimento médio dos peixes com a disponibilidade de espaço, de modo que nos aquários que houvesse maior mortalidade os peixes cresceriam mais. Isso não pôde ser comprovado no presente estudo, pois o tratamento Matriz íntegra + Alevino autolisada proporcionou aos alevinos sobrevivência de 100% e comprimento médio de 2,83 cm, enquanto o tratamento Matriz controle + Alevino autolisada proporcionou sobrevivência de aproximadamente 90% e o comprimento

médio obtido foi 2,76 cm. Esses resultados demonstram claramente que o comprimento médio não pode ser relacionado apenas com a disponibilidade de espaço para os animais, mas principalmente com a qualidade da dieta a eles fornecidas.

Houve interação significativa dos fatores para a variável fator de condição corporal. Independente das rações fornecidas aos alevinos (controle; levedura íntegra ou; levedura autolisada), os mesmos sempre apresentaram valores maiores dessa variável ($P<0,05$), quando suas progenitoras foram alimentadas com ração ausente de levedura (controle), em relação os alevinos oriundos de matrizes que se alimentaram com ração contendo levedura. Entre os alevinos que foram gerados por matrizes que consumiram a ração controle, aqueles que tiveram suas rações suplementadas com levedura íntegra ou levedura autolisada apresentaram valores de fator de condição corporal maiores ($P<0,05$), e semelhantes entre si, em relação aos alevinos que consumiram a ração controle. Para os alevinos oriundos de matrizes arraçadas com levedura o mesmo não ocorreu, não apresentando diferenças de fator de condição corporal independente da ração fornecida aos alevinos.

O fator de condição corporal expressa o “status corpóreo do animal”, demonstrando se este possui peso adequado de acordo com o seu comprimento. Essa variável pode dar indicativos de futuros rendimentos de filés desses animais. O fator de condição corporal dos alevinos oriundos de matrizes que consumiram levedura foi sempre menor ($P<0,05$) em comparação aos alevinos que receberam o mesmo tipo de ração, mas se originaram de matrizes que consumiram a dieta controle. Isso foi devido, de maneira geral, ao maior comprimento dos alevinos pertencentes aos tratamentos em que as matrizes consumiram a levedura em suas dietas.

A variável altura média também foi influenciada pelas rações fornecidas às matrizes. Independente da ração fornecida aos alevinos, os mesmos sempre apresentaram maior altura média ($P<0,05$) quando suas progenitoras consumiram ração ausente de levedura (controle). Para matrizes que consumiram ração contendo levedura íntegra, a altura média de seus alevinos não foi diferente ($P>0,05$), independente da ração fornecida aos mesmos. O mesmo não ocorreu com essa variável quando as matrizes receberam a ração controle, sendo os alevinos que também consumiram a ração controle os mais altos ($P<0,05$), e os alevinos que consumiram a levedura

autolisada os de menor altura média, ambos não diferindo estatisticamente dos alevinos que consumiram a levedura íntegra.

Houve interação significativa para a variável mortalidade ($P<0,05$). A mortalidade dos alevinos foi modificada de acordo com as rações fornecidas às matrizes que os originaram. Analisando-se os alevinos que consumiram a ração controle ou dieta contendo levedura autolisada, verificou-se maior mortalidade ($P<0,05$), para ambos os grupos, quando esses alevinos foram gerados por matrizes que se alimentaram de rações ausentes de levedura (controle), em comparação aos alevinos que se originaram de matrizes que consumiram levedura. Os alevinos que receberam ração contendo levedura íntegra não diferiram quanto às taxas de mortalidade, independente das rações fornecidas às matrizes que os deram origem.

Fixando-se as rações fornecidas às matrizes, não houve variações nas taxas de mortalidade proporcionada pelas diferentes dietas fornecidas aos alevinos ($P>0,05$). Esses resultados diferem dos obtidos por Li e Gatlin III (2003), que suplementaram dietas de striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) com três níveis de levedura de cerveja (1,0; 2,0 e 4,0%), mais uma dieta controle (ausente de suplementação), e observaram melhora na sobrevivência e resposta imune das larvas que receberam levedura nas dietas.

A menor taxa de mortalidade dos alevinos ($P<0,05$), exceto para os tratamentos em que os alevinos receberam levedura íntegra nas dietas, pôde ser verificada para os alevinos oriundos de matrizes que receberam levedura em suas dietas. Segundo Machado (1997) entre os grupos de nutrientes presentes nas leveduras pode-se citar os antibióticos naturais, os glucanos e mananos presentes na parede celular, aminoácidos como os glutamatos, que somados proporcionam maior palatabilidade ao alimento e melhor resistência à doenças dos animais. Essas características da levedura na nutrição das reprodutoras podem ter sido a responsável pelas menores mortalidades dos alevinos oriundos dos tratamentos em que as matrizes consumiram a levedura.

De maneira geral, analisando as variáveis de desempenho produtivo, pôde-se verificar piora nos resultados quando os alevinos foram arraçoados com dietas contendo a levedura autolisada. Esse quadro pôde ser amenizado quando as matrizes receberam em suas dietas a suplementação da levedura íntegra durante o período reprodutivo.

A composição bromatológica dos alevinos de tilápia do Nilo arraçados por 30 dias com as dietas testes encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Média $\pm$ desvio padrão das variáveis matéria seca, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo, na matéria natural, de alevinos de tilápia-do-Nilo arraçados por 30 dias com as dietas experimentais

Variável (%)	Dieta das Matrizes	Dieta dos Alevinos		
		Controle	Íntegra	Autolisada
Matéria Seca	Controle	23,56 $\pm$ 0,52 aA	22,96 $\pm$ 0,63 aA	22,76 $\pm$ 0,35 aA
	Íntegra	23,78 $\pm$ 0,35 aA	23,76 $\pm$ 0,94 bA	23,27 $\pm$ 0,70 aA
Matéria Mineral	Controle	3,19 $\pm$ 0,22 aA	3,17 $\pm$ 0,23 aA	3,17 $\pm$ 0,16 aA
	Íntegra	3,32 $\pm$ 0,30 aA	3,40 $\pm$ 0,19 aA	3,14 $\pm$ 0,22 aA
Proteína Bruta	Controle	15,61 $\pm$ 0,54 aA	14,75 $\pm$ 0,56 aA	15,53 $\pm$ 0,95 aA
	Íntegra	15,20 $\pm$ 0,93 aA	14,99 $\pm$ 0,46 aA	15,62 $\pm$ 1,05 aA
Extrato Etéreo	Controle	5,40 $\pm$ 0,72 aA	5,64 $\pm$ 0,62 aA	4,90 $\pm$ 1,38 aA
	Íntegra	6,32 $\pm$ 0,90 aA	4,97 $\pm$ 0,66 aA	5,51 $\pm$ 0,55 aA

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas para o fator dieta das matrizes e, maiúsculas nas linhas para o fator dieta dos alevinos, diferem entre si ($p < 0,05$)

Houve interação significativa ($P < 0,05$) da ração fornecida às matrizes e da ração fornecida aos alevinos, sobre os parâmetros de composição bromatológica, somente para a variável matéria seca. Quando as progenitoras dos alevinos alimentados com ração contendo levedura íntegra foram arraçadas com ração contendo levedura íntegra, proporcionaram nos mesmos, maior teor de matéria seca na carcaça ($P < 0,05$), em relação aos alevinos gerados por matrizes que consumiram a ração controle.

Não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$), nos teores de proteína bruta, matéria mineral e extrato etéreo. Hisano et al. (2007) não

encontraram diferenças na composição bromatológica de alevinos de tilápia do Nilo (2,22 g) arraçoados por 80 dias com dietas suplementadas com três níveis (1, 2 e 3%) de levedura íntegra ou autolisada, e três níveis de parede celular de levedura (0,1, 0,2 e 0,3%). Os dados de composição corporal médio da matéria seca, proteína bruta, matéria mineral e extrato etéreo dos alevinos, encontrados por esses autores, foram respectivamente 18,0%, 15,70%, 1,05% e 1,08%.

Os dados de matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo da carcaça dos animais do presente estudo corroboram com os resultados obtidos por Pezzato et al. (2006), que suplementaram dietas de alevinos de tilápia do Nilo (0,27g) com levedura íntegra (2,0%); levedura autolisada (2,0%) ou; parede celular (0,3%) por 28 dias, e não encontraram diferenças na composição corporal dos animais.

O teor de proteína bruta da carcaça dos peixes do presente estudo não foi modificado pela presença da levedura na ração. Nesse mesmo sentido, Signor (2009) forneceu dietas para matrizes de tilápia-do-Nilo com 1,0, 2,0 e 4,0% de levedura íntegra, além de uma dieta controle (ausente de suplementação) e verificou não haver variações ($P>0,05$) nos teores de umidade, cinzas e extrato etéreo na carcaça das larvas oriundas dessas matrizes, logo após a absorção do saco vitelínico. Esse mesmo trabalho, contudo, revelou diferenças ($P<0,05$) no teor de proteína bruta da carcaça das larvas, sendo que as matrizes que tiveram suas dietas suplementadas com 4,0% de levedura proporcionaram larvas com teor de proteína corporal aproximadamente 32,0% superior às larvas que originaram de matrizes alimentadas com a dieta controle (ausente de suplementação). Esses resultados demonstraram que a presença de levedura em maiores porcentagens modifica o teor de proteína na carcaça dos animais.

Conclusão

- A levedura íntegra (2,0%) em dietas de matrizes ou na dieta de alevinos de tilápia-do-Nilo (1,0%) aumenta a sobrevivência dos alevinos.

Referências bibliográficas

AOAC - Association of official agricultural chemists. Official methods of analysis. 12ed. Washington, D.C.: 2000.

BUTOLO, J.E. Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes alternativos na alimentação animal, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, p.191-198, 2001.

EL-SAYED, A.F.M.; MANSOUR. C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture*, v.220, p.619-632. 2003.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; BARROS, M.M. Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1143-1149, 2001.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; KLEEMAN, G.K.; ROCHA, D.F. Efeitos de suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de MG, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p. 2155-2163. 2005.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H., FREIRE, E.S., FERRARI, J.E.C. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum*, v.26, n.3, p.313-321. 2004.

GUIMARÃES, I.G. Digestibilidade aparente, pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), de alimentos extrusados. Botucatu, SP: UNESP, 2006, p.67 (Mestrado em Zootecnia: Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, 2006.

HISANO, H.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FREIRE, E.S.; GONÇALVES, G.S.;

FERRARI, J.E.C. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Scientiarum, v.26, n.2, p.171-179, 2004.

HISANO, H. Levedura desidratada íntegra, autolisada e componentes da parede celular como pró-nutrientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): Botucatu, SP: UNESP, 2005, p.90 (Doutorado em Zootecnia: Nutrição e Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, 2005.

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

KHAW, H.L.; PONZONI, R.W.; DNTING, M.J.C. Estimation of genetic change in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by comparing contemporary progeny produced by males born in 1991 or in 2003. Aquaculture. V.275, p.64-69, 2008.

LI, P.; GATLIN, D.M. Evauation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*). Aquaculture, v.219, p.681-692, 2003.

MACHADO, P.F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. Anais... CBNA, Campinas. p.111-128. 1997.

MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., Piracicaba. Anais... Piracicaba: SBZ, 2001. p.151-157. 2001.

National Research Council - NRC. Nutrient requirements of fish. Washington, D.C.: National Academy of Science, 114p. 1993.

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

PONZONI, R.W.; HAMZAH, A.; TAN, S.; KAMARUZZAMAN, N. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture** 247, 203-210, 2005.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H.S. Limnologia aplicada à aquicultura. Jaboticabal: Funep, 72p. 1995.

SIGNOR, A. Levedura íntegra e levedura autolisada como pronutriente em dieta para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Tese (Doutorado) do programa de pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual Paulista-Botucatu. 2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - Sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. 1997.

Zar, J.H., 1999. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliff, NJ, USA.

|

IMPLICAÇÕES

Considerações finais

A presente pesquisa objetivou buscar alternativas que minimizassem as mortalidades decorrentes da fase de larvicultura da tilápia-do-Nilo, bem como melhorar os índices zootécnicos desses animais nessa fase crítica de criação. A relevância dessa espécie no país já é conhecida, em contrapartida, dados de desempenho produtivo larval em grandes escalas são pouco divulgados. Mais trabalhos devem ser desenvolvidos, principalmente durante a fase de larvicultura, também denominada de fase de inversão sexual.

A utilização de outros pronutrientes, imunoestimulantes e ingredientes alternativos devem ser testados durante essa fase de vida dos animais. Pôde-se verificar nessa pesquisa, a interação das dietas das matrizes repercutindo no desenvolvimento dos alevinos, dessa maneira novas áreas deve ser explorada nesse sentido.

Quando presente em dietas de reprodutores, a levedura melhora a homeostase desses animais e, conseqüentemente, a qualidade dos alevinos produzidos. Na presente pesquisa, a presença de 2,0% de levedura íntegra nas dietas de matrizes de tilápia-do-Nilo gerou larvas, em média, 10% mais pesadas em relação às larvas oriundas de matrizes que receberam dietas ausentes de suplementação de levedura. Além disso, a presença da levedura nas dietas das matrizes aumentou significativamente a taxa de sobrevivência dos alevinos nos primeiros 30 dias de vida.

Esperava-se nesse trabalho, que a levedura autolisada, devido à maior exposição dos nutrientes presentes, proporcionasse resultados superiores de desempenho produtivo dos alevinos em relação à levedura íntegra. No entanto, pôde-se verificar o contrário. Mais estudos devem ser feitos com levedura autolisada, não podendo ser esta, vista como um pronutriente de má qualidade. Uma possível explicação para esse fato seria a perda de nutrientes durante o processo de autólise da levedura utilizada nesse experimento.

Pesquisas sobre digestibilidade dos ingredientes da ração para essa fase, também são escassas, fazendo com que as rações sejam balanceadas com dados de digestibilidade de peixes juvenis ou até mesmo adultos. Com isso, a determinação do valor nutritivo dos alimentos torna-se imprescindível.

Vale ressaltar que trabalhos com larvicultura exigem cuidados especiais em relação aos trabalhos desenvolvidos com animais adultos. Nesse sentido, incluem-se os sifonamentos diários com mangueiras de baixo calibre, que exigem maior demanda de tempo; o maior cuidado com a qualidade da água; a adequação dos grânulos de alimento ao desenvolvimento larval, com a finalidade de melhorar a ingestão e diminuir a lixiviação dos ingredientes da ração; o maior número de arraçoamentos diários, entre outros.

Os manejos dos reprodutores também necessitam de certos cuidados para obtenção de sucesso. Densidades adequadas nos tanques de criação, bem como a correta relação macho/fêmea são essenciais para o êxito; além disso, a qualidade da água e da ração deve ser constantemente monitorada.

Outro ponto marcante é a equipe de trabalho, que deve possuir profissionais treinados para manejar os reprodutores, coletar os ovos nas bocas das fêmeas e preparar as incubadoras e futuramente os tanques, que receberão os alevinos.