

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

LEVEDURA ÍNTEGRA E LEVEDURA AUTOLISADA COMO  
PRONUTRIENTE EM DIETA PARA REPRODUTORES DE TILÁPIA  
DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Altevir Signor

Trabalho de Tese apresentado  
como parte das exigências para a  
obtenção do Título de Doutor em  
Zootecnia pelo Programa de Pós-  
graduação em Zootecnia da  
FMVZ – UNESP Câmpus de  
Botucatu.

BOTUCATU – São Paulo  
Abril 2009

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

LEVEDURA ÍNTEGRA E LEVEDURA AUTOLISADA COMO  
PRONUTRIENTE EM DIETA PARA REPRODUTORES DE TILÁPIA  
DO NILO (*Oreochromis niloticus*)

Aluno: Altevir Signor  
Engenheiro de Pesca

Orientador: Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato  
Co-orientador: Profa. Dra. Margarida Maria Barros  
Co-orientador: Profa. Dra. Teresa Cristina Dias R. Koberstein

Trabalho de Tese apresentado  
como parte das exigências para a  
obtenção do Título de Doutor em  
Zootecnia pelo Programa de Pós-  
graduação em Zootecnia da  
FMVZ – UNESP Câmpus de  
Botucatu.

BOTUCATU – São Paulo  
2009

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

Signor, Altevir, 1976-  
S576l Levedura íntegra e levedura autolisada como pronutriente em dieta para reprodutores de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) / Altevir Signor. - Botucatu : [s.n.], 2009.  
x, 70 f. : gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009  
Orientador: Luiz Edivaldo Pezzato  
Co-orientador: Margarida Maria Barros  
Co-orientador: Teresa Cristina Dias R. Koberstein  
Inclui bibliografia.

1. Tilapia (Peixe). 2. *Saccharomyces cerevisiae*. 3. *Oreochromis niloticus*. 4. Peixes - Reprodução. I. Pezzato, Luiz Edivaldo. II. Barros, Margarida Maria. III. Koberstein, Teresa Cristina Dias R. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

## DEDICATÓRIA

AOS MEUS PAIS,

ARQUIMEDES SIGNOR E ZÉLIA MARIA SIGNOR,

PELA ATENÇÃO, ENSINAMENTOS, CARINHO, DEDICAÇÃO, COMPREENSÃO, SIMPLICIDADE E  
EXEMPLOS DE AMOR AOS VALORES DA VIDA,.....

MOTIVO DE MINHA EXISTÊNCIA, PERSISTÊNCIA E CONQUISTAS.....

MINHA ETERNA GRATIDÃO, ADMIRAÇÃO, AMOR E RESPEITO.....;

AOS MEUS IRMÃOS, ADRIANA, ARCANGELO E ANDRÉIA  
PELO APOIO, CARINHO E AMIZADE DURANTE TODOS  
ESSES ANOS;

AOS MEUS AVÓS ÂNGELO SIGNOR E ILHA TONDO PELA  
INSPIRAÇÃO, INCENTIVO, CARINHO E AMOR.

EM MEMÓRIA À MINHA QUERIDA, CARINHOSA E AMÁVEL  
AVÓ ZITA ROSSAROLA PELO APOIO, INSPIRAÇÃO,  
INCENTIVO, CARINHO E AMOR;

A MINHA AMIGA, NAMORADA E COMPANHEIRA SIMONE  
CESARIO SOARES PELO APOIO, ATENÇÃO, INCENTIVO  
FUNDAMENTAL NA MINHA CAMINHADA, DEDICAÇÃO,  
AMIZADE, PACIÊNCIA, CARINHO E AMOR EM TODOS OS  
MOMENTOS.

PESSOAS QUE FORAM FUNDAMENTAIS EM TODOS OS MOMENTOS DE MINHA VIDA, BASE DE  
SUSTENTAÇÃO DOS MEUS PRINCÍPIOS E OBJETIVOS.....

## HOMENAGEM AO ORIENTADOR

*A Capacidade, Criatividade, Profissionalismo e a Dedicação voltada a Transferência de Conhecimentos, Formação Pessoal e Profissional dos Alunos, Orientados e Co-orientados o Transformou num Profissional de Extrema Competência*

*□ enorme planeta em que vivemos é infinitamente pequeno aos olhos do crescimento humano, desde que responsável, continuaremos enxergando este enorme planeta infinitamente pequeno, motivo que nos leva a preservar as amizades, o ambiente, os mestres, o conhecimento e; assim, o contínuo crescimento ocorrerá naturalmente, de forma saudável e principalmente sustentável*

*O sucesso conquistado, a criatividade e os conhecimentos adquiridos nos enriquecem e nos transformam*

*A transformação é fruto da dedicação, do profissionalismo, do envolvimento pessoal e da competência*

*Mas o que marca o ser humano são amizade, o companheirismo, o respeito e a sinceridade*

*Que nos enriquecem e nos transformam profissionalmente.*

Pela Amizade

Oportunidade

Companheirismo

Profissionalismo

Criatividade

Respeito

Competência

O MEU MUITO OBRIGADO!!!

## AGRADECIMENTOS

Á Deus por permitir o dom da vida e a graça de poder desfrutá-la com gratidão, amor, esperança e responsabilidade;

Ao Professor Dr. Luiz Edivaldo Pezzato, pela oportunidade da realização do Doutorado, orientação, irrestrita dedicação, atenção, confiança e incentivo nas dificuldades encontradas durante o período experimental, sabedoria e exemplo profissional;

Á Professora Dra. Margarida Maria Barros e a Professora Dra. Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein pela Co-orientação, dedicação, atenção, confiança, incentivo, amizade e ensinamentos prestados antes, durante e após a realização do experimento;

Á Professora Dra. Laura Satiko Okada Nakaghi pela compreensão, dedicação, atenção, incentivo, amizade e apoio técnico prestados antes, durante e posterior a realização do experimento;

Ao Professor Dr. Euclides Braga Malheiros do Departamento de Engenharias e Ciências Exatas da UNESP – Campus de Jaboticabal, pela atenção, orientação e auxílio na realização das análises estatísticas;

Ao Professor Ricardo Pereira Ribeiro e ao Laboratório de Piscicultura da UEM pelo fornecimento dos reprodutores utilizados na Fase-I do Estudo-I e pelos conselhos, atenção e colaboração prestada para o desenvolvimento da pesquisa;

A Usina São Luis em nome do Supervisor de Produção Industrial Marcos F. Zimak pela parceria;

A equipe do Laboratório de Nutrição de Peixes – AquaNutri; Igo Gomes Guimarães; Dario Rocha Falcon; André Bordighon; Viviam Gomes dos Santos; Ademir Calvo Fernandes Junior; Blanca Estella, Luiz Gabriel Quintero Pinto, Daniel de Magalhães Araújo, Fernando Nakagome, João Fernando Albers Koch, Caroline Pelegrine Teixeira e Rosangela do Nascimento Fernandes pelo exemplo, auxílio e amizade em todo o período de realização do trabalho, união, respeito e dedicação;

A toda equipe do Laboratório de Tilapicultura do Caunesp – Jaboticabal; Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein, Munir Francisco Zanardi, Márcio Alves dos Santos, Thalita Stefann e Eduardo pelo auxílio e incentivo na realização e desenvolvimento do experimento, amizade e carinho que ficarão marcados para sempre;

A equipe do Laboratório de Morfologia da UNESP – Campus de Jaboticabal;

Professora Laura, seu Orandir, Lilian e todos aqueles que contribuíram para a realização do experimento.

As Professoras Maria Dalva Cesário, Maeli Dal Pae e Silva, Irani Quagio Grassiotto e ao Técnico Antônio Vicente Salvador do Laboratório de Citologia do Departamento de Morfologia da UNESP – Campus de Botucatu pela atenção, dedicação, apoio e colaboração para a realização do experimento.

Aos amigos que direta ou indiretamente contribuíram para o sucesso do presente trabalho Renato Monteiro da Silva do Laboratório de Bromatologia e Luis Carlos Fernandes Auxiliar Administrativo do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal pelo auxílio nas análises realizadas, amizade e companheirismo;

Aos funcionários da seção de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp Câmpus de Botucatu, em especial a Seila e ao Danilo pela atenção, colaboração, amizade e auxílios prestados;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo, e auxílio financeiro na realização do trabalho;

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Unesp – Câmpus de Botucatu por abrir as portas e tornar possível a realização do Doutorado;

Ao Laboratório AquaNutri pelo acolhimento, oportunidade, aprimoramento científico e responsável por tornar possível o desenvolvimento da pesquisa e aos esforços que contribuíram para a realização do presente trabalho;

Ao Laboratório de Patologia de Peixes do CAUNESP pela disponibilidade, compreensão e auxílio nas avaliações realizadas. Com especial carinho a Fabiana, Roberson, José, Rafael, Daniel e Gustavo.

Ao Laboratório de Limnologia do CAUNESP pelo auxílio nas análises de qualidade de água.

Ao Laboratório de Carcinicultura do CAUNESP pela colaboração nas avaliações realizadas.

A todos que de alguma forma contribuíram na elaboração e execução do projeto....

O meu muito Obrigado!!!

## SUMÁRIO

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| CAPITULO I .....                                                                                      | 2  |
| CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....                                                                           | 3  |
| REVISÃO DE LITERATURA.....                                                                            | 5  |
| A tilápia do Nilo.....                                                                                | 5  |
| A tilápia do Nilo no Brasil.....                                                                      | 6  |
| Manejo Reprodutivo da tilápia .....                                                                   | 8  |
| A levedura na nutrição animal.....                                                                    | 9  |
| A levedura na nutrição de reprodutores .....                                                          | 13 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                                            | 15 |
| CAPITULO II.....                                                                                      | 15 |
| CAPITULO III .....                                                                                    | 15 |
| SUBMISSÃO DOS ARTIGOS: .....                                                                          | 15 |
| Referências bibliográficas .....                                                                      | 16 |
| CAPITULO II .....                                                                                     | 28 |
| Levedura íntegra e levedura autolisada como pronutriente para<br>reprodutores de tilápia do Nilo..... | 29 |
| Resumo.....                                                                                           | 29 |
| Whole yeast and autolised how pronutrient for Nile tilapia<br>spawning.....                           | 29 |
| Abstract.....                                                                                         | 29 |
| Introdução.....                                                                                       | 30 |
| Material e Métodos .....                                                                              | 31 |
| Estudo – I.....                                                                                       | 32 |
| Estudo – II.....                                                                                      | 33 |
| Resultados.....                                                                                       | 34 |
| Discussão .....                                                                                       | 35 |
| Conclusões .....                                                                                      | 38 |
| Referências Bibliográficas .....                                                                      | 39 |
| CAPITULO III .....                                                                                    | 47 |
| Levedura íntegra como pronutriente para reprodutores de tilápia<br>do Nilo.....                       | 48 |
| Resumo.....                                                                                           | 48 |
| Whole yeast how pronutrient for Nile tilapia spawning.....                                            | 48 |
| Abstract.....                                                                                         | 48 |
| 1. Introdução .....                                                                                   | 49 |
| 2. Material e métodos.....                                                                            | 50 |
| 3. Resultados .....                                                                                   | 52 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 4. Discussão.....                  | 54 |
| 5. Conclusões.....                 | 57 |
| 6. Referências bibliográficas..... | 58 |
| IMPLICAÇÕES .....                  | 67 |
| Considerações finais.....          | 68 |

## ÍNDICES DE FIGURAS

### CAPITULO II

|                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas experimentais.....                                                                                                                                                                                   | 42 |
| Tabela 2. Desempenho produtivo das fêmeas de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) linhagem GIFT alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão de levedura (C) por 93 dias (Estudo-I).....                    | 43 |
| Tabela 3. Avaliação das fêmeas de tilápia do Nilo, linhagem GIFT alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão (C) por 93 dias (Estudo-I).....                                                                           | 43 |
| Tabela 4. Desempenho reprodutivo de tilápia do Nilo linhagem GIFT, alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão (C) por 100 dias (Estudo-II).....                                                                       | 44 |
| Tabela 5. Composição bromatológica da carcaça, gônadas e ovos das reprodutoras de tilápia do Nilo linhagem GIFT alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão (C) por 100 dias (Estudo-II).....                          | 45 |
| Figura 1. Ocorrência reprodutiva (fêmeas com ovos) e produção de larvas por avaliação das reprodutoras de tilápia do Nilo ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) linhagem GIFT, alimentadas com dietas controle (C), levedura íntegra (LI) e levedura autolisada (LA) por 100 dias..... | 46 |

### CAPITULO III

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas experimentais.....                                                                                                                      | 61 |
| Tabela 2. Desempenho reprodutivo da tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias.....                                                                          | 62 |
| Tabela 3. Avaliação das reprodutoras de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias.....                                                                     | 63 |
| Tabela 4. Desenvolvimento das larvas dos diferentes grupos de reprodutores alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra nas por 106 dias.....                                              | 64 |
| Tabela 5. Composição bromatológica das larvas, ovos e das reprodutoras de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra.....                                                | 65 |
| Tabela 6. Desempenho produtivo das larvas dos diferentes grupos de reprodutores de tilápia do Nilo linhagem GIFT, que foram alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias..... | 66 |

## Resumo geral

### Levedura íntegra e levedura autolisada como pronutriente em dieta para reprodutores de tilápia-do-Nilo

A pesquisa (por meio de dois estudos) avaliou a ação da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como pronutriente em rações sobre as respostas reprodutivas de fêmeas de tilápia-do-Nilo. O Estudo-I foi dividido em duas fases. Na Fase-I foram utilizadas 105 fêmeas de tilápia do Nilo - linhagem GIFT com aproximadamente quatro meses de idade, alimentadas *ad libitum* com as dietas: Controle, 2% de levedura íntegra ou 2% de levedura autolisada. Os peixes foram distribuídos aleatoriamente em 15 aquários de 500L (delineamento de três tratamentos e cinco repetições com sete peixes/aquário). Avaliou-se nas fêmeas o desempenho produtivo, status fisiológico e composição química das gônadas. O experimento foi realizado na UNESP – Laboratório de nutrição de organismos aquáticos – AquaNutri Campus de Botucatu. Na Fase-II foram utilizados 63 fêmeas e 21 machos da linhagem GIFT com aproximadamente 22 meses de idade, alimentados *ad libitum* com as dietas experimentais apresentando as mesmas características nutricionais da Fase-I. O experimento foi conduzido no Caunesp - Laboratório de Tilapicultura Campus de Jaboticabal. Empregaram-se três aquários com capacidade de 7000L de água/cada (21 fêmeas e sete machos/aquário e um tratamento/aquário). Avaliou-se o desempenho reprodutivo dos reprodutores por 100 dias e o desenvolvimento inicial das larvas. No Estudo-II foram utilizadas 84 fêmeas distribuídas em quatro aquários (7000L/aquário), as quais foram alimentadas com as dietas: Controle e 1,0; 2,0 e 4,0% de levedura íntegra, a qual proporcionou as melhores respostas no Estudo-I. No Estudo-II, fêmeas e machos foram alimentados *ad libitum* das oito às 17 horas/106 dias. Os reprodutores foram avaliados quanto ao número, diâmetro, peso, taxa de fertilização e composição bromatológica dos ovos; eclodibilidade, sobrevivência, comprimento e deformidade das larvas pós-eclosão e; composição bromatológica das fêmeas. Os dados dos estudos I e II foram submetidos à análise de variância e regressão, respectivamente e, quando significativo foi aplicado o teste de comparações múltiplas de médias. No Estudo-I a suplementação de levedura íntegra ou autolisada na dieta das reprodutoras, não melhorou o desempenho produtivo (Fase-I) e reprodutivo das reprodutoras (Fase-II). Entretanto, melhorou o desenvolvimento das larvas 72h00 após a eclosão. O melhor desenvolvimento foi das larvas dos reprodutores alimentados com a dieta suplementada com 2,0% de levedura íntegra. No Estudo-II a inclusão de levedura íntegra nas dietas dos reprodutores não influenciou o desempenho reprodutivo dos reprodutores. Entretanto, o desenvolvimento das larvas foi positivamente influenciado após 72h00 de eclosão, com melhor resultado nas larvas dos reprodutores alimentados com a inclusão de 2,0% de levedura íntegra na dieta. Evidenciando a ação pronutriente da levedura na homeostase orgânica das resprodutoras com reflexo no melhor desenvolvimento das larvas. A levedura pode ser empregada como alimento funcional em dietas para peixes reprodutores melhorando a qualidade, sobrevivência, o desenvolvimento inicial e o desempenho produtivo de larvas e alevinos produzidos. Pode-se indicar a inclusão de 2,0% de levedura em dietas para reprodutores de tilápia do Nilo.

Palavras chave: tilápia, parâmetros reprodutivos, *Saccharomyces cerevisiae*, *Oreochromis niloticus*

## CAPITULO I

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* é uma das espécies de peixes mais cultivadas no mundo. Apresenta elevado valor econômico e bom desempenho em sistemas de cultivo com os maiores índices de crescimento, se destacando pela rusticidade ao manejo, fácil reprodução, rápido crescimento e, o excelente sabor de sua carne, tem aumentado significativamente a demanda de larvas e alevinos dessa espécie no Brasil.

Espécie de fácil adaptação às condições ambientais, manejo nutricional e reprodutivo, o que possibilitou melhor acompanhamento de sua eficiência reprodutiva. Por apresentar reprodução parcelada com várias desovas anuais e ciclos reprodutivos relativamente curtos (Coward e Bromage, 1998a), exige do organismo elevadas taxas metabólicas para atender a rápida formação dos ovócitos. Embora, sua fecundidade seja baixa, se comparada às espécies de reprodução sincrônica, é uma espécie altamente prolífica em sistemas de cultivo e, com elevadas taxas de sobrevivência larval quando manejados adequadamente.

Apresenta cuidado parental, com machos preparando os ninhos e/ou o local de desova e as fêmeas incubando os ovos e protegendo as larvas na fase inicial de desenvolvimento. O período de cuidado parental depende das condições ambientais, disponibilidade de alimento, qualidade de água, presença de predadores, temperatura e condição nutricional dos reprodutores. A retirada dos ovos da boca das reprodutoras e, sua incubação artificial faz com que o período de retorno a desova desta espécie seja reduzido e, conseqüentemente, aumente a produção de larvas e melhore o potencial reprodutivo (Beveridge e McAndrew, 2000).

Por apresentar várias desovas anuais a tilápia tem a necessidade de dietas que satisfaçam suas exigências nutricionais e propicie às fêmeas reprodutoras, estatus nutricional adequado para que depositem nutrientes essenciais nos ovos. Tal fato melhora a qualidade dos ovos e larvas produzidas. Conseqüentemente, a retirada dos ovos da boca das reprodutoras, por possibilitar melhor acompanhamento dos eventos reprodutivos, permite avaliações mais precisas das respostas dos reprodutores às interrelações dos nutrientes disponíveis nas dietas.

As características de rusticidade e fácil adaptação ao manejo reprodutivo e a coleta de ovos na boca das fêmeas de tilápia resultou na intensificação dos sistemas reprodutivos. Estes sistemas de reprodução aplicam, em sua maioria, a coleta de ovos na boca das fêmeas.

Condição que levou a redução e/ou ao abandono nos procedimentos de

coleta de larvas por nuvem, procedimento adotado por longo período nos sistemas de reprodução de tilápia. A coleta de ovos na boca permite melhor acompanhamento da eficiência reprodutiva, taxa de fecundidade, qualidade de ovos, período de absorção do saco vitelínico e, desenvolvimento das larvas.

O sistema intensivo de produção de larvas e alevinos de tilápia do Nilo submete os reprodutores a manejo altamente estressante, não existindo informações biológicas e zootécnicas de tal prática. A crescente demanda de alevinos dessa espécie em nosso país tem norteado a busca por ações em boas práticas de manejo que maximizem a produção de indivíduos mais saudáveis.

A adição de aditivos nutricionais e pronutrientes às dietas têm melhorado o bem estar e o status nutricional dos peixes (Hisano et al., 2004; Pezzato et al., 2006). Define-se como pronutriente o composto que promova valores nutricionais intrínsecos, que seja de uso oral e exigido em pequenas quantidades na dieta animal (Butolo, 1998). Segundo Menten (2001), com a proibição da utilização de vários antibióticos e quimioterápicos como promotores de crescimento na alimentação animal, tais pesquisas com aditivos nutricionais e pronutrientes tornaram-se fundamentais.

A utilização da levedura como fonte protéica para a alimentação de peixes não apresentou resultados satisfatórios, sendo constatadas piores respostas de consumo, ganho em peso e conversão alimentar (Rumsey et al., 1991; Furuya et al., 2000; Baccarin e Pezzato, 2001). Segundo Sanches-Muniz et al. (1979) e Kaushik e Luquet (1980), a levedura apresenta elevados níveis de ácidos nucléicos (8,0 a 12,0% do nitrogênio total), que podem causar aumento nos níveis de uricase e ácido úrico no plasma sanguíneo dos peixes, resultando em distúrbios no metabolismo da proteína, gordura e carboidratos nos animais. Entretanto, destaca-se a importância da levedura e co-produtos como pronutriente, conforme demonstrado em estudos desenvolvidos por Gatesoupe (1999), Sakai (1999), Burrells et al. (2001a), Ortuño et al. (2002), Tovar et al. (2002), Li e Gatlin III (2003), Tovar-Ramírez et al. (2004) e Hisano (2005).

O Brasil apresenta-se como grande produtor de levedura, resultado da obtenção da *Saccharomyces cerevisiae* a partir do emprego do vinho proveniente da cana de açúcar. Segundo Butolo (2001) a levedura é ingrediente indispensável às rações seja como pronutriente ou imunoestimulante.

A levedura apresenta-se como fonte de enzimas (invertase, lactase, melibiase,  $\beta$ -glucanase, proteases, fitase) (Ponesi & Serra, 1996; Veide & Andlid, 2006) e de vitaminas do complexo B (Ponesi & Serra, 1996; Butolo, 2001; Baccarin & Pezzato, 2001). Vitaminas do complexo B, especialmente a tiamina, riboflavina,

niacina e o ácido pantotênico são encontradas em grandes quantidades nestes microorganismos, além de ergosterol, o que os torna ainda excelente fonte de vitamina D (Yousri, 1982).

As vitaminas do complexo B, presentes em elevadas quantidades nas leveduras, são fundamentais aos reprodutores de peixes, conforme demonstrado por Izquierdo et al. (2001), onde a suplementação na dieta de reprodutores de tilápia do Nilo com vitaminas do complexo B, pode influenciar diretamente o desenvolvimento inicial das larvas.

## REVISÃO DE LITERATURA

### A tilápia do Nilo

A primeira descrição do gênero tilápia ocorreu em 1840 (Smith, 1893) e, desde então, estudos de classificação taxonômica foram realizados (Günther, 1889; Regan, 1920; Trewavas, 1966; 1982; Coad, 1982; Sodsuk, 1993; McAndrew, 2000). Mais de 70 espécies de peixes foram denominadas como tilápia; entretanto, oito ou nove espécies são de interesse para aquicultura (Beveridge & McAndrew, 2000). Dessas, três tem se destacado em cultivo: a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia mossambica (*Oreochromis mossambicus*) e a tilápia azul (*Oreochromis aureus*) (Rana, 1988). A tilápia do Nilo é a mais cultivada no mundo (Rana, 1988; FAO, 2007), o que se deve, principalmente, ao seu rápido crescimento em cativeiro, rusticidade ao manejo, fácil reprodução, adaptação aos diferentes sistemas de cultivo, as condições físicas e químicas da água e carne nobre.

Embora seja uma espécie potencial para a aquicultura, atenções têm se voltado ao processamento deste peixe, devido ao seu baixo rendimento de carcaça e elevada produção de resíduos. Entretanto, pesquisas direcionadas ao processamento de filé (Santos et al., 2007), genética (Khaw et al., 2008), nutrição (Little e Edwards, 2004; Pezzato et al., 2006), reprodução (El-Sayed et al., 2005; Davis et al., 2008) e larvicultura (Boscolo et al., 2008) buscam melhores respostas de desenvolvimento e rendimento de carcaça da tilápia.

A tilápia do Nilo (*O. niloticus*) foi introduzida na aquicultura por volta de 1965 na Ásia e, devido a sua capacidade de adaptação às variações ambientais e ao manejo, tornou-se a espécie de tilápia mais cultivada (Bentesen et al., 1998). A produção inicial era destinada para subsistência das comunidades locais (Stiassny,

1991). O sucesso no cultivo e suas características adaptativas a tornaram reconhecidamente uma espécie candidata para o desenvolvimento da atividade aquícola mundial (Rana, 1987). O crescimento anual de seu cultivo têm se verificado (FAO, 2007) com perspectivas de crescimento ainda maiores para os próximos anos.

Por apresentar rusticidade ao manejo, fácil reprodução, rápido desenvolvimento e carne de excelente sabor (Coward e Bromage, 2000) a tilápia do Nilo foi disseminada em vários países de clima tropical. No Brasil, a formação de inúmeros lagos, cujo principal objetivo era a produção de energia, inibiu o ciclo migratório das espécies nativas, o que levou, conseqüentemente, a redução ou inibição dos eventos reprodutivos e reduziu a captura de peixes (SEBRAE, 2008). Assim a tilápia por apresentar características propícias, tornou-se atrativa para repovoamento e cultivo.

#### A tilápia do Nilo no Brasil

Embora existam relatos da tilápia do Nilo ter sido introduzida no Brasil no ano de 1952 (SEBRAE, 2008), a tilápia do Nilo foi oficialmente introduzida no ano de 1971 pelo Departamento de Obras Contra Seca (DNOCS), por meio de ação visando o povoamento de alevinos nos reservatórios públicos da Região Nordeste (Nogueira, 2007), determinando a rápida disseminação desta espécie na região. Entretanto, a deficiência de conhecimentos técnicos prejudicou o desenvolvimento da tilapicultura em sistemas de cultivo. Com a difusão das técnicas de cultivo, desenvolvimento científico e técnicas de reversão sexual a tilapicultura ganhou impulso e seu desenvolvimento no Brasil tornou-se realidade na década de noventa, onde o Estado do Paraná passou a ser o maior produtor até meados de 2003, quando foi ultrapassado pelo Estado do Ceará (SEBRAE, 2008).

A tilapicultura é uma das principais atividades aquícolas no Brasil, mesmo com inúmeras espécies nativas sendo consideradas potenciais para cultivo, a tilápia tem se destacado. O melhoramento genético, conhecimentos científicos relacionados às exigências nutricionais desta espécie, hábito alimentar e suas características de desempenho e rusticidade tornaram a espécie mais cultivada no Brasil.

Com o desenvolvimento da atividade aquícola e a intensificação dos sistemas de cultivo, a aquíicultura passou a exigir variedades de peixes que apresentem melhores características de desempenho (Penman e McAndrew, 2000)

e, conseqüentemente, pesquisas de melhoramento genético foram realizadas (Heinrich, 1967; Bauer, 1968; McAndrew et al., 1993). Devido aos fatores econômicos envolvidos e as exigências do mercado, a aquicultura passou através de técnicas de melhoramento genético à selecionar espécies que melhor se desenvolvem nos sistemas de cultivo (Khaw et al., 2008). Como conseqüência, surgiu o projeto GIFT – Genetically improved Farmed Tilapia (Melhoramento Genético da Tilápia Cultivada), realizado no período de 1988 a 1997 pelo International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM, 1993), tendo como base o cruzamento de oito diferentes linhagens de tilápia do Nilo, quatro linhagens Africanas selvagens e quatro linhagens Asiáticas domesticadas (Eknath e Acosta, 1998; Eknath et al., 1998).

Como resultado desse processo de seleção surgiram duas variedades que apresentam excelente desenvolvimento, a variedade GST (GenoMar Supreme Tilápia) e a GIFT. Estudos realizados por Santos et al. (2006) relataram que as características de crescimento da variedade GST foi melhor quando comparada com a Chitralada. Trabalhos relatando o desenvolvimento da variedade de tilápia GST são raros (Zimmermann, 2003; Santos et al., 2006). Embora, essa pesquisa demonstrou melhor crescimento da variedade GST em comparação a outras variedades de tilápia, não há trabalhos comparando o desempenho produtivo das variedades GST e GIFT. Entretanto, acredita-se que a variedade GIFT, por sofrer um processo de seleção mais rigoroso, possa apresentar melhor desempenho produtivo e tenha maior ganho genético que a variedade GST (Eknath et al., 1998; Ponzoni et al., 2005; Khaw et al., 2008). A influência genética em ganho de peso e os índices de ganho genético por geração são características marcantes da tilápia do Nilo variedade GIFT (Ponzoni et al., 2005).

A variedade GST foi introduzida no Brasil no ano de 2002 (Zimmermann, 2003; Cyrino et al., 2004) pela piscicultura Aquabel com parceria da GENOMAR e, a GIFT foi introduzida no Brasil no ano de 2005 através de parceria do centro de Aquicultura UEM/CODAPAR/Paraná e a Secretaria de Aquicultura e Pesca (SEAP-PR) com a WorldFish Center (Fülber, 2007). Fülber (2007) observou crescimento 25% superior da tilápia do Nilo variedade GIFT comparada com as variedades Boaké e Chitralada. Relatos a campo também tem comprovado melhor crescimento da variedade GIFT quando comparado com outras variedades.

Em cinco gerações de seleção para desempenho produtivo a GIFT têm apresentado de 12 a 17% de ganho genético na taxa de crescimento por geração (Eknath et al., 1998; Khaw et al., 1998). A partir da sexta geração, iniciou-se um processo de disseminação da variedade GIFT pelo mundo. Na Malásia a GIFT

apresentou de 10 a 15% de melhora no desempenho por geração, por cinco gerações consecutivas (Ponzoni et al., 2005). Entretanto, os aspectos reprodutivos como sincronia reprodutiva, desempenho reprodutivo, sobrevivência e desenvolvimento larval continuam sendo um dos principais problemas na obtenção de alevinos de excelente desempenho produtivo (El-Sayed et al., 2005).

### Manejo Reprodutivo da tilápia

A tilápia do Nilo apresenta ciclos reprodutivos relativamente curtos, alta prolificidade em sistemas de cultivo, elevada resistência a doenças e infecções e fácil adaptação ao manejo. Após atingir a maturidade podem ocorrer sucessivos ciclos reprodutivos em intervalos de quatro a seis semanas (Coward e Bromage, 2000), o que pode levar a uma produção contínua de larvas durante o ano. Entretanto, sob condições de cultivo intensivo, a baixa fecundidade e natureza assíncrona nos ciclos reprodutivos têm prejudicado a produção contínua de larvas (Siddiqui et al., 1998; Coward e Bromage, 2000; Turner e Robinson, 2000). Como consequência, gera incertezas na quantidade de larvas por lote reprodutivo e pode comprometer o fornecimento de larvas e alevinos para cultivo.

O sistema de reprodução, onde as larvas são capturadas com redes (sistema de captura de larvas por nuvem) tem resultado em larvas com baixa taxa de reversão sexual e alevinos com desenvolvimento heterogêneo, resultando em aumento no tempo de cuidado parental das reprodutoras e reduzindo o número de ciclos reprodutivos anuais. Condição que pode resultar ainda no escape das larvas e, conseqüentemente, no cruzamento de pais e filhos, o que pode comprometer a qualidade das larvas produzidas e resultar em descontrole de tamanho e da eficiência reprodutiva. Como a tilápia apresenta elevado cuidado parental (Lowe, 1959) e as fêmeas incubam seus ovos e larvas na fase inicial de desenvolvimento adaptando-se facilmente ao manejo reprodutivo (Turner, 1986), tornou-se possível os procedimentos de coleta de ovos na boca das reprodutoras (Beveridge & McAndrew, 2000).

O sistema de coleta de ovos na boca das fêmeas, após serem fertilizados pelos machos e, sua respectiva incubação artificial, levou ao aumento nos ciclos reprodutivos anuais e em melhora no controle de qualidade das larvas produzidas. Possibilitando assim, melhor acompanhamento dos eventos reprodutivos, do estatus nutricional dos reprodutores, da idade, do desenvolvimento e da qualidade das larvas produzidas. Com isso, a maioria dos sistemas de reprodução de tilápia

atualmente implantados no país passaram a realizar a coleta de ovos na boca das reprodutoras.

A coleta de ovos na boca das reprodutoras permite um maior controle e melhor acompanhamento do desempenho reprodutivo dos peixes e fornece condições para melhor investigar as relações existentes entre manejo, nutrição e a influência ambiental sobre o desempenho reprodutivo dos peixes. Isso é necessário para melhorar a sobrevivência larval, o desenvolvimento, a qualidade das larvas e alevinos cultivados e promover a tilapicultura que é uma das atividades aquícolas mais desenvolvidas na aquicultura (FAO, 2007).

#### A levedura na nutrição animal

A levedura *Saccaromyces cerevisiae* utilizada para fermentação nas destilarias de álcool é posteriormente desidratada, se apresentando como extrato seco em pó, resultante da recuperação do leite ou fundo de dornas de fermentação alcoólica (Ghiraldini e Roseli, 1997). Sua qualidade é resultante das condições de processamento da fermentação alcoólica no processo de fabricação, cuja composição química depende do substrato utilizado, linhagem, condições de fermentação, concentrações de sais no meio e processamento de secagem e armazenamento. Atualmente, o processo de secagem *spray-dry* utilizado pelas destilarias possibilita a obtenção de um produto de elevada qualidade nutricional (Moreira et al., 1988; Furco, 1996).

Em sua composição química básica, segundo Cozzolino (1982), as leveduras apresentam de 33,0 a 46,0% de carboidratos, 38,0 a 50,0% de proteínas, 3,0% de bases nitrogenadas, 1,0% de amônia, 2,0% de lipídeos e esteróis, 6,0 a 8,0% de nitrogênio e de 5,0 a 10,0% de minerais. Embora apresente elevado nível de nitrogênio não protéico (20,0 a 30,0% do nitrogênio total), representado basicamente por ácidos nucleicos (8,0 a 12,0% do nitrogênio total) (Butolo, 1997), estes se empregados como pró-nutrientes podem melhorar a saúde dos peixes (Li e Gatlin III, 2004; Hisano, 2005).

A levedura apresenta ainda razoável balanço de aminoácidos, destacando-se pelo seu alto teor em lisina (Miyada, 1987; Scapinello et al., 1997), limitante ao crescimento dos peixes, leucina e valina (Miyada, 1987), além da alta concentração de vitaminas do complexo B (Butolo, 2001), caracterizando-a como pró-nutriente aos peixes (Hisano, 2005). Entretanto, segundo Miyada (1987) e Furuya et al. (2000), mostra-se deficiente em aminoácidos sulfurados e seu elevado teor de

nitrogênio não protéico aumenta a produção e excreção de amônia (Runsey et al., 1990; 1991; Furuya et al., 2000).

Os níveis de lipídeos presentes nas leveduras (2,0 e 7,0%), relacionam-se com o substrato utilizado em seu crescimento. Segundo Schnell e Akin (1979), apresentam proporções iguais de triglicérides e fosfolipídeos, com predominância de ácidos graxos de cadeia longa (20,0; 40,0; e 15,0% dos ácidos: oléico, linoléico e linolênico, respectivamente).

A ação pró-nutriente das leveduras, segundo Butolo (1997), resulta de seu alto conteúdo em vitaminas do complexo B, destacadamente a tiamina, riboflavina, niacina e o ácido pantotênico, assim como de ergosterol (vitamina D) (Yousri, 1982). Contém, ainda, enzimas glucoprotéicas (lactases, invertases, glucanases, melibiases, proteases, fosfatases e fosfolipases) com função anabólica e catabólica (Ponesi e Serra, 1996; Assis, 1996), que auxiliam o transporte de nutrientes para o citoplasma celular (MacWilliam, 1970; Assis, 1996). Sousa e Mattos (1989), em pesquisa realizada com o híbrido tambacú, destacaram o elevado valor nutritivo da levedura de álcool, quando substituíram até 50,0% da proteína da dieta e observaram melhora significativa na digestibilidade.

Entretanto, existem restrições ao seu emprego como fonte protéica na nutrição humana e animal, por apresentar espessa parede celular de composição rígida, a qual pode inibir a ação de enzimas digestivas e, devido ao seu elevado conteúdo em ácidos nucléicos. Tacon e Cooke (1980) observaram que trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentadas com dietas em que sua proteína foi substituída em 50,0% por extratos de ácidos nucléicos, apresentaram respostas negativas no crescimento e na ingestão alimentar dos peixes. Tais respostas se devem, segundo Baker e Molitoris (1974) e Clifford e Story (1976), pela baixa capacidade dos peixes em degradar os ácidos nucléicos em uréia (Oliva-Teles et al., 2003).

Bacarin e Pezzato (2001) observaram, em tilápia do Nilo, que a inclusão na dieta de até 10,0% de levedura não prejudicou o ganho em peso e taxa de crescimento específico, com prejuízos à conversão alimentar e eficiência protéica, evidenciando que a elevada inclusão de levedura pode afetar o desempenho produtivo dos peixes. Entretanto, Medri et al. (2000) alimentaram a tilápia do Nilo com dietas contendo até 30,0% de levedura e não observaram efeitos prejudiciais às respostas zootécnicas.

Li e Gatlin III (2003) suplementaram as dietas do híbrido *striped bass* (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) com a levedura de cervejaria (1,0; 2,0 e 4,0%) e observaram melhora no ganho em peso, eficiência alimentar, sobrevivência e da

resposta imune. Entretanto, os mesmos autores observaram que tal suplementação não alterou o percentual de hematócrito e produção de lisozima dos peixes. A utilização da levedura como única fonte protéica na dieta de truta arco-íris alterou o tamanho e forma dos eritrócitos, com profundas alterações na hematopoiese (Sanchez-Muniz et al., 1982). Oliva-Teles e Gonçalves (2001), em pesquisa com o *sea bream* (*Spaurus aurata*), substituíram em até 30,0% a proteína da farinha de peixe da dieta, pela proteína da levedura de cervejaria e não observaram prejuízos ao desempenho e ingestão alimentar, com 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 a conversão alimentar dos peixes. Meurer et al. (2000), em pesquisa com alevinos da tilápia do Nilo, observaram que a inclusão em até 6,0% de levedura *spray-dried* na dieta melhorou o desempenho dos peixes, sem prejuízos ao consumo de ração.

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

A levedura melhora as características organolépticas, a digestibilidade das dietas e o desempenho produtivo dos peixes. Pereira-Da-Silva e Pezzato (1994), em pesquisa com a tilápia do Nilo, compararam a atratividade e palatabilidade da levedura com outros ingredientes alimentares. Concluíram que a levedura íntegra pode ser classificada como de média atratividade se comparada ao ovo integral e a farinha de peixe e, de elevada atratividade e palatabilidade quando comparada à dieta a qual não continha alimento de origem animal.

A levedura desidratada de álcool é difundida como fonte alternativa de proteína e vitaminas para a alimentação animal, sendo “considerada como probiótico” por Hisano (2005), por aumentar a produção de poliaminas e conseqüente aumento do muco intestinal dos peixes, melhorando a capacidade de absorção de nutrientes pelo enterócito (Tovar-Ramirez et al., 2004). As poliaminas são moléculas que participam de inúmeros processos biológicos (Tabor e Tabor, 1984), replicação e diferenciação de células absortivas, facilitando a biossíntese de ácidos nucléicos e de proteínas (Bardócz et al., 1993). Baccarin e Pezzato (2001) observaram que a utilização de 10,0% de levedura na dieta de alevinos de tilápia do Nilo provocou alterações hepáticas e renais, ressaltando que essas alterações macro e microscópicas não devem ser consideradas sinais de toxidade, mas como

aumento da atividade metabólica destes órgãos condicionada pelos nutrientes presentes nessa fonte alimentar ou pela não suplementação de vitaminas nessa pesquisa.

Carvalho et al. (2002) utilizaram levedura íntegra, levedura autolisada e a parede celular da levedura em substituição a 25,0% da proteína bruta em dietas isoprotéicas (28,0% PB) e isocalóricas (2.900 kcal EB/kg de dieta) para juvenis de tilápia do Nilo. Estes autores observaram que a parede celular da levedura melhorou significativamente o ganho em peso, consumo de ração e taxa de crescimento específico dos peixes. Li e Gatlin III (2004), em pesquisa realizada com híbridos de *Striped bass*, observaram em relação ao controle, que os peixes apresentaram melhores resultados de desempenho produtivo quando suas dietas continham derivados da levedura íntegra, prebiótico comercial (levedura autolisada + produtos fermentados) e, levedura autolisada.

Segundo Pezzato (1997) a inclusão de levedura às dietas em várias pesquisas, demonstra o potencial de sua utilização como pronutriente em dietas para peixes e, que seu emprego como fonte protéica pode provocar alterações metabólicas e ocasionar menor disponibilidade de nutrientes pelo seu alto conteúdo de nitrogênio não protéico. Estudos realizados por Li e Gatlin III (2003, 2004) e Hisano (2005) demonstraram que a inclusão de 2,0% de levedura à dieta comprova sua ação como pronutriente. Nesse sentido, Butolo (2001) recomendou que a levedura seja utilizada em baixas concentrações nas dietas como ingrediente maximizador de desempenho. Embora mais estudos conclusivos devam ser realizados, acredita-se que os níveis recomendados de sua inclusão às dietas sejam próximos de 3,0%.

Meurer et al. (2000), em pesquisa com alevinos de tilápia do Nilo, avaliaram o efeito da inclusão de níveis crescentes de levedura (0,0; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%) em dietas isoprotéicas (30,0% PB) e isoenergéticas (3.000 kcal ED/kg de ração). Observaram que 6,0% de levedura proporcionou o melhor desempenho produtivo e não afetou o consumo da dieta. Baccarin e Pezzato (2001) adicionaram 10,0% de levedura em dietas para alevinos dessa mesma espécie e concluíram que tal inclusão pode agir como fonte poupadora de vitaminas hidrossolúveis. Hisano et al. (2002), também em estudo com essa espécie, formularam dietas com diferentes níveis de levedura (0,0; 0,5; 1,0; e 2,0%) e três níveis de zinco (150, 300 e 600mg/kg), concluindo que 1,0% de levedura e 300mg Zn/kg de ração proporcionam as melhores respostas de desempenho produtivo e coeficientes de digestibilidade. Li e Gatlin III (2003), em estudo com o híbrido *Striped bass*, observaram que a presença na dieta de 1,0 e 4,0% de levedura melhora o

desempenho produtivo e a resistência dos peixes à doenças.

A presença nas dietas dos animais de pequenas quantidades de ácidos nucléicos, segundo Berto (1997), se mostra importante à homeostase animal, por tratar-se de constituinte obrigatório de todas as células vivas. Os nucleotídeos dietéticos podem agir positivamente no trato gastrintestinal, aumentando o crescimento e diferenciação das células, proporcionando resposta benéfica à microflora bacteriana e, por melhorar as funções hepáticas dos animais monogástricos. Burrels et al. (2001b) demonstraram que a adição de 0,03% de nucleotídeo exógeno em dietas para salmonídeos melhorou a sua resistência à infecções e doenças provocadas por bactérias, vírus e ectoparasitos.

As leveduras apresentam em sua parede celular de 20,0 a 35,0% de carboidratos classificados como glucanos e mananos que, segundo Spring (2000), podem atuar no sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrintestinal dos animais. Anderson (1992), Robertsen et al. (1994), Sakai (1999) e Bagni et al. (2005) destacaram a ação desses polissacarídeos como substâncias que podem potencializar a saúde dos peixes. Estes autores relataram que em peixes os glucanos e mananos melhoram a atividade imune não específica e aumentam sua resistência contra certos patógenos. Entretanto, os efeitos imunomoduladores dos glucanos não são evidentes, ocorrendo diferenças em sua ação com relação às diferentes espécies de peixes, forma de administração, doses, associação com outros imunoestimulantes, tempo de administração e quantidade fornecida (Bagni et al., 2005).

#### A levedura na nutrição de reprodutores

Muitos nutrientes presentes nas leveduras tornam a dieta mais palatável, podem proporcionar melhor desempenho, maior resistência e menor estresse ao animal. Dentre estes, segundo Machado (1997), se destacam várias vitaminas do complexo B, enzimas que melhoram a eficiência alimentar (fitase e outras enzimas digestivas), ácidos graxos voláteis (ácido láctico e isoácidos), minerais quelatados (zinco e magnésio), fatores de crescimento (estimulantes bacterianos e antibióticos naturais), aminoácidos (ácido glutâmico), nucleotídeos (isoniatos e guanilatos) e peptídeos hidrolisados de proteínas.

Para melhor atender as reais necessidades nutricionais dos reprodutores, segundo Izquierdo et al. (2001), é de fundamental importância que sejam determinadas a influência de alguns nutrientes, com destaque às vitaminas C, E, D,

às do complexo B e alguns minerais. Considerando que as fêmeas reprodutoras de tilápia do Nilo são submetidas a inúmeras desovas anuais em condições de manejo altamente estressantes, além dos nutrientes recomendados por Izquierdo et al. (2001), pode-se presumir que tal ação poderia ser amenizada com o emprego de probióticos e imunoestimulantes na dieta desses peixes.

O grande desgaste dos reprodutores, decorrentes da alta taxa de reprodução das fêmeas no período reprodutivo e do curto período nos diferentes ciclos foi demonstrada por Lu e Takeuchi (2004), Mendoza et al. (2004) e Osure e Phelps (2006). Segundo estes autores, a depleção de reservas das fêmeas e o seu desgaste durante a reprodução, tornam-as suscetíveis à doenças.

Tal quadro pode resultar, ainda, em descendentes frágeis, com menor capacidade de sobrevivência, apresentando maior número de deformidades e, com alta taxa de mortalidade. Segundo Schreck et al. (2001), fêmeas reprodutoras de diferentes espécies de peixes, quando submetidas a estresse fisiológico, ambiental, de manejo e, particularmente nutricional, acabam produzindo ovos com reduzida eclodibilidade e, larvas e alevinos pouco saudáveis.

Inúmeras pesquisas realizadas com reprodutoras de peixes demonstraram os efeitos benéficos da dieta nesses indivíduos, com destaque para a proteína (Gunasekera et al., 1995; 1996 a,b e 1997; Siddiqui et al., 1998 e El Sayed et al., 2003) vitamina C (Sandnes et al., 1984; 1991; Izquierdo et al., 2001 e Lee e Dabrowski, 2004), vitamina E (Lie et al., 1993; Hemre et al., 1994; Izquierdo e Palácios, 1997 e Palacios et al., 1998) e ácidos graxos (Palácios et al., 1995; Navas et al., 1997; Furuita et al., 2000; El Sayed et al., 2005 e Shearer et al., 2006).

As granjas especializadas na produção intensiva de alevinos de tilápia do Nilo, em nosso país, adotam para seus reprodutores, o período reprodutivo de aproximadamente um ano. Tal prática pode acarretar menor qualidade dos óvulos, redução do número e peso dos ovos e diminuição da taxa de eclodibilidade das larvas (Coward e Bromage, 1999 a, b; Lu e Takeuchi, 2004).

Segundo Lu e Takeuchi (2004), tanto a tilápia Zilli quanto a tilápia do Nilo podem sacrificar seu crescimento somático, por direcionar suas reservas nutricionais para o desenvolvimento das gônadas e óvulos. Quando as fêmeas têm suas reservas depletadas e a dieta não atende suas necessidades nutricionais, pode-se esperar que ocorram danos ao seu sistema de defesa, redução na qualidade dos óvulos produzidos, no número de óvulos por fêmea, inibição do processo reprodutivo e, em casos extremos, na morte do reprodutor.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

De acordo com as informações acima relatadas a presente pesquisa, por meio de dois experimentos, teve por objetivos:

### CAPITULO II.

- a) Avaliar se a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) age como pró-nutriente nas respostas reprodutivas de fêmeas de tilápia do Nilo;
- b) Verificar se existe diferença entre a levedura íntegra e a levedura autolisada, quanto a sua ação como pronutriente nas respostas reprodutivas de fêmeas de tilápia do Nilo.
- c) Quantificar se a presença desse pronutriente tem ação na homeostase orgânica das fêmeas, com reflexo no número, diâmetro, peso, fertilização e composição bromatológica dos ovos; eclodibilidade, sobrevivência, e deformidade das larvas; ganho de peso e composição bromatológica da carcaça das fêmeas e dos ovos.

### CAPITULO III

- a) Determinar se existe diferenças entre os níveis de inclusão de levedura íntegra (*Saccharomyces cerevisiae*) nas respostas reprodutivas de fêmeas de tilápia do Nilo;
- b) Quantificar o efeito dos diferentes níveis de inclusão de levedura íntegra na homeostase orgânica das fêmeas, com reflexo no número, diâmetro, peso, fertilização e composição bromatológica dos ovos; eclodibilidade, sobrevivência, deformidade e desempenho produtivo das larvas; nas composições bromatológicas das larvas após absorção do saco vitelínico, após o desempenho produtivo e na carcaça das fêmeas.

### SUBMISSÃO DOS ARTIGOS:

- a) O artigo apresentado no Capítulo II será submetido à revista *Aquaculture Nutrition*;
- b) O artigo apresentado no Capítulo III será submetido à revista *Aquaculture*.

## Referências bibliográficas

- ANDERSON, D.P. Imunoestimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. *Animal Ver. Fisheries Disease*, v.2, p.281-307, 1992.
- ASSIS, E.M. Componentes da parede celular de leveduras: Proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos. In: "Workshop" Produção de biomassa de levedura: Utilização em alimentação humana e animal, 1997, Campinas. *Anais...* Campinas: ITAL, p.41-51, 1996.
- 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.
- BAGNI, M.; ROMANO, N.; FINOIA, M.G.; ABELLI, L.; SCAPIGLIATI, G.; TISCAR, P.G.; SARTI, M.; MARINO, G. Short-and long-term effects of a dietary yeast  $\beta$ -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish & Shellfish Immunology*, v.18, p.311-325, 2005.
- BAKER, D.H.; MOLITORIS, B.A. Utilization of nitrogen from selected purines and pyrimidines and from urea by the young chick. *Journal Nutrition*, v.104, p.553-557, 1974.
- BARDÓCZ, S.; GRANT, G.; BROWN, D.S.; RALPH, A.; PUSZTAI, A. Polyamines in food – implications for growth and health. *Journal Nutrition Biochemistry*, v.4, p.66-71, 1993.
- BAUER, J. Vergleichende untersuchungen zum kontakverhalten verschiedener arten der gattung tilapia (Cichlidae, Pisces) und ihrer bastarde. *Z. Tierpsychol.* v.25, p.22-70, 1968.
- BENTSEN, H.B.; EKNATH, A.E.; VERA, M.S.P.; DANTING, J.C.; BOLIVAR, H.L.; REYES, A.E.; DIONÍSIO, E.E.; LONGALONG, F.M.; CIRCA, A.V.; TAYAMEN, M.M.; GJERDE, B. Genetic improvement of farmed tilapias - growth performance in a complete diallel cross experiment with eight strains of *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*. v.160, p.145-173, 1998.
- BERTO, D.A. Uso da levedura desidratada na alimentação de suínos. In:

- Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal, 1997, Campinas. Anais... Campinas, p.85-110, CBNA, 1997.
- BEVERIDGE, M.C.M.; McANDREW, B.J. Tilapias: Biology and Exploitation. Kluwer Academic Publishers. 2000, 505p.
- BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A.A.; FEIDEN, A.; REIDEL, A. Inclusão de amido em dietas para tilápia do Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia. v.37, n.2, p.177-180, 2008.
- 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, 2001a.
- BURRELS, C.; WILLIAMS, P.D.; SOUTHGATE, P.J.; WADSWORTH, S.L. Dietary nucleotides: a novel supplement in fish feeds, effects of vaccination, salt water transfer, growth rates and physiology of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture, v.199, p.171-184, 2001b.
- 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.
- BUTOLO, J.E. Agentes antimicrobianos em rações de aves e suínos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, 1998, Botucatu. Anais... Botucatu, p.237-254, 1998.
- 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.
- CLIFFORD, A.J.; STORY, D.L. Levels of purines in foods and their metabolic effects in rats. Journal Nutrition, v.106, p.435-442, 1976.
- COAD, B.W. A new genus and species of cichlidae endemic to Southern Iran. Copeia. P.28-37, 1982.

- COWARD, K.; BROMAGE, N.R. Histological classification of ovarian growth and the dynamics of ovarian recrudescence in *Tilapia zillii* (Gervais), a substrate-spawning cichlid. *Journal Fish Biology*. v.53, p.285–302, 1998a.
- COWARD, K.; BROMAGE, N.R.; LITTLE, D.C. Inhibition of spawning and associated suppression of sex steroid levels during confinement in the substrate-spawning *Tilapia zillii*. *Journal of Fish Biology*. v.52, p.152–165, 1998b.
- 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, 1999a.
- COWARD, K.; BROMAGE, N.R. Spawning frequency, fecundity, eggs size and ovarian histology in groups of *Tilapia zillii* maintained upon two distinct food ration sizes from first-feeding to sexual maturity. *Aquatic Living Resources*, v.12, p.11–22, 1999b.
- COWARD, K.; BROMAGE, N.R. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. v.10, p.1–25, 2000.
- 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.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. Tópicos especiais em piscicultura de água doce intensiva. *Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática*. p.533. 2004.
- DAVIS, L.K.; PIERCE, A.L.; HIRAMATSU, N.; SULLIVAN, C.V.; HIRANO, T.; GRAU, E.G. Gender-specific expression of multiple estrogen receptors, growth hormone receptors, insulin-like growth factors and vitellogenins, and effects of 17 $\beta$ -estradiol in the male tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *General and Comparative Endocrinology*. v.156, p.544–551, 2008.
- EKNATH, A.E.; ACOSTA, B.O.; Genetic Improvement of Farmed Tilapias (GIFT) project: Final Report, March 1988 to December 1997. International Center for Living Aquatic Resources Management, Makati City, Philippines, 1998.
- EKNATH, A.E.; DEY, M.M.; RYE, M.; GJERDE, B.; ABELLA, T.A.; SEVILLEJA, R.; TAYAMEN, M.M.; REYES, R.A.; BENTSEN, H.B. Selective breeding of Nile

- tilapia for Asia. 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, University of New England, Armidale, Australia, v.27, p. 89–96, 1998.
- 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.
- EL-SAYED, A.F.M; MANSOUR, C.R.; EZZAT, A.A. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture*, v.248, p.187-196, 2005.
- FAO - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2006. (SOFIA), 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, p.52-58, 1996.
- FURUITA, H.; TANAKA, H.; YAMAMOTO, T.; SHIRAISHI, M.; TAKEUCHI, T. Effects of n-3 HUFA levels in broodstock diet on the reproductive performance and egg and larval quality of the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, v.187, p.387–398, 2000.
- 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.
- GATESOUBE, F.J. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, v.180, p.147-165, 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.

- GUNASEKERA, R.M; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.134, p.169–183, 1995.
- GUNASEKERA, R.M; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Effect of dietary protein level on spawning performance and amino acid composition of eggs of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.146, p.121–134, 1996a.
- GUNASEKERA, R.M; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Influence of dietary protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.149, p.57–69, 1997.
- GUNASEKERA, R.M; SHIM, K.F.; LAM, T.J. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.146, p.245–259, 1996b.
- GUNTHER, A. On some fishes from Kilimanjaro district. *Proc. Zol. Soc. Lond.* p.70-72, 1989.
- HEINRICH, W. Untersuchungen zum sexualverhalten in der gattung Tilapia (Cichlidae, Teleostei) und bei artbastardem. *Z. Tierpsychol.* v.24, p.684-754, 1967.
- HEMRE, G.I; MANGOR-JENSEN, A.; LIE, O. Broodstock nutrition in turbot *Scophthalmus maximus* effect of dietary vitamin E. *Fiskeridir*, v.8, p.21–29, 1994.
- 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.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. 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.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FREIRE, E.S.; GONÇAVES, 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.

- 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).
- IZQUIERDO, M.; FERNANDEZ-PALACIOS, H. Nutritional requirements of marine fish larvae and broodstock. *Cah. Options Mediterr*, v.22, p.243–264, 1997.
- IZQUIERDO, 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.
- 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.
- LEE, K.J.; DABROWSKI, K. Long-term effects and interactions of dietary vitamins C and E on growth and reproduction of yellow perch, *Perca flavescens*. *Aquaculture*, v.230, p.377-389, 2004.
- LI, P.; GATLIN-III, D.M. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, v.231, p.445-456. 2004.
- LI, P.; GATLIN-III, D.M. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture*, v.219, p.681-692, 2003.
- LIE, O; MANGOR-JENSEN, A.; HEMRE, G.I. Broodstock nutrition in cod *Gadus morhua* effect of dietary fatty acids. *Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer*, v.6, p.11–19, 1993.
- LITTLE, D.C.; EDWARDS, P. Impact of nutrition and season on pond culture performance of mono-sex and mixed-sex Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. v.232, p.279-292, 2004.

- LOWE, R.H. Breeding behaviour patterns and ecological differences between Tilapia species and their significance for evolution within the genus tilapia (Pisces, Cichidae). Proc. Zool. Soc. Lond. v.132, p.1-30, 1959.
- LU, J.; TAKEUCHI, T. Spawning and egg quality of the tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw Spirulina throughout three generations. Aquaculture, v.234, p.625-640, 2004.
- 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.
- McANDREW, B.J.; RANA, K.J.; PENMAN, D.J. Conservation and preservation of genetic variation in aquatic organisms. In: Recent advances in Aquaculture (ed Mauir, J.F. and Roberts, R.J.). v.IV, Croom Helm, pp.295-336, 1993.
- MACHADO, P.F. Uso de 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.
- MACWILLIAN, I.C. The structure, synthesis and functions of the yeast cell wall – A review. Journal of Institute of Brewing, v.76, p.524-535, 1970.
- 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.
- MENDOZA, A.C.; MACANDREW, B.J.; COWARD, K.; BROMAGE, N. Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. Aquaculture, v.231, p.299-314, 2004.
- MENTEN, J.F.M. Aditivos alternativos na nutrição de aves: probióticos e prebióticos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, 2001. Anais... p.151-157.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M. Utilização de levedura *spray dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta cientiarum, v.22, n.2, p.479-484, 2000.
- MIYADA, V.S. A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre seu valor protéico e vitamínico. Piracicaba, 1987.

(Tese de livre docência). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo.

- MOREIRA, I; ANDREOTI, F.L.; FURLAN, A.C. Viabilidade da utilização da levedura de recupedieta *Saccharomyces ssp.*, seca pelo método spray-dry, na alimentações de leitões em fase de creche. Revista Brasileira de Zootecnia, v.27, p.319-324, 1988.
- NAVAS, J.M; MAÑANÓS, E.; THRUSH, M.; RAMOS, J.; ZANUY, S.; CARRILLO, M.; ZOHAR, Y.; BROMAGE, N. The impact of seasonal alteration in the lipid composition of broodstock diets on egg quality in the European sea bass. Journal Fish Biology, v.51, p.760–773, 1997.
- 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 cerevisiae* in diets for sea bass *Dicentrarchus labrax* juveniles. Aquaculture, v.202, p.269-278, 2001.
- OLIVA-TELES, A.; GUEDES, M.J.; KAUSHIK, S.J. The effect of nucleic acid on growth, ureagenesis and nitrogen excretion of gilthead sea bream *Sparus aurata* juveniles. In: World Aquaculture, 2003, Salvador. Anais..... Salvador: WAS, 2003, 533p.
- ORTUÑO, J; CUESTA, A.; RODRÍGUEZ, A.; ESTEBAN, M.A.; MESEGUER, J. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the celular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata*). Veterinary Immunology and Immunopathology, v.85, p.41-50, 2002.
- OSURE, G.O.; PHELPS, R.P.; Evaluation of reproductive performance and early growth of four strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with different histories of domestication. Aquaculture, v.256, p.485-494, 2006.
- PALACIOS, H.F.; IZQUIERDO, M.S.; GONZALEZ, M.; ROBAINA, L.; VALENCIA, A. Combined effect of dietary  $\alpha$ -tocopherol and  $n-3$  HUFA on egg quality of gilthead seabream broodstock *Sparus aurata*. Aquaculture, v.161, p.475–476, 1998.
- PALACIOS, H.F.; IZQUIERDO, M.S.; ROBAINA, L.; VALENCIA, A.; SALHI, M.; VERGARA, J. Effect of  $n-3$  HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead seabream *Sparus aurata*. Aquaculture, v.132, p.325–337, 1995.
- PENMAN, D.J.; McANDREW, B.J. Genetics for the management and improvement

- of cultured tilapias. In: BEVERIDGE, M.C.M.; McANDREW, 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.
- 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.; 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.
- PONEZI, A.N.; SERRA, G.E. Levedura como fonte de enzimas de interesse industrial: Produção aplicação. ITAL. In: Workshop; Produção de biomassa: utilização em alimentação humana e animal. Campinas, SP. P.15-27, 1996.
- 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.
- 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, 1988.
- REGAN, C.T. The classification of the fishes of the family cichlidae. The Tanganyikan genera. Annimal Mag. Nat. His. v.7, p.230-239, 1920.
- ROBERTSEN, B; ENGSTAD, R.; JORGENSEN, J.B. *B-glucans as immunostimulants in fish*. In: Stolen, J., Fletcher, T.C. (Eds) Modulators of fish immune responses. SOS Publications, Fair haven, NJ, p.83-99, 1994.
- RUMSEY, G.L; KINSELLA, J.E.; SHETTY, K.J.; HUGHES, S.G. 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.
- RUMSEY, G.L.; HUGHES, S.G.; KINSELLA, L.J. Use of dietary yeast *Saccharomices cerevisiae* nitrogen by lake trout. Journal World Aquaculture Socite. v.21, p.205-209, 1990.

- SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, v.172, p.63-92, 1999.
- SANCHEZ-MUNIZ, F.J; HIGUERA, M.; VARELA, G. Alterations of erythrocytes of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by the use of *Hansenula anomala* yeast as sole protein source. *Comparative Biochemistry Physiology*, v.72, p.693-696, 1982.
- SANCHEZ-MUNIZ, F.J; HIGUERA, M. DE LA; MATAIX, F.J.; VARELA G. The yeast *Hansenula anomala* as a protein source for rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Haematological aspects. *Comparative Biochemistry Physiology*, v.63A, p.153-157, 1979.
- SANDNES, K. Vitamin C in fish nutrition—a review. *Fiskeridir. Skr., Ser. Ernær.* v.4, p.3-32, 1991.
- SANDNES, K.; ULGENES, Y.; BRAEKKAN, O.R.; UTNE, F. The effect of ascorbic acid supplementation in broodstock feed on reproduction of rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*. v.43, p.167-177, 1984.
- SANTOS, V.B.; FREATO, T.A.; HREITAS, R.T.F.; LOGATO, P.V.R. Crescimento relativo e coeficientes alométricos de componentes do corpo de linhagens de tilápias-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). *Ciência Animal Brasileira*. v.4, n.4, p.357-364, 2006.
- SANTOS, V.B.; FREATO, T.A.; HREITAS, R.T.F.; LOGATO, P.V.R.; FREATO, T.A.; ORFÃO, L.H.; MILLIOTI, L.C. Rendimento do processamento de linhagens de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em função do peso corporal. *Ciência Agrotecnica, Lavras*. v.31, n.2, p.554-562, 2007.
- SCAPINELLO, C.; FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, P.B.; FARIA, H.G.; PEDRO, M.R.S. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com levedura de recuperada (*Saccharomyces cerevisiae*) seca pelo método spray-dry. *Revista Unipar*, v.19, n.3, p.913-921, 1997.
- SCHNELL, P.G.; AKIN, C. Functional properties of yeast grown on ethanol. *Journal of American Chemist Society*, v.56, n.1, p.82A-85A, 1979.
- SCHRECK, C.B; SANCHEZ, W.C.; FITZPATRICK, M.S. Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture*, v.197, p.3-24, 2001.
- SEBRAE - Serviço de Apoio a Micro e Pequenas Empresas. *Aquicultura e Pesca*:

- Tilápias. SEBRAE. p.137, 2008.
- SHEARER, K; PARKINS, P.; GADBERRY, B.; BECKMAN, B.; SWANSON, P. Effects of growth rate/body size and a low lipid diet on the incidence of early sexual maturation in juvenile male spring Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, v.252, p.545-556, 2006.
- SIDDIQUI, A.Q; AL-HAFEDH, Y.S.; ALI, S.A. Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Aquaculture*, v.29, p.349-358, 1998.
- SMITH, A. Illustrations on the zoology of South Africa 4. (London) vol. 4. In: Pisces. Pl 5. (for dates see Waterhouse, proc. Zol. Soc. Lond. 1880, 49-491 and gentink, F.A. 1893. Notes Lieden Mus. v.15, p.182).
- SODSUK, P.K. Molecular genetics and systematics of tilapine cichlids using allozymes and morphological characters. PhD, Thesis, University of Stirling, Scotland. 1993.
- SOUSA, R.R.P.; MATTOS, W.R.S. Digestibilidade aparente da proteína em dietas para o híbrido do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: Reunião Anual da SBZ, 26. Anais... Porto Alegre. 231p. 1989.
- SPRING, P. Yest's secret weapon aids animal production. *Feed Mix (special)*, Minneapolis, n.1, p.32, 2000.
- STIASSNY, M.L.J. Phylogenetic interrelationships of the family cichlidae: an overview. In: *Cichlid fishes, Behaviour Ecology and Evolution* (ed M.H.A. Keenleyside). Chapman and Hall, Fish and Fisheries Series 2, 1991.
- TABOR, C.W.; TABOR, H. Polyamines. *Annual Review Biochemistry*, v.53, p.749-790, 1984.
- TACON, A.G.J.; COOKE, D.J. Nutritional value of dietary nucleic acids to trout. *Nutrition Reports International*, v.22, p.631-640, 1980.
- TOVAR, D.; ZAMBONINO, J.; CAHU, C.; GATESOUBE, F.J.; VÁZQUEZ-JUÁREZ, R. 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.
- TOVAR-RAMIREZ, D.; INFANTE, J.Z.; CAHU, C.; GATESOUBE, F.J.; VAZQUEZ-JUÁREZ, R. Lésel, R. Influence of dietary live yeast on European sea bass

- (*Dicentrarchus labrax*) larval development. *Aquaculture*, v.234, p.415-427, 2004.
- TREWAVAS, E. Fishes of the genus *Tilapia* with four spines in Malawi, Rhodesia, Mozambique and Southern Tanzania. *Review Zoology Botanic. Africaines*. v.74, p.50-62, 1966.
- TREWAVAS, E. Tilapias: Taxonomy and speciation. In: *The Byology and Culture of Tilapia*. ICLARM Conference Proceedings. v.7, p.3-14, Manila, Philippines, 1982.
- TURNER, G.F.; ROBINSON, R.L. Reproductive biology, mating systems and parental care. In: BEVERIDGE, M.C.M.; McANDREW, B.J. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers. 505p., 2000.
- TURNER, C.F. Territory dynamics and the costs of reproduction in a captive population of the colonial nesting mouthbrooder *Oreochromis mossambicus*. *Journal Fish Biology*. v.29, p.573-587, 1986.
- 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.
- YOUSRI, R.F. Single cell protein its potential use for animal and human nutrition. *World Ver. Annimal Production*, v.18, n.23, p.46-67, 1982.
- ZIMMERMANN, S. Um moderno instrumental genético no melhoramento e na rastreabilidade de tilápias nilóticas. *Panorama da Aqüicultura*. Rio de Janeiro, v.13, n.76, p.69, 2003.

## CAPITULO II

## Levedura íntegra e levedura autolisada como pronutriente para reprodutores de tilápia do Nilo

**Resumo:** A composição nutricional da levedura a destaca como alimento funcional. O presente trabalho objetivou avaliar a ação da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) nas respostas reprodutivas de fêmeas de tilápia do Nilo. No Estudo-I 105 fêmeas da linhagem GIFT foram distribuídas em 15 aquários de 500L (três tratamentos e cinco repetições com sete peixes/aquário). No Estudo-II foram utilizados 63 fêmeas e 21 machos da linhagem GIFT distribuídos em três aquários com capacidade de 7000L de água/cada (21 fêmeas e sete machos/aquário). Em ambos os Estudos, os reprodutores foram alimentados *ad libitum* com dietas isoprotéica e isoenergética contendo 2,0% de levedura íntegra, 2,0% de levedura autolisada ou ausente de inclusão. O Estudo-I foi realizado na UNESP – AquaNutri, Campus de Botucatu e o Estudo-II foi conduzido no Caunesp - Tilapicultura Campus de Jaboticabal. Avaliou-se nas fêmeas o desempenho produtivo, status nutricional e composição química das gônadas e, o desempenho reprodutivo e o desenvolvimento inicial das larvas. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de comparações múltiplas de médias. A suplementação de levedura íntegra ou autolisada na dieta das reprodutoras, não melhorou o desempenho produtivo e não influenciou o desempenho reprodutivo das fêmeas. Entretanto, melhorou o desenvolvimento larval 72h após eclosão, com melhor desenvolvimento nas larvas dos reprodutores alimentados com a dieta suplementada com 2,0% de levedura íntegra.

**Palavras-chave:** Reprodução; nutrição de reprodutores; fisiologia reprodutiva; desenvolvimento larval.

## Whole yeast and autolised how pronutrient for Nile tilapia spawning

**Abstract:** The nutritional composition yeast detach how functional food. The research present objective evaluates the action yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in the response reproductive of females of Nile tilapia. In Study-I 105 females of GIFT lineage was randomized in 15 500L-aquarius (three treatments and five repetition with seven fish/aquarium). In Study-II was utilized 63 females and 21 males of GIFT lineage was randomized in three 7000L-aquarium (21 female and seven male for aquarium). The spawning was feed *ad libitum* with diet isoproteic and isoenergetic with 2,0% whole yeast and autolised yeast or supplementation absent. In Study-I were realize in UNESP – AquaNutri Campus de Botucatu and Study-II in Caunesp – Tilapicultura Campus de Jaboticabal. Was evaluation in female productive performance, nutritional status and chemistry composition of gonad (Study-I) and reproductive performance of spawning and development larvae (Study-II). The data was submitted variance analyses and multiple comparison test of mean. The supplemented whole yeast or autolised yeast in diet of spawning didn't improvement productive performance and didn't influence reproductive performance of female. Therefore improved of development larvae at 72h after eclosion with improved development in larvae of spawning feed with diet 2,0% whole yeast.

**Key word:** reproduction, spawning nutrition, reproductive physiology, larvae development, Nile tilapia, yeast.

## Introdução

A crescente expansão da atividade aquícola demanda larvas e alevinos de peixes que apresentem bom desempenho produtivo. Isso tem levado a seleção de espécies de peixes que apresentem boas características reprodutivas e que disponibilizem larvas de rápido crescimento. A tilápia do Nilo, além de possuir tais características, apresenta reprodução parcelada com vários ciclos anuais, disponibilizando larvas e alevinos praticamente o ano todo. Destaca-se, ainda, como uma das espécies de maior potencial para a aquicultura.

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade GIFT (Genetical Improvement Farmer Tilapia) teve origem à partir de um rigoroso processo de seleção genética (Ponzoni et al., 2005). Esta espécie apresenta elevado grau de resistência a doenças e infecções, rusticidade ao manejo e fácil adaptação aos sistemas reprodutivos com excelente desempenho produtivo em cultivo (Beveridge e McAndrew, 2000; Ponzoni et al., 2005; Khaw et al., 2008). Isso a destaca como uma das espécies mais cultivada no mundo (Ranna, 1988) e, a espécie com maior taxa de crescimento nos sistemas de cultivo (FAO, 2007).

Embora a exigência nutricional dos reprodutores seja pouco conhecida, estudos têm relatado a influência da nutrição no desempenho produtivo, na fisiologia, no desenvolvimento de gônadas, na formação dos ovócitos e na qualidade de larvas produzidas (Gunasekera et al., 1995; Siddiqui et al., 1998; El-Sayed et al., 2003). A relação de nutrientes que possam vir a melhorar o desempenho reprodutivo dos peixes e produtivo das larvas em conjunto com o melhoramento genético é desconhecida e devem ser investigadas.

Espécies que apresentam curto ciclo reprodutivo, como é o caso da tilápia, necessitam de dietas balanceadas para maximizar seu potencial reprodutivo. Os nutrientes das dietas interferem na composição dos ovos, que por sua vez influencia diretamente o desenvolvimento larval (Isquierdo et al., 2001; El-Sayed et al., 2003; Osure & Phelps, 2006), pois está diretamente relacionado as condições nutricionais dos reprodutores (Coward & Bromage, 2000; El-Sayed et al., 2005; Bhujel et al., 2007). Isso demonstra a importância de se avaliar nutrientes e pronutrientes em dietas para reprodutores de tilápia.

A inclusão de levedura (*Sacharomyces cerevisiae*) como pronutriente em dietas para peixes tem melhorado as características fisiológicas e metabólicas (Hisano et al., 2004; 2007; Li et al., 2005), devido a sua composição em vitaminas do complexo B, poliaminas, minerais quelatados, ácidos graxos voláteis, enzimas, aminoácidos, nucleotídeos e peptídeos hidrolisados de proteínas que melhoram a eficiência alimentar (Pezzato et al., 2006; Hisano et al., 2008a). Estes, como

relatado por Izquierdo et al. (2001) podem melhorar o desempenho reprodutivo dos peixes, por disponibilizar nutrientes de melhor qualidade nas dietas, resultando em melhor status nutricional dos reprodutores promovendo, desta forma, melhor relação de nutrientes depositados nos ovócitos, que podem melhorar o desempenho produtivo das larvas.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivos avaliar se a suplementação com levedura íntegra ou levedura autolisada na dieta melhora as respostas reprodutivas de tilápia do Nilo; se existem diferenças entre as leveduras nas respostas reprodutivas e; se a presença desse pronutriente na dieta tem ação na homeostase orgânica dos reprodutores, com reflexos no desempenho produtivo, características dos ovos, sobrevivência e deformidade das larvas.

#### Material e Métodos

A pesquisa foi dividida em dois Estudos. A primeira parte da pesquisa, Estudo-I, foi desenvolvida na UNESP - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ, no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (*AquaNutri*), Campus de Botucatu e, o Estudo-II, foi conduzido no Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP – Laboratório de Tilapicultura – Campus de Jaboticabal, Estado de São Paulo - Brasil.

Para a alimentação dos peixes formularam-se três dietas (Tabela 1), sendo uma dieta Controle (C), que não continha os pronutrientes em estudo e, duas dietas formuladas de forma a conterem 2,0% de levedura íntegra (LI) ou 2,0% de levedura autolisada (LA), compondo os tratamentos experimentais. Estas dietas se mostraram isoprotéicas (34,0% de PD) e isoenergéticas (3 400 kcal de ED kg<sup>-1</sup> de ração), as quais foram utilizadas em ambos os Estudos (Estudo-I e Estudo-II).

Os ingredientes selecionados para compor as dietas foram submetidos à análise química e física no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – Botucatu, conforme metodologia AOAC (2000). Estes ingredientes foram moídos e submetidos à peneira *Tyler-32* para que se apresentassem com diâmetro médio de 0,5 mm. A mistura das matérias primas 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 por 24 horas e, posteriormente armazenados a -20,0°C.

### Estudo – I

Inicialmente, no Laboratório AquaNutri foram utilizadas três famílias de reprodutores de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, variedade GIFT, com aproximadamente 2,5 g de peso médio, provenientes da Universidade Estadual de Maringá (UEM), CODAPAR – Paraná - Brasil. Estes alevinos foram alimentados com a dieta controle (34,0% de PD e 3400 Kcal de ED kg<sup>-1</sup> de dieta) formulada à base de farelo de soja, farinha de peixe, fubá de milho, quirera de arroz e farelo de trigo e, suplementada com aminoácidos, vitaminas e minerais.

Os alevinos foram manejados em condições laboratoriais, por 67 dias, ou até atingirem peso médio de 75,7 gramas, quando foram submetidos à sexagem (quatro provas) para certificação do sexo. As fêmeas selecionadas (de uma mesma família) foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (dieta controle (C), com levedura íntegra (I) ou levedura autolisada (A)) e cinco repetições. Foram empregados 15 aquários com capacidade de 500L cada, confeccionados em material plástico. Nestes aquários foram alojados os peixes (reprodutores fêmeas) dos três tratamentos (sete fêmeas por aquário).

Os reprodutores foram alimentados com as dietas testes (34,0% de PD e 3400 kcal ED kg<sup>-1</sup> de dieta), fornecida quatro vezes ao dia (*ad libitum*), às 8h, 11h, 14h e 17h horas. Durante o manejo alimentar, a ração foi disponibilizada aos peixes em intervalos de dez minutos, até expressão de saciedade, para proporcionar máxima ingestão e reduzir perdas.

Para os procedimentos de acasalamento foram selecionados 120 machos de mesma família, sendo esta distinta da família das fêmeas. Esse procedimento foi adotado para que as fêmeas dos três tratamentos (C, LI e LA) fossem acasaladas por machos com semelhantes características genéticas. Estes reprodutores machos foram alojados em dois aquários semelhantes aos das fêmeas e foram alimentados exclusivamente com a ração do tratamento Controle.

A primeira série de avaliação dos eventos reprodutivos das fêmeas foi realizada aos 93 dias do experimento, quando apresentavam aproximadamente 210 dias de idade. Foram coletadas amostras de 15 fêmeas (cinco por tratamento) para a determinação da composição bromatológica da carcaça e do ovário. Determinou-se, ainda, a fecundidade total e os índices hepatossomático, gonadossomático, viscerossomático e de gordura visceral.

Das 90 reprodutoras restantes, foram selecionadas 60 fêmeas ao acaso (20 fêmeas por tratamento) que foram utilizadas para as avaliações dos eventos reprodutivos. Essas fêmeas foram marcadas com miçangas coloridas e distribuídas

em aquários de 500L (quatro fêmeas por aquário). Em cada aquário realizou-se os acasalamentos, distribuindo dois machos por aquário na proporção de 2:1 (fêmea:macho). Os acasalamentos foram realizados em três relações (3:1; 2:1 e 1:1, Fêmea:macho) fêmea:macho nos três tratamentos (C, LI e LA), em aquários de 500L, hapas de capacidade aproximada de 180L e aquários de 250L.

Como não foi obtido sucesso nos eventos reprodutivos, mesmo após várias tentativas, uma nova pesquisa foi necessária para as avaliações dos eventos reprodutivos (Estudo-II).

#### Estudo – II

Para essa fase foram utilizadas 63 fêmeas e 21 machos reprodutores com aproximadamente 22 meses de idade e peso médio de  $734,47 \pm 202,8$  g. Estes reprodutores foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, em três aquários de 7000 L, sendo 21 fêmeas e sete machos por aquário (proporção de 3:1). Os peixes foram alimentados *ad libitum* por 100 dias com as mesmas dietas e manejo utilizados no Estudo-I. O fotoperíodo foi mantido constante em 12h claro e 12h escuro pelo uso controlado de iluminação artificial (incidência luminosa de 400 Watts para cada aquário).

Os reprodutores foram avaliados em intervalos de cinco dias. O manejo adotado na captura e avaliação das fêmeas foi o mesmo para todos os aquários experimentais. As fêmeas foram cuidadosamente manejadas e os ovos removidos da cavidade bucal com auxílio de piceta e frascos plásticos descartáveis de 280 mL. O volume foi medido em proveta volumétrica e amostras de um mL foram fixadas em formol 10,0% para posterior contagem e estimativa do número total e avaliações morfométricas dos ovos. A contagem dos ovos foi realizada pelo método volumétrico descrito por Vazzoler (1995). A fêmea, após remoção dos ovos, foi anestesiada e pesada individualmente para estimativa da fecundidade. As desovas obtidas foram identificadas e acondicionadas individualmente em incubadoras “*Tipo Israel*”. Após eclosão (72h) as larvas foram contadas para determinação da sobrevivência e medidas para avaliação do desenvolvimento larval.

Os eventos reprodutivos foram avaliados de acordo com a metodologia desenvolvida por Coward & Bromage (1999a), Morrison et al. (2003) e El-Sayed et al. (2003). A frequência reprodutiva foi calculada relacionando o número de fêmeas por reprodução com o total de fêmeas do aquário. A relação do peso dos ovos com o peso corporal das fêmeas, parâmetro que indica a capacidade reprodutiva das reprodutoras de tilápia foi baseada na metodologia desenvolvida por Coward &

Bromage (1999b). O desenvolvimento larval foi baseado na metodologia desenvolvida por Morrison et al. (2001).

As características de peso úmido, seco e diâmetro médio dos ovos foram avaliados individualmente por meio de balança analítica (0,001 mg) e com paquímetro (0,01 mm), respectivamente. Essas avaliações foram realizadas logo após a retirada dos ovos da boca das fêmeas.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade e à análise de variância (ANOVA – SAS- Statistic Analyses Software, 2004) e quando constatadas diferenças significativas foi aplicado o teste de média Tukey ( $P < 0,05$ ).

## Resultados

Os valores de temperatura, oxigênio dissolvido e pH da água mensurados durante o período experimental apresentaram os seguintes valores,  $27,62 \pm 0,93$  °C,  $7,68 \pm 1,51$  mg L<sup>-1</sup> e  $7,04 \pm 0,16$  para o Estudo-I e;  $28,98 \pm 1,75$  °C,  $5,43 \pm 0,05$  mg L<sup>-1</sup> e  $7,87 \pm 0,06$  para o Estudo-II; nas cubas utilizadas para incubação artificial dos ovos, os valores médios foram de  $31,14 \pm 1,60$  °C,  $5,68 \pm 0,13$  mg L<sup>-1</sup> e  $7,89 \pm 0,05$ , respectivamente. Observou-se que os parâmetros de qualidade de água apresentam-se dentro da faixa considerada ótima para a espécie de acordo com Sipaúba-Tavares (1995).

Pode-se observar (Tabela 2) que embora as reprodutoras alimentadas com a dieta 2,0% de levedura íntegra tenham apresentado maior ganho em peso médio, não foi observado influência ( $p > 0,05$ ) da dieta no desempenho produtivo das reprodutoras.

A fecundidade relativa das reprodutoras alimentadas com a dieta levedura autolisada foi 49,88 e 35,12% superior às reprodutoras alimentadas com a dieta controle e contendo 2,0% de levedura íntegra, respectivamente (Tabela 3). A fecundidade total foi superior ( $P < 0,05$ ) nas reprodutoras alimentadas com a dieta contendo 2,0% de levedura autolisada. Isso pode ter influência de ovos imaturos presentes nas gônadas das reprodutoras. Não foi observada influência das dietas nos índices gonadossomáticos, hepatossomáticos, viscerossomáticos e de gordura visceral das reprodutoras.

As características de resistência (mortalidade) e tempo de recuperação às escoriações sofridas pelas reprodutoras durante o período experimental foram melhores nas reprodutoras alimentadas com as dietas-teste em relação à dieta controle.

No Estudo-I foram observadas disputas agonísticas entre machos, entre fêmeas e entre machos e fêmeas, quando dos eventos reprodutivos. Isso resultou em elevado grau de escoriações nos peixes, independente da relação de acasalamento adotado (3:1; 2:1 e 1:1, fêmea:macho). Quando dos acasalamentos na proporção de 1:1 (fêmea:macho) houveram intensos conflitos entre os casais e, observou-se que nem sempre os peixes maiores foram os dominantes. Os conflitos ocorreram de forma que os submissos perderam escamas e, em alguns casos, parte da pele de sustentação das escamas, mesmo empregando o processo cirúrgico para remoção do lábio superior (pré-maxilar) dos machos, como recomendado pela GIFT-UEM - CODAPAR. Tal comportamento exigiu interrupções nos acasalamentos. Isso sugere que esta linhagem é altamente agressiva durante os procedimentos reprodutivos, principalmente em estruturas de até 500L de água, como as utilizadas no presente experimento.

Após vários acasalamentos registrou-se ovos fertilizados em duas fêmeas do tratamento levedura autolisada, uma fêmea do tratamento levedura íntegra e uma do tratamento controle. Os ovos foram contados e obteve-se a fecundidade relativa por lote de 4,67; 3,13 e 4,00 ovos por grama de peso das reprodutoras alimentadas com dieta contendo levedura autolisada, levedura íntegra e controle, respectivamente.

No Estudo-2 conforme pode ser observado na Tabela 4 não foi constatado diferenças significativas entre tratamentos no que se refere aos parâmetros reprodutivos. Entretanto, os reprodutores alimentados com a dieta LI revelaram relativa melhora na constância reprodutiva durante os eventos reprodutivos (Figura 1). Os reprodutores do tratamento LI apresentaram em praticamente todos os parâmetros avaliados valores superiores aos reprodutores alimentados com as dietas controle e levedura autolisada.

As características morfométricas dos ovos também não diferiram entre os reprodutores alimentados com as diferentes dietas. Entretanto, o desenvolvimento das larvas dos reprodutores alimentados com a dieta levedura autolisada foi superior ( $P < 0,05$ ) a dos reprodutores alimentados com a dieta controle.

Conforme pode ser observado na Tabela 5, não houve diferenças para tratamentos na composição bromatológica (umidade, cinza, proteína e extrato etéreo) na carcaça, nas gônadas e nos ovos das reprodutoras.

## Discussão

A presença de 2,0% de levedura íntegra ou autolisada na dieta não influenciou ( $P > 0,05$ ) o desempenho produtivo, o desempenho e os eventos

reprodutivos, composição bromatológica das gônadas, ovos e das reprodutoras e, na morfometria dos ovos, na altura e no comprimento do saco vitelínico. Entretanto, melhorou o desenvolvimento das larvas 72h após a eclosão. Isso sugere que a dieta contendo levedura melhor disponibilizou os nutrientes aos reprodutores e melhorou a qualidade e o desenvolvimento das larvas. A ação positiva da levedura nas dietas dos reprodutores pode estar relacionada ao seu conteúdo nutricional.

A classificação da levedura como pronutriente para peixes foi realizado por Hisano et al. (2004; 2007) com a tilápia do Nilo e, com Red drum (*Sciaenops ocellatus*) por Li et al. (2005); devido a sua composição em vitaminas e minerais, nucleotídeos e aminoácidos e, por Pezzato et al., (2006); Hisano et al., (2008a & b) por agir beneficemente no sistema metabólico dos peixes. Algumas vitaminas e minerais foram relatados por Izquierdo et al. (2001) como possíveis coadjuvantes metabólicos nos reprodutores, melhorando as respostas reprodutivas e produzindo larvas com melhor desenvolvimento.

Há relação entre os fatores maternos e a deposição de nutrientes nos ovócitos e, conseqüentemente, o desenvolvimento embrionário e larval, conforme observado em “Zebrafish” (Zhiyuan & Korzh, 2004). Os nutrientes das dietas dos reprodutores se mostram presentes nos ovócitos com ação positiva no desenvolvimento larval, existindo assim, uma relação direta dos nutrientes da dieta e a homeostase das reprodutoras.

A qualidade da dieta, a disponibilidade de nutrientes como vitaminas, minerais, ácidos graxos e aminoácidos interferem de forma positiva ou negativa na capacidade reprodutiva dos peixes (Gunasekera et al., 1995; Isquierdo et al., 2001). Entretanto, faltam informações sobre as interrelações destes nutrientes com o desenvolvimento dos ovócitos e, conseqüentemente, o desenvolvimento das larvas. Nesse sentido, foram observados melhores respostas reprodutivas em tilápia com a suplementação de lipídeos (El-Sayed et al., 2005), proteína (Gunasekera et al., 1995; 1997; Sidiqi et al., 1998; El-Sayed et al., 2003) e vitaminas (Isquierdo et al., 2001). As melhores respostas de crescimento 72h após eclosão (Tabela 4), observadas nas larvas dos reprodutores alimentadas com as dietas contendo levedura, estão, provavelmente, relacionados ao conteúdo em vitaminas do complexo B, ácidos graxos voláteis, minerais quelatados, poliaminas, enzimas que melhoram a eficiência alimentar, fatores de crescimento, aminoácidos, nucleotídeos e peptídeos hidrolisados (Pezzato et al., 2006; Hisano et al., 2008a & b).

Melhora nas características fisiológicas de tilápia do Nilo foram observados por Hisano et al. (2004) com o emprego de levedura íntegra ou autolisada como pronutriente na dieta e, ainda melhores respostas imunológicas e de desempenho produtivo por Li & Gatlin III (2004) e Li et al., (2005).

O melhor resultado no desenvolvimento das larvas dos reprodutores alimentados com a dieta contendo levedura autolisada pode estar relacionado ao processamento, pois, embora a levedura autolisada possa perder parte de seus nutrientes na autólise, é provável que também possa melhor disponibilizá-los aos peixes quando adicionada na dieta. Hisano et al. (2008a) observaram que a quantidade de nutrientes da levedura íntegra é maior que a da levedura autolisada e da parede celular, entretanto, os coeficientes de disponibilidade aparente da levedura autolisada foram maior que os coeficientes de disponibilidade aparente da levedura íntegra.

A fecundidade da tilápia é relativamente baixa quando comparada a outras espécies de peixes. A taxa de fecundidade observada no Estudo-2 foi menor que a observada no Estudo-1, entretanto, o baixo número de reprodutoras (quatro) que desovaram no Estudo-1 (peixes mais jovens) limita as discussões e suposições da possível influência da idade dos peixes no potencial reprodutivo. Os peixes mais velhos tendem a reduzir seu potencial reprodutivo (Coward & Bromage, 2000; Izquierdo et al., 2001) e conseqüentemente a qualidade de ovos e larvas produzidas (E-Sayed et al., 2005), evidenciando a necessidade de melhor conhecer a possível inter-relação existente entre a idade dos reprodutores e seu potencial reprodutivo.

A fecundidade total dos reprodutores (Estudo-1) foi influenciada positivamente nos tratamentos contendo levedura íntegra ou levedura autolisada, revelando que a levedura pode aumentar, nas reprodutoras, a formação de ovócitos, produção de ovos e, conseqüentemente, de larvas. Essa espécie, por apresentar desova parcelada, elevada prolificidade e curtos ciclos reprodutivos anuais, pode disponibilizar larvas e alevinos o ano todo (Coward & Bromage, 2000). A variedade GIFT (utilizada no presente experimento) apresentou um ganho genético de 85% em cinco gerações sucessivas (Ponzoni et al., 2005; Khaw et al., 2008) e se apresenta como uma das variedades de tilápia com maior potencial para a aquicultura.

A tilápia do Nilo é agressiva em sistemas reprodutivos, mesmo em ambientes naturais, onde as fêmeas exercem alto grau de seleção dos machos, às vezes, mais de um para os eventos reprodutivos (Turner & Robinson, 2000). A seleção genética realizada na variedade GIFT por várias gerações consecutivas foi

exclusivamente direcionada ao aumento no ganho em peso para cultivo. Desta forma, o ganho genético desta variedade direcionou a seleção dos peixes mais agressivos. Assim, conhecer o comportamento reprodutivo da variedade GIFT, a relação fêmea:macho e o dimensionamento adequado dos sistemas de reprodução é de grande relevância para a obtenção do sucesso nos eventos reprodutivos.

Novas pesquisas devem ser realizadas no sentido melhor conhecer o comportamento reprodutivo da tilápia do Nilo variedade GIFT, sua densidade de acasalamento e estruturas adequadas para aproveitar ao máximo o potencial que esta variedade apresenta.

### Conclusões

O emprego de 2,0% de levedura íntegra ou autolisada na dieta dos reprodutores melhorou a fecundidade total das reprodutoras, o que traz como benefício adicional melhor respostas na formação e no desenvolvimento das larvas. A adição de 2,0% de levedura íntegra na dieta dos reprodutores resultou no melhor desenvolvimento das larvas 72h após eclosão.

## Referências Bibliográficas

- AOAC - Association of official agricultural chemists. 2000. *Official methods of analysis*. Washington, D.C.: 12ed.
- Beveridge, M.C.M. & McAndrew, B.J. 2000. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers. 505p.
- Bhujel, R.C., Little, D.C., Hossain, A. 2007. Reproductive performance and the growth of pre-stunted and normal Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodfish at varying feeding rates. *Aquaculture*. v.273, p.71-79.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. v.10, p.1-25.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 1999b. Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, v.171, p.251-26.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 1999a. Spawning frequency, fecundity, eggs size and ovarian histology in groups of *Tilapia zillii* maintained upon two distinct food ration sizes from first-feeding to sexual maturity. *Aquatic Living Resources*, v.12, p.11-22.
- El-Sayed, A.F.M., Mansour, C.R., Ezzat, A.A. 2005. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture*. v.248, p.187-196.
- El-Sayed, A.F.M., Mansour, C.R., Ezzat, A.A. 2003. 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.
- FAO - ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. 2006. *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura*. (SOFA), FAO -Roma, 2007, 176p.
- Furuya, W.M., Pezzato, L.E., Pezzato, A.C., Barros, M.M. 2001. 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.
- Gonçalves, G.S., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Hisano, H., Freire, E.S., Ferrari, J.E.C. 2004. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para a tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum*, v.26, n.3, p.313-321.
- Gonçalves, G.S., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Kleeman, G.K., Rocha, D.F. 2005. Efeitos da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2155-2163.
- Guimarães, I.G., Pezzato, L.E., Barros, M.M., TACHIBANA, L. 2008a. Nutrient Digestibility of Cereal Grain Products and By-products in Extruded Diets for Nile Tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society*. v. 39, p. 781-789.
- Guimarães, I.G., Pezzato, L.E., Barros, M.M. 2008b. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, v. 14, p. 396-404.
- Gunasekera, R.M., Shim, K.F., Lam, T.J. 1995. Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.134, p.169-183.

- Gunasekera, R.M, Shim, K.F., Lam, T.J. 1997. Influence of dietary protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.149, p.57-69.
- Hisano, H., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Freire, E.S., Gonçalves, G.S., Ferrari, J.E.C. 2004. 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.
- Hisano, H., Solarte, W.N., Barros, M.M., Pezzato, L.E. 2007. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com levedura e derivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 1035-1042.
- Hisano, H., Sampaio, F.G., Barros, M.M., Pezzato, E.P. 2008a. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-nilo. *Ciência Animal Brasileira*. v.9, n.1, p.43-49.
- Hisano, H., Sampaio, F.G., Barros, M.M., Pezzato, L.E. 2008b. Digestibilidade aparente de rações contendo levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular pela tilápia do Nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, p. 281-289.
- Isquierdo, M.S, Fernández-Palacios, H., Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*. v.197, p.25-42.
- Khaw, H.L., Ponzoni, R.W., Dnting, M.J.C. 2008. 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.
- Li, P. & Gatlin-III, D.M. 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™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.
- Li, P. & Gatlin-III, D.M. 2003. 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.
- Li, P., Burr, G.S., Whiteman, K.W., Davis, K.B., Vega, R.R., Neill, W.H., Gatlin-III, D.M. 2005. A preliminar 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.
- Morrison, C.M., Miyake, T., Wright Jr. J.R. 2001. Histological Study of the Development of the Embryo and Early Larva of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). *Journal of Morphology*. v. 247, p.172-195.
- Morrison, C.M., Pohajdak, B., Henry, M., Wright Jr. J.R. 2003. Structure and enzymatic removal of the chorion of embryos of the Nile tilapia. *Journal of Fish Biology*. v.63, p.1439-1453.
- National Research Council - NRC. *Nutrient requirements of fish*. 1993. 114p. Washington, D.C.: National Academy of Science.
- Osure, G.O. & Phelps, R.P. 2006. Evaluation of reproductive performance and early growth of four strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with different histories of domestication. *Aquaculture*, v.256, p.485-494.
- Pezzato, L.E., Miranda, E.C., Barros, M.M. Pinto, L.G.Q., Furuya, W.M., Pezzato, A.C. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1595-1604.

- Pezzato, L.E., Menezes, A., Marros, M.M., Guimarães, I.G., Schich, D. 2006. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. *Veterinária e Zootecnia*, v.13, n.1, p.84-94.
- Ponzoni, R.W., Hamzah, A., Tan, S., Kamaruzzaman, N. 2005. Genetic parameters and response to selection for live weight in the GIFT strain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*. 247, 203–210.
- Rana, K.J. 1988. 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, 3, pp. 343–406.
- SAS Institute Inc. *SAS User's guide statistics*. 2004. 9ª ed., Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3.
- Siddiqui, A.Q., Al-Hafedh, Y.S., Ali, S.A. 1998. Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.29, p.349-358.
- Sipaúba-Tavares, L.H.S. 1995. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: Funep, 72p.
- Turner, G.F. & Robinson, R.L. 2000. Reproductive biology, mating systems and parental care. In: BEVERIDGE, M.C.M.; McANDREW, B.J. 2000. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers. 505p.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1995. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática*. p.168.
- Zhiyuan, G. & KORZH, V. 2004. *Fish development and genetics*. World Scientific. p.674.

Tabela 1: Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas experimentais

| Ingrediente                                              | 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 comum (NaCl)                                         | 0,50     | 0,50             | 0,50                |
| Suplemento vitamínico e mineral <sup>2</sup>             | 0,25     | 0,25             | 0,25                |
| Antioxidante (BHT) <sup>3</sup>                          | 0,02     | 0,02             | 0,02                |
| Vitamina C                                               | 0,03     | 0,03             | 0,03                |
| Total                                                    | 100,0    | 100,0            | 100,0               |
| Valores nutricionais calculados                          |          |                  |                     |
| Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup> | 3401     | 3401             | 3401                |
| Proteína digestível (%) <sup>1</sup>                     | 33,97    | 34,16            | 34,11               |
| Fibra bruta (%)                                          | 4,97     | 4,93             | 4,90                |
| Extrato etéreo (%)                                       | 5,74     | 5,71             | 5,65                |
| Cálcio total (%)                                         | 1,19     | 1,19             | 1,19                |
| Fósforo 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                |

<sup>1</sup> Composição nutricional das dietas segundo: NRC (1993); Pezzato et al. (2002); Gonçalves et al. (2004; 2005); Furuya et al. (2001); Hisano et al. (2008a); Guimarães et al., (2008a e b).

<sup>2</sup> Suplemento vitamínico e mineral (níveis de garantia kg<sup>-1</sup> do produto): vit. A = 1.200.000 UI; vit. D<sub>3</sub> = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K<sub>3</sub> = 2.400 mg; vit. B<sub>1</sub> = 4.800 mg; vit. B<sub>2</sub> = 4.800 mg; vit. B<sub>6</sub> = 4.000 mg; vit. B<sub>12</sub> = 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.

<sup>3</sup> Antioxidante (BHT) = Butil hidróxi tolueno.

Os valores nutricionais disponibilizados nas dietas para reprodutores baseou-se nos trabalhos de Gunasekera et al. (1995), Siddiqui et al. (1998) e El-Sayed et al. (2003).

Tabela 2: Desempenho produtivo das fêmeas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade GIFT alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão de levedura (C) por 93 dias (Estudo-I)

|                                | C      |          | LI     |          | LA     |          | p (F)       | CV    |
|--------------------------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|-------------|-------|
| Peso inicial (g)               | 75,91  | (±2,26)  | 75,31  | (±1,83)  | 76,16  | (±1,51)  | 0,77 (0,26) | 2,50  |
| Ganho em peso (g)              | 327,75 | (±28,09) | 353,69 | (±35,99) | 318,94 | (±57,11) | 0,20 (1,90) | 8,46  |
| Ganho em peso diário (g)       | 3,52   | (±0,30)  | 3,80   | (±0,39)  | 3,70   | (±0,61)  | 0,63 (0,48) | 12,34 |
| Conversão alimentar            | 1,33   | (±0,04)  | 1,25   | (±0,11)  | 1,35   | (±0,09)  | 0,16 (2,17) | 6,34  |
| Taxa de eficiência protéica    | 2,05   | (±0,07)  | 2,21   | (±0,19)  | 2,00   | (±0,13)  | 0,08 (3,14) | 6,50  |
| Taxa de crescimento específico | 6,23   | (±0,09)  | 6,31   | (±0,11)  | 6,27   | (±0,16)  | 0,63 (0,47) | 2,05  |
| Consumo de ração/dia (g)       | 4,71   | (±0,43)  | 4,71   | (±0,19)  | 4,94   | (±0,56)  | 0,61 (0,52) | 8,84  |
| Sobrevivência (%)              | 100,0  | (±0,00)  | 100,0  | (±0,00)  | 97,14  | (±6,39)  | 0,40 (1,00) | 3,73  |

Tabela 3: Parâmetros reprodutivos e corporais das fêmeas de tilápia do Nilo, variedade GIFT alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão (C) por 93 dias (Estudo-I)

|                                                   | C        |           | LI         |            | LA       |            | p (F)       | CV    |
|---------------------------------------------------|----------|-----------|------------|------------|----------|------------|-------------|-------|
| Fecundidade total (n° ovos por fêmea)             | 2992,92b | (±669,21) | 3568,29 ab | (±1185,29) | 4829,90a | (±1111,45) | 0,04 (4,29) | 26,72 |
| Fecundidade relativa (ovos g <sup>-1</sup> fêmea) | 8,24     | (±1,75)   | 9,14       | (±2,38)    | 12,35    | (±3,39)    | 0,07 (3,46) | 26,18 |
| Índice hepatossomático (%)                        | 2,07     | (±0,37)   | 2,17       | (±0,53)    | 2,20     | (±0,27)    | 0,86 (0,15) | 18,77 |
| Índice gonadossomático (%)                        | 2,11     | (±1,03)   | 1,46       | (±1,26)    | 2,04     | (±0,51)    | 0,54 (0,65) | 52,74 |
| Índice viscerossomático (%)                       | 7,15     | (±1,50)   | 7,18       | (±1,45)    | 7,52     | (±1,67)    | 0,92 (0,09) | 21,22 |
| Índice de gordura visceral (%)                    | 3,51     | (±1,36)   | 3,75       | (±1,54)    | 4,01     | (±1,23)    | 0,85 (0,17) | 36,81 |
| Taxa de retenção protéica (%)                     | 36,79    | (±1,20)   | 39,17      | (±4,93)    | 36,53    | (±2,51)    | 0,85 (0,16) | 10,42 |

Valores seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste de Tukey (p<0,05).

Tabela 4: Desempenho reprodutivo de tilápia do Nilo variedade GIFT, alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou sem levedura (C) por 100 dias (Estudo-II)

|                                                           | C                         | LI                         | LA                        | p (F)       | CV     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------|--------|
| Peso das fêmeas (g)                                       | 749,73 ( $\pm 168,55$ )   | 744,76 ( $\pm 251,82$ )    | 691,63 ( $\pm 131,85$ )   | 0,80 (0,22) | 28,25  |
| Fecundidade relativa (ovo g <sup>-1</sup> fêmea)          | 1,37 ( $\pm 0,43$ )       | 1,80 ( $\pm 0,62$ )        | 1,52 ( $\pm 0,58$ )       | 0,32 (1,23) | 34,84  |
| Produção média de ovos por fêmea                          | 839,38 ( $\pm 402,47$ )   | 1042,19 ( $\pm 359,66$ )   | 939,57 ( $\pm 315,61$ )   | 0,41 (0,91) | 37,77  |
| Produção média de larvas por fêmea                        | 428,30 ( $\pm 407,36$ )   | 820,62 ( $\pm 740,05$ )    | 440,38 ( $\pm 495,64$ )   | 0,15 (2,02) | 100,42 |
| Taxa de sobrevivência larval (%)                          | 33,59 ( $\pm 17,05$ )     | 35,31 ( $\pm 25,28$ )      | 35,54 ( $\pm 20,73$ )     | 0,98 (0,02) | 59,22  |
| Frequência reprodutiva (%)                                | 14,29 ( $\pm 8,40$ )      | 19,05 ( $\pm 8,98$ )       | 13,23 ( $\pm 8,51$ )      | 0,89 (1,25) | 55,37  |
| Reprodução média por avaliação                            | 2,31 ( $\pm 2,02$ )       | 3,08 ( $\pm 2,40$ )        | 1,92 ( $\pm 1,98$ )       | 0,30 (0,98) | 87,79  |
| Peso úmido dos ovos (g)                                   | 6,30 ( $\pm 0,68$ )       | 7,32 ( $\pm 0,53$ )        | 6,77 ( $\pm 1,14$ )       | 0,15 (2,19) | 12,33  |
| Peso seco dos ovos (g)                                    | 2,90 ( $\pm 0,39$ )       | 3,28 ( $\pm 0,19$ )        | 3,08 ( $\pm 0,45$ )       | 0,24 (1,58) | 12,06  |
| Diâmetro médio dos ovos (mm)                              | 2,69 ( $\pm 0,07$ )       | 2,80 ( $\pm 0,08$ )        | 2,78 ( $\pm 0,11$ )       | 0,10 (2,65) | 3,25   |
| Volume médio dos ovos (mm <sup>3</sup> )                  | 8,37 ( $\pm 0,61$ )       | 9,34 ( $\pm 0,80$ )        | 9,34 ( $\pm 0,93$ )       | 0,06 (3,31) | 8,69   |
| Volume total dos ovos (mm <sup>3</sup> )                  | 7408,64 ( $\pm 3827,09$ ) | 10902,83 ( $\pm 3226,27$ ) | 9055,03 ( $\pm 3020,92$ ) | 0,25 (0,25) | 38,27  |
| Relação peso dos ovos: peso corporal das reprodutoras (%) | 3,72 ( $\pm 1,78$ )       | 5,56 ( $\pm 3,02$ )        | 4,63 ( $\pm 2,26$ )       | 0,42 (0,92) | 51,24  |
| Comprimento larval 72h após eclosão (mm)                  | 6,92b ( $\pm 0,35$ )      | 7,60ab ( $\pm 0,22$ )      | 7,72a ( $\pm 0,59$ )      | 0,02 (5,55) | 5,39   |
| Altura do saco vitelínico 72h após eclosão (mm)           | 2,18 ( $\pm 0,09$ )       | 2,29 ( $\pm 0,07$ )        | 2,31 ( $\pm 0,07$ )       | 0,05 (3,95) | 3,36   |
| Comprimento do saco vitelínico 72h após eclosão (mm)      | 2,39 ( $\pm 0,13$ )       | 2,46 ( $\pm 0,07$ )        | 2,46 ( $\pm 0,03$ )       | 0,41 (0,97) | 3,66   |

Valores seguidas por letras distintas nas linhas diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5: Composição bromatológica da carcaça, gônadas e ovos das reprodutoras de tilápia do Nilo variedade GIFT alimentadas com dietas contendo levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) ou ausente de inclusão (C) por 100 dias (Estudo-II)

|                    | C                    | LI                   | LA                   | p (F)       | CV    |
|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------|-------|
| <b>Carcaça</b>     |                      |                      |                      |             |       |
| Umidade (%)        | 68,04 ( $\pm 1,21$ ) | 68,79 ( $\pm 1,15$ ) | 68,87 ( $\pm 1,17$ ) | 0,49 (0,76) | 1,71  |
| Cinza (%)          | 3,40 ( $\pm 0,53$ )  | 3,25 ( $\pm 0,27$ )  | 3,21 ( $\pm 0,54$ )  | 0,80 (0,23) | 14,13 |
| Proteína (%)       | 17,96 ( $\pm 0,84$ ) | 17,68 ( $\pm 1,13$ ) | 18,19 ( $\pm 0,68$ ) | 0,67 (0,41) | 5,05  |
| Extrato etéreo (%) | 10,14 ( $\pm 0,93$ ) | 10,40 ( $\pm 0,97$ ) | 10,03 ( $\pm 1,25$ ) | 0,85 (0,16) | 10,42 |
| <b>Gônadas</b>     |                      |                      |                      |             |       |
| Umidade (%)        | 55,18 ( $\pm 3,69$ ) | 62,99 ( $\pm 3,82$ ) | 58,15 ( $\pm 9,00$ ) | 0,16 (2,14) | 14,64 |
| Cinza (%)          | 2,43 ( $\pm 0,47$ )  | 1,77 ( $\pm 0,43$ )  | 2,35 ( $\pm 0,51$ )  | 0,16 (2,14) | 10,27 |
| Proteína (%)       | 24,22 ( $\pm 4,24$ ) | 21,33 ( $\pm 2,27$ ) | 22,26 ( $\pm 4,45$ ) | 0,37 (1,07) | 9,19  |
| Extrato etéreo (%) | 14,63 ( $\pm 3,61$ ) | 9,56 ( $\pm 0,94$ )  | 13,02 ( $\pm 3,83$ ) | 0,09 (2,93) | 14,80 |
| <b>Ovos</b>        |                      |                      |                      |             |       |
| Umidade (%)        | 70,33 ( $\pm 1,90$ ) | 66,57 ( $\pm 5,99$ ) | 67,90 ( $\pm 1,80$ ) | 0,43 (0,93) | 5,79  |
| Cinza (%)          | 1,46 ( $\pm 0,26$ )  | 2,21 ( $\pm 0,92$ )  | 1,79 ( $\pm 0,46$ )  | 0,29 (1,50) | 31,76 |
| Proteína (%)       | 16,71 ( $\pm 2,85$ ) | 19,47 ( $\pm 2,84$ ) | 17,73 ( $\pm 0,34$ ) | 0,27 (1,57) | 12,39 |
| Extrato etéreo (%) | 7,67 ( $\pm 0,63$ )  | 8,00 ( $\pm 0,67$ )  | 8,22 ( $\pm 1,46$ )  | 0,73 (0,32) | 11,59 |

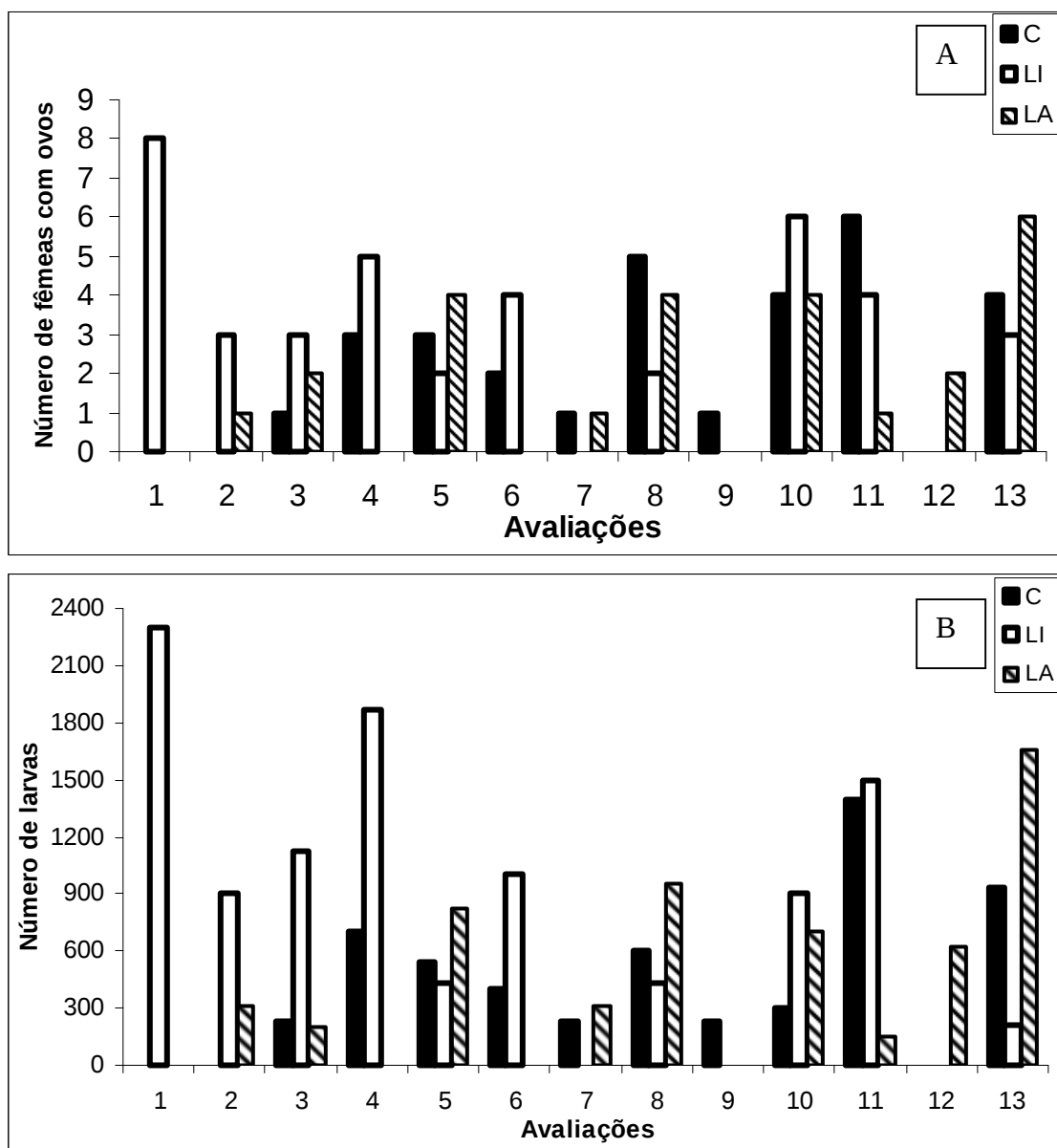


Figura 1. (A) Ocorrência reprodutiva (fêmeas com ovos) e (B) produção de larvas por avaliação das reprodutoras de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) variedade GIFT, alimentadas com dietas controle (C), levedura íntegra (LI) e levedura autolisada (LA) por 100 dias

## CAPITULO III

## Levedura íntegra como pronutriente para reprodutores de tilápia do Nilo

**Resumo:** A suplementação com pronutrientes em dietas para peixes melhora o status fisiológico e metabólico. A presente pesquisa objetivou avaliar a ação da levedura íntegra (*Saccharomyces cerevisiae*) como pronutriente nas respostas reprodutivas de fêmeas de tilápia do Nilo. As dietas formuladas apresentaram-se isoprotéicas (34,0%), isoenergéticas (3400 kcal de ED kg<sup>-1</sup>), isolipídicas e isofibrosas contendo 0,0; 1,0; 2,0 ou 4,0% de levedura íntegra. Foram utilizadas 84 fêmeas e 28 machos distribuídos aleatoriamente (21 fêmeas e sete machos por aquário) em quatro aquários (7 000 L por aquário). Os reprodutores foram alimentados *ad libitum* das oito às 17 horas por 106 dias. Durante os eventos reprodutivos foram avaliados: número, diâmetro, peso, taxa de fertilização e composição bromatológica dos ovos; eclodibilidade, sobrevivência, comprimento e deformidade das larvas pós-eclosão; desenvolvimento inicial e produtivo das larvas e; composição bromatológica das fêmeas e das larvas. Os dados foram submetidos à análise de regressão e quando significativo foi aplicado o teste de comparações múltiplas de médias. A inclusão de levedura íntegra nas dietas não influenciou o desempenho reprodutivo, a composição química das reprodutoras e das gônadas, mas alterou as características químicas dos ovos e das larvas e melhorou o desenvolvimento inicial e o desempenho produtivo das larvas após 72h de eclosão. As larvas dos reprodutores alimentados com a dieta contendo 2,0% de levedura íntegra apresentaram o melhor desempenho produtivo. A inclusão de 2,0% de levedura íntegra na dieta dos reprodutores altera a composição química dos ovos e das larvas e, melhora o desenvolvimento inicial e o desempenho produtivo das larvas.

**Palavras-chave:** Reprodução; *Saccharomyces cerevisiae*; ovos; Fisiologia reprodutiva; desenvolvimento larval.

## Whole yeast how pronutrient for Nile tilapia spawning

**Abstract:** The inclusion of yeast how pronutrient in fish diets resulted in improvement metabolic and physiologic status. Research present did objective the action evaluate of whole yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) how pronutrient in reproductive females response of Nile tilapia. The diets presented isoproteic (34,0% DP), isoenergetic (3400 kcal DE kg<sup>-1</sup>), same lipid and fiber composition. Which was addition 0,0; 1,0; 2,0 or 4,0% of whole yeast. For experimental delineate was utilized 84 female and 28 male randomized distributed (21 female and seven male by aquarium) at four 7 000 L-aquarium. The spawning were feed *ad libitum* of 8h at 17h for 106 day. During the reproductive events were evaluate: number, diameter, weight, fertilization rate and bromatologic composition of eggs; eclodibility, survival, length, and deformity of larvae after eclosion; start development and performance productive of larvae and; bromatologic composition of female and larvae. The data was submitted regression analyses and multiple comparison test of mean. The addition whole yeast in diet of spawning didn't influence reproductive performance of spawning, characteristic of chemistry composition of spawning and gonad but altered the characteristics of eggs and larvae and improve development and productive performance of larvae 72h after eclosion. Improved resulted was observe in larvae of spawning feed with 2,0% of whole yeast in diet. The supplementation of 2,0% whole yeast in diet of spawning improved the development and performance of larvae.

**Key word:** reproduction; *Saccharomyces cerevisiae*; eggs; larvae; reproductive physiology, larvae development.

## 1. Introdução

Os procedimentos reprodutivos da tilápia do Nilo são bem conhecidos e amplamente dominados. Entretanto, as exigências nutricionais dos reprodutores, deposição de nutrientes nos ovos e sua relação com o desenvolvimento larval estão aquém do desejado para a obtenção de larvas e alevinos de boa qualidade, o que resulta, conseqüentemente, no comprometimento do desempenho produtivo da espécie.

Pesquisas evidenciam que a nutrição pode melhorar as características reprodutivas de tilápia e influenciar positivamente a composição dos ovos (Gunasekera et al., 1995; Izquierdo et al., 2001; El-Sayed et al., 2005; Osure & Phelps, 2006), resultando em melhor desenvolvimento das larvas (Pelegri, 2004; Wedemeyer, 2005; Gilbert, 2006). A suplementação de proteína (Gunasekera et al., 1997; Siddiqui et al., 1998; El-Sayed et al., 2003), de ácidos graxos (El-Sayed et al., 2005) e de vitaminas (Izquierdo et al., 2001) em dietas para reprodutores de tilápia promoveram melhora no desempenho reprodutivo e na qualidade de ovos e larvas produzidas.

A formação dos ovócitos, desenvolvimento do embrião e da fase inicial das larvas são processos complexos que envolvem inúmeros fatores metabólicos e fisiológicos no qual os nutrientes devem ser prontamente disponíveis (Pelegri, 2004; Melamed & Sherwood, 2004). Desta forma, os reprodutores ao longo do processo de maturação gonadal e reprodução devem ser alimentados com dietas que disponibilizem nutrientes de qualidade para que possam maximizar seu potencial reprodutivo em sistemas de cultivo (Gunasekera et al., 1995; Coward & Bromage, 2000; Isquierdo et al., 2001).

A tilápia apresenta reprodução parcelada, podendo ocorrer vários ciclos reprodutivos anuais (Beveridge & McAndrew, 2000; Izquierdo et al., 2001; El-Sayed et al., 2005). O procedimento de incubação e cuidado parental realizado pelas fêmeas aos ovos e larvas (Beveridge & McAndrew, 2000) e a não ingestão de alimentos neste período (Coward & Bromage, 2000) provoca desgaste fisiológico e metabólico das reprodutoras, o que em sistemas reprodutivos intensivo pode levar a um desequilíbrio nutricional. Portanto, as dietas devem atender as exigências nutricionais para que os reprodutores possam maximizar seu potencial reprodutivo.

A levedura como pronutriente em dietas para peixes tem apresentado respostas positivas na fisiologia (Pezzato et al., 2006; Hisano et al., 2008b) e no metabolismo (Li et al., 2005). A relação nutricional de sua composição tem destacado-a como ingrediente de excelente qualidade para compor dietas para peixes (Hisano et al., 2004; 2008a). As vitaminas e os minerais presentes em sua

composição (Butolo, 2001) podem agir positivamente na formação e composição dos ovócitos (Izquierdo et al., 2001) e, no desenvolvimento e nas características das larvas por disponibilizarem nutrientes ou apresentarem ação funcional no metabolismo dos peixes (Hisano et al., 2004), melhorar o status nutricional dos reprodutores e melhorar a qualidade de ovos e larvas produzidas (Izquierdo et al., 2001; Pelegri, 2004).

O presente trabalho objetivou avaliar: se há diferenças entre os níveis de suplementação de levedura íntegra nas dietas com reflexo nas respostas reprodutivas de tilápia do Nilo; quantificar o efeito dos diferentes níveis de suplementação desse pronutriente na dieta com reflexo na homeostase orgânica das fêmeas por meio das características dos ovos e da sobrevivência das larvas; na composição bromatológica das fêmeas, ovos e das larvas e; no desenvolvimento inicial e no desempenho produtivo das larvas.

## 2. Material e métodos

A pesquisa foi realizada na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho no Centro de Aquicultura – CAUNESP – Laboratório de Tilapicultura – Campus de Jaboticabal. Foram avaliados os eventos reprodutivos de fêmeas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), o desenvolvimento inicial e o desempenho produtivo das larvas; a composição bromatológica dos ovos, larvas após absorção do saco vitelínico, das gônadas e da carcaça das fêmeas reprodutoras de tilápia.

As dietas foram formuladas (Tabela 1) de forma a serem isoprotéicas (34,0% de PD) e isoenergéticas (3 600 kcal de ED kg<sup>-1</sup> de ração), isolipídicas e isfibrasas, constituindo-se quatro tratamentos: Controle (C); 1,0; 2,0 e 4,0% de inclusão de levedura íntegra. Os ingredientes selecionados para compor as dietas foram submetidos a análises química e física no Laboratório de Bromatologia da UNESP - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ – Botucatu, conforme metodologia AOAC (2000). Estes ingredientes foram moídos (peneira Tyler-32) 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 obter grânulos com 5,0 mm de diâmetro. Após resfriamento, os grânulos foram secos em estufa com circulação de ar a 55,0°C por 24 horas e, posteriormente armazenados (-20,0°C).

Foram utilizados 112 reprodutores (84 fêmeas e 28 machos) marcados com microchips (*AnimalTag*®) distribuídos aleatoriamente 21 fêmeas e sete machos por aquário em quatro aquários circulares de polietileno com capacidade para 7000L, um aquário por tratamento. As fêmeas apresentavam peso médio de 904,21 ±

159,84 gramas e para os machos  $1288,28 \pm 284,31$  gramas. Os aquários utilizados fazem parte de um sistema de recirculação de água ( $1378 \pm 224 \text{ L h}^{-1}$ ) e aeração, dotado de filtro químico-biológico e a temperatura foi mantida em  $28,96 \pm 0,98^\circ\text{C}$ . Os parâmetros de qualidade de água como pH ( $7,89 \pm 0,06$ ), oxigênio dissolvido ( $5,76 \pm 0,10 \text{ mg L}^{-1}$ ), condutividade ( $191,05 \pm 0,76 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) e alcalinidade ( $192,25 \pm 2,94 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ ) foram monitorados semanalmente. Estes parâmetros se mostraram dentro da faixa ótima para a espécie (Sipaúba-Tavares, 1995).

Os reprodutores foram alimentados *ad libitum* por 106 dias com as dietas experimentais, fornecidas quatro vezes ao dia (8h, 11h, 14h e 17h) na proporção de 2,0% da biomassa por dia. No dia em que os peixes foram manejados para avaliação dos eventos reprodutivos não foram alimentados.

As fêmeas que se apresentavam incubando ovos foram cuidadosamente manejadas e os ovos removidos da cavidade bucal com o auxílio de piceta e frascos plásticos descartáveis de 100 mL. O volume de ovos foi medido em proveta volumétrica e amostras de um mL foram fixadas em formol 10,0% para posterior contagem e determinação do número total e das características morfométricas dos ovos. A fêmea, após remoção dos ovos, foi anestesiada e pesada individualmente (0,01 g) para estimativa da fecundidade. As desovas obtidas foram identificadas e acondicionadas individualmente em incubadoras “*Tipo Israel*”. Após eclosão (124h) as larvas foram contadas para determinar a sobrevivência e uma amostra de 800 larvas de cada um dos grupos de reprodutores alimentados com as dietas dos diferentes tratamentos foram utilizados para avaliar o desempenho produtivo.

Para a determinação do número de ovos utilizou-se o método volumétrico descrito por Vazzoler (1995). Para avaliação dos eventos reprodutivos das fêmeas que se mostraram incubando ovos na boca, estas foram capturadas por meio de puçás (malha 1,0 mm).

Os eventos reprodutivos foram avaliados de acordo com a metodologia desenvolvida por Coward & Bromage (1999a), Morrison et al. (2003) e El-Sayed et al. (2003). A frequência reprodutiva foi calculada relacionando o número de fêmeas por reprodução com o total de fêmeas do aquário. A relação do peso dos ovos com o peso corporal das fêmeas, parâmetro que indica a capacidade reprodutiva das reprodutoras de tilápia foi baseada na metodologia desenvolvida por Coward & Bromage (1999b). O desenvolvimento larval foi baseado na metodologia desenvolvida por Morrison et al. (2001).

Em caso de desova, foram determinados: número, diâmetro e peso dos ovos e, uma amostra foi devidamente armazenada para posterior análise de composição

química (AOAC, 2000). A taxa de fertilização, eclodibilidade, sobrevivência e presença de deformidades nas larvas foram avaliadas pela coleta de amostras durante o desenvolvimento embrionário e larval e, analisados em lupa (Vazoler, 1995).

Finalizado o período reprodutivo, cinco fêmeas de cada tratamento foram anestesiadas com benzocaína, na concentração de 1,5g do anestésico 15L<sup>-1</sup> de água, e após a completa dessensibilização, foram pesadas e coletadas amostras de gônadas e de carcaça para as avaliações da composição químico-bromatológica das reprodutoras.

Para avaliação do desempenho produtivo das larvas, 3 200 larvas (800 larvas de cada grupo de reprodutores alimentados com as dietas-teste) foram distribuídas aleatoriamente em 16 aquários de 200L. A densidade foi de uma larva L<sup>-1</sup> de água. As larvas foram alimentadas com uma dieta a base de farinha de peixe, quirera de arroz e farinha de vísceras de aves por 30 dias após absorção do saco vitelínico.

O desenvolvimento larval foi acompanhado por coleta de amostras as 24h, 48h, 72h, 96h, 120h e 144h após eclosão. As larvas foram avaliadas, quanto ao comprimento, peso úmido e seco, altura e comprimento do saco vitelínico e amostras após 144H foram devidamente armazenadas para posterior análise de composição bromatológica (AOAC, 2000).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade e normalidade e à análise de regressão (ANOVA – SAS- Statistic Analyses Software, 2004) e quando constatados diferenças significativas foi aplicado o teste de média Tukey ( $P < 0,05$ ).

### 3. Resultados

Os níveis de suplementação de levedura íntegra nas dietas (0,0; 1,0; 2,0 e 4,0%) não influenciaram significativamente os eventos reprodutivos das fêmeas (Tabela 2 e Tabela 3). Entretanto, a maioria dos parâmetros avaliados foram melhores nos reprodutores alimentados com as dietas contendo levedura. O peso médio dos ovos, frequência reprodutiva, a relação peso dos ovos e peso corporal das fêmeas (PO:PC), a fecundidade relativa e o número de desovas das reprodutoras alimentadas com as dietas 1,0, 2,0 e 4,0% de LI foram: 1,00, 8,40, 12,90%; 63,90, 15,67, 41,43%; 39,87, 41,77 e 68,00%; 28,40, 6,80, 18,19% e; 78,99, 26,05, 15,97%, respectivamente, superiores ( $p > 0,05$ ) aos reprodutores alimentados com a dieta controle (Tabela 2).

A relação peso dos ovos:peso corporal das fêmeas (PO:PC) é uma forma de comparar o peso do grupo de ovos por reprodução e o peso corporal da fêmea, sendo base para comparar a capacidade reprodutiva dos reprodutores. O número de desovas também é uma forma comparativa deste potencial, o que permite supor que a inclusão de levedura como pronutriente na dieta age positivamente na capacidade reprodutiva melhor preparando as reprodutoras para os subseqüentes eventos reprodutivos.

A grande variação nos valores dos parâmetros avaliados pode ter inibido a detecção de respostas significativas nos eventos reprodutivos. Alguns desses parâmetros não apresentaram normalidade nas avaliações estatísticas, o que comprometeu avaliações mais rigorosas. Entretanto, pode ser considerada uma característica normal para a espécie, devido á assincronia reprodutiva, elevada variação no número de ovos por reprodução, resultado de inúmeras desovas anuais e o tempo de retorno não ser constante ao longo dos ciclos reprodutivos.

A avaliação das larvas às 96h, 120h e 144h pós-eclosão mostraram que a adição de 2,0% de levedura nas dietas dos reprodutores influenciou positivamente ( $p < 0,05$ ) o desenvolvimento das larvas (Tabela 4). Isso pode estar diretamente relacionado a melhor disponibilidade de nutrientes e/ou melhor relação destes nutrientes na dieta dos reprodutores, pelo melhor balanço de nutrientes ou micronutrientes depositados pelas fêmeas nos ovócitos gerando ovos de melhor qualidade e larvas com maior potencial de desempenho produtivo. As características morfométricas e de peso das larvas dos reprodutores alimentados com a dieta contendo levedura íntegra foram melhores após 96h de eclosão, em comparação às larvas dos reprodutores alimentados com a dieta controle.

A composição bromatológica das reprodutoras, gônadas, ovos e larvas após absorção do saco vitelínico (Tabela 5) mostram uma possível relação de nutrientes da dieta dos reprodutores e sua subseqüente deposição nos ovos. A avaliação bromatológica das reprodutoras e das gônadas não apresentou diferenças nas concentrações de umidade, cinza, proteína e extrato etéreo. Nos ovos a maior concentração de umidade e menor concentração de proteína foram observadas nas larvas que apresentaram o melhor desenvolvimento e, conseqüentemente, a composição bromatológica revelou que estas larvas apresentaram a menor concentração de proteína. Verificou-se efeito quadrático na concentração de proteína e extrato etéreo nos ovos e efeito linear para a concentração de proteína nas larvas após absorção do saco vitelínico.

Os reprodutores alimentados com a dieta contendo 2,0% de levedura íntegra produziram larvas com melhor desenvolvimento às 144h após eclosão

(Tabela 4) e melhor desempenho produtivo ( $p < 0,05$ ) aos 35 dias de idade (Tabela 6), o que mostra a ação da levedura como pronutriente para os reprodutores.

A existência de possíveis relações dos nutrientes da dieta dos reprodutores ter influenciado o desenvolvimento larval é evidenciado pela análise conjunta dos dados. Sugerindo que a levedura melhorou a qualidade nutricional da dieta determinando melhor relação de nutrientes depositados nos ovócitos.

#### 4. Discussão

Os resultados evidenciam a qualidade da levedura íntegra como suplemento em dietas para reprodutores de tilápia do Nilo. O melhor desenvolvimento das larvas após 144h de eclosão e, o maior teor protéico das larvas indicou o melhor balanço nutricional na dieta contendo levedura íntegra.

A qualidade da dieta não se baseia em sua quantidade, mas na qualidade de nutrientes disponíveis (Furuya et al., 2001) e, conseqüentemente, absorvidos pelos peixes (Pezzato et al., 2006). O desenvolvimento das larvas na fase inicial está diretamente relacionado à qualidade e relação dos nutrientes disponibilizados nos ovócitos pelas reprodutoras. Isso pode ser melhorado pela qualidade da dieta fornecida às larvas quando iniciam o processo de ingestão dos alimentos (Boscolo et al., 2008), assim como pelo momento em que este alimento começa a ser fornecido (tempo após eclosão).

A qualidade da levedura como pronutriente nas dietas de peixes foram relatados em vários trabalhos (Li & Gattlin-III, 2003; Hisano et al., 2004; 2008b; Pezzato et al., 2006). Entretanto, em dietas para reprodutores de peixes ainda não havia sido testada e, os resultados obtidos, comprovam as suposições e observações de Izquierdo et al. (2001). As vitaminas do complexo B, minerais, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e fatores de crescimento presentes na levedura (Pezzato et al., 2006; Hisano et al., 2008a) agem na homeostase orgânica das fêmeas e melhoram a qualidade de nutrientes depositados nos ovócitos, melhorando o desenvolvimento das larvas.

As interrelações de nutrientes nas dietas de reprodutores de tilápia relacionados com a eficiência reprodutiva e qualidade das larvas e alevinos produzidos foram relatados por Wee & Tuan (1988) e por Gunasekera et al. (1996). A deposição de nutrientes nos ovos estão diretamente relacionados a dieta dos reprodutores (Pelegrí, 2004) que, por sua vez, afeta a qualidade das larvas (Izquierdo et al., 2001). A ação protéica (Siddiqui et al., 1998), lipídica (El-Sayed et al., 2005) vitamínica e de minerais (Izquierdo et al., 2001) influenciam positivamente na produção de larvas e no seu desenvolvimento. Entretanto, não é

a concentração de determinados nutrientes que melhoram as respostas reprodutivas, mas sim a sua relação nas dietas.

O maior crescimento das larvas na fase inicial de desenvolvimento as tornam mais hábeis para a procura e ingestão de alimentos e, desta forma, melhor preparadas para potencializar seu desempenho produtivo. A presença de levedura na dieta dos reprodutores pode agir na homeostase orgânica e melhorar a relação de nutrientes depositados nos ovócitos pelas fêmeas gerando larvas que apresentem melhor desenvolvimento. Isso foi observado nos reprodutores alimentados com a dieta suplementada com 2,0% de levedura íntegra.

A possível relação dos nutrientes nos ovos e larvas que apresentaram o melhor desenvolvimento inicial pode ser resultado do melhor balanço nutricional da dieta com 2,0% de levedura íntegra. Hisano et al., (2007a & b) verificaram que a utilização de levedura como pronutriente para alevinos de tilápia teve ação positiva, principalmente por sua característica nutricional, podendo ser utilizado como alimento funcional (Gatsoupe, 1999; Sakai, 1999), melhorando o status nutricional dos reprodutores que produzirão ovos e larvas de melhor qualidade.

Entretanto, a levedura íntegra na dieta dos reprodutores não influenciou a composição bromatológica, sugerindo que a levedura não interfere na quantidade de nutrientes na carcaça e nas gônadas das reprodutoras.

A adição de levedura na dieta de peixes parece não influenciar diretamente a composição química da carcaça ou do músculo. Hisano et al. (2007a) ao suplementarem com levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular de levedura e, Pezzato et al. (2006) ao incluir levedura íntegra e seus derivados em dietas para alevinos de tilápia não observaram diferenças na composição química dos peixes. Esses autores ressaltaram que a levedura apresenta ação no status nutricional (relação de nutrientes no organismo dos peixes), mas não na concentração destes nutrientes na carcaça dos peixes. Desta forma, a levedura merece ser destacada como um alimento que apresenta ação funcional quando adicionada como pronutriente em dietas para peixes, como tem sido relatado por Hisano et al. (2004; 2007b; 2008b) e Pezzato et al. (2006).

Embora a levedura íntegra na dieta dos reprodutores não tenha influenciado significativamente as respostas reprodutivas, houve aumento no peso úmido dos ovos, na frequência reprodutiva, na relação PO:PC, na fecundidade relativa e no número de desovas por avaliação. Esses parâmetros medem diretamente a capacidade reprodutiva e a qualidade dos ovos (Coward & Bromage, 1998; 1999a). Coward & Bromage (1999b) relataram a importância da avaliação da capacidade reprodutiva dos reprodutores e a relação do peso dos ovos e o peso corporal das

reprodutoras (PO:PC), como forma de quantificar este parâmetro.

A relação PO:PC pode ser influenciado pelas condições ambientais, como temperatura e fotoperíodo (Pankhurst et al., 1996; Coward & Bromage, 2000), concentração de lipídeos (El-Sayed et al., 2005), proteína (Gunasekera et al., 1997; Siddiqui et al., 1998; El-Sayed et al., 2003) e por nutrientes e micronutrientes disponibilizados nas dietas (Izquierdo et al., 2001). Como na presente pesquisa, as únicas diferenças entre as dietas que constituíram os diferentes tratamentos estão relacionadas aos níveis de inclusão de levedura, pode-se sugerir que a levedura íntegra agiu como pronutriente ou teve ação funcional no metabolismo dos reprodutores.

O intervalo médio entre reproduções ficou bem próximo aos observados por Coward & Bromage (1999b) e não foi influenciado significativamente pela suplementação de levedura íntegra nas dietas. A relação dos parâmetros avaliados mostra que a levedura íntegra, embora não tenha influenciado significativamente o desempenho reprodutivo, resultou em melhor desempenho produtivo das larvas.

A tilápia do Nilo por apresentar reprodução parcelada com várias ocorrências anuais apresenta grandes variações nos eventos reprodutivos (Gunasekera et al., 1995; Coward & Bromage, 1999b; El-Sayed et al., 2003), o que também foi observado na presente pesquisa. Os reprodutores apresentaram grandes variações entre tratamentos e dentro dos tratamentos, condição normal para a espécie pesquisada como relatado por Coward & Bromage (2000) e por Siddiqui et al. (1998).

A inclusão de levedura íntegra na dieta dos reprodutores não influenciou os índices gonadosomático, hepatossomático e viscerossomático dos peixes. Entretanto, os reprodutores alimentados com a dieta controle apresentaram valores superiores em 26,92, 18,38 e 69,23% no índice gonadosomático em relação aos alimentados com as dietas contendo 1,0; 2,0 e 4,0% de inclusão de levedura íntegra, respectivamente. Os demais parâmetros e o desenvolvimento larval foram melhorados com a adição de levedura íntegra nas dietas. Os melhores resultados foram observados nas larvas dos reprodutores alimentados com a dieta 2,0% de levedura íntegra. Isso caracteriza a ação da levedura íntegra na homeostase orgânica dos reprodutores com reflexo no melhor desenvolvimento inicial das larvas a partir de 96h de eclosão e desempenho produtivo das larvas após 35 dias de eclosão.

Novas pesquisas devem ser elaboradas no sentido de melhor conhecer a influencia da levedura no sistema metabólico dos peixes que possam influenciar na deposição de nutrientes nos ovos. A inclusão de levedura íntegra na dieta de

reprodutores de tilápia do Nilo influencia positivamente o desempenho produtivo das larvas e a qualidade de ovos e larvas produzidas.

## 5. Conclusões

O emprego de 2,0% de levedura íntegra na dieta dos reprodutores resultou em larvas com melhor desenvolvimento inicial e desempenho produtivo. Pode-se indicar a adição de 2,0% de levedura na dieta de reprodutores de tilápia para a obtenção de larvas e alevinos com melhor condição de saúde e maior potencial de crescimento.

## 6. Referências bibliográficas

- AOAC Association of official agricultural chemists. *Official methods of analysis*. 2000. 12<sup>a</sup> ed. Washington, D.C.
- Beveridge, M.C.M. & McAndrew, B.J. 2000. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Kluwer Academic Publishers. 505p.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 1998. Histological classification of ovarian growth and the dynamics of ovarian recrudescence in *Tilapia zillii* (Gervais), a substrate-spawning cichlid. *Journal Fish Biology*. v.53, p.285–302.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 2000. Reproductive physiology of female tilapia broodstock. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. V.10, p.1–25.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 1999b. Spawning periodicity, fecundity and egg size in laboratory-held stocks of a substrate-spawning tilapiine, *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, v.171, p.251–26.
- Coward, K. & Bromage, N.R. 1999a. Spawning frequency, fecundity, eggs size and ovarian histology in groups of *Tilapia zillii* maintained upon two distinct food ration sizes from first-feeding to sexual maturity. *Aquatic Living Resources*, v.12, p.11–22.
- El-Sayed, A.F.M., Mansour, C.R., Ezzat, A.A. 2005. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture*, v.248, p.187-196.
- El-Sayed, A.F.M., Mansour, C.R., Ezzat, A.A. 2003. 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.
- Furuya, W.M., Pezzato, L.E., Pezzato, A.C.; Barros, M.M. 2001. 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.
- Furuya, W.M., Botaro, D., Neves, P.R., Silva, L.C.R., Hayashi, C. 2004. Exigência de lisina pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na fase de terminação. *Ciência Rural*, v.34, n.5, p.1571-1577.
- Gatesoupe, F.J. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture*, v.180, p.147-165.
- Gilbert, S.F. 2006. *Developmental biology*. Ed. 8<sup>a</sup>. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts USA. P.817.
- Gonçalves, G.S., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Hisano, H., Freire, E.S., Ferrari, J.E.C. 2004. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para a tilápia do Nilo. *Acta Scientiarum*, v.26, n.3, p.313-321.
- Gonçalves, G.S., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Kleeman, G.K., Rocha, D.F. 2005. Efeitos da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de Mg, Ca, Zn, Cu, Mn e Fe em alimentos vegetais para a tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2155-2163.
- Guimarães, I.G., Pezzato, L.E., Barros, M.M., TACHIBANA, L. 2008a. Nutrient Digestibility of Cereal Grain Products and By-products in Extruded Diets for Nile Tilapia. *Journal of the World Aquaculture Society*, v. 39, p. 781-789.

- Guimarães, I.G., Pezzato, L.E., Barros, M.M. 2008b. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, v. 14, p. 396-404.
- Gunasekera, R.M, Shim, K.F., Lam, T.J. 1995. Effect of dietary protein level on puberty, oocyte growth and egg chemical composition in the tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.134, p.169–183.
- Gunasekera, R.M., Shim, K.F., Lam, T.J. 1997. Influence of dietary protein level on ovarian recrudescence in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.149, p.57–69.
- Gunasekera, R.M., Shim, K.F., Lam, T.J. 1996a. Effect of dietary protein level on spawning performance and amino acid composition of eggs of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.146, p.121–134.
- Gunasekera, R.M., Shim, K.F., Lam, T.J. 1996b. Influence of protein content of broodstock diets on larval quality and performance in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, v.146, p.245–259.
- Hisano, H., Pezzato, L.E., Barros, M.M., Freire, E.S., Gonçalves, G.S., Ferrari, J.E.C. 2004. 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.
- Hisano, H., Solarte, W.N., Barros, M.M., Pezzato, L.E. 2007a. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia-do-nilo alimentados com levedura e derivados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, p. 1035-1042.
- Hisano, H., Barros, M.M., Pezzato, L.E. 2007b. Levedura desidratada de álcool e zinco como pró-nutrientes em rações para tilápia do nilo: aspectos hematológicos. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 33, p. 35-42.
- Hisano, H., Sampaio, F.G., Barros, M.M., Pezzato, E.P. 2008a. Composição nutricional e digestibilidade aparente da levedura íntegra, da levedura autolisada e da parede celular pela tilápia-do-nilo. *Ciência Animal Brasileira*. v.9, n.1, p.43-49.
- Hisano, H., Sampaio, F.G., Barros, M.M., Pezzato, L.E. 2008b. Digestibilidade aparente de rações contendo levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular pela tilápia do Nilo. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 34, p. 281-289.
- Izquierdo, M.S., Fernández-Palacios, H., Tacon, A.G.J. 2001. Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, v.197, p.25-42.
- Li, P., & Gatlin-III, D.M. 2003. 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.
- Li, P., Burr, G.S., Whiteman, K.W., Davis, K.B., Vega, R.R., Neill, W.H., Gatlin-III, D.M. A. 2005. 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.
- Morrison, C.M., Miyake, T., Wright Jr. J.R. 2001. Histological Study of the Development of the Embryo and Early Larva of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae). *Journal of Morphology*. v. 247, p.172–195.
- Morrison, C.M., Pohajdak, B., Henry, M., Wright Jr. J.R. 2003. Structure and enzymatic removal of the chorion of embryos of the Nile tilapia. *Journal of Fish Biology*. v.63, p.1439–1453.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of fish*. 1993. 114p. Washington, D.C.: National Academy of Science.

- Osure, G.O., & Phelps, R.P.; 2006. Evaluation of reproductive performance and early growth of four strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) with different histories of domestication. *Aquaculture*, v.256, p.485-494.
- Pankhurst, N.W., Purser, G.J., Kraak, G.V., Thomas, P.M., Forteach, G.N.R. 1996. Effect of holding temperature on ovulation, egg, fertility, plasma levels of reproductive hormones and in vitro ovarian steroidogenesis in the Rainbow trout *Onchorhynchus mykiss*. *Aquaculture*. v.146, p.277-290.
- Pelegri, F. 2004. The role of maternal factors in early zebrafish development. In: *Fish development and genetics* (Zhiyuan, G. and Korzh, V.). p.1-38.
- Pezzato, L.E., Miranda, E.C., Barros, M.M. Pinto, L.G.Q., Furuya, W.M., Pezzato, A.C. 2002. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.4, p.1595-1604.
- Pezzato, L.E., Menezes, A., Marros, M.M., Guimarães, I.G., Schich, D. 2006. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. *Veterinária e Zootecnia*, v.13, n.1, p.84-94.
- Sakai, M. 1999. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, v.172, p.63-92.
- SAS Institute Inc. *SAS User's guide statistics*. 2004. 9ª ed, Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 9.1.3.
- Siddiqui, A.Q., Al-Hafedh, Y.S., Ali, S.A. 1998. Effect of dietary protein level on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Aquaculture*. v.29, p.349-358.
- Sipaúba-Tavares, L.H.S. 1995. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: Funep, 72p.
- Wee, K., & Tuan, N.A. 1988. Effects of dietary protein level on growth and reproduction in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: The second International Symposium on tilapia in Aquiculture (ed. Pullin, R.S.V.; Bhukasawan, T.; Tonguthai, K.; Maclean, J.L.). p.401-410. *ICLARM Conference Proceedings 15*, Department of Fisheries, Bangkok/ICLARM, Manila.
- Wedemeyer, C. 2005. *Fish hatchery management*. Ed. 2ª. American Fisheries Society Bethesda, Maryland. P.733.
- Vazzoler, A.E.A.M. 1995. *Biologia da reprodução de peixes teleósteos: Teoria e prática*. p.168.

Tabela 1: Composição percentual e valores nutricionais calculados das dietas experimentais

| Ingredientes                                             | Níveis de inclusão de levedura íntegra (%) |       |       |       |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                                          | 0,00                                       | 1,00  | 2,00  | 4,00  |
| Farelo de soja                                           | 63,70                                      | 62,50 | 62,50 | 60,50 |
| Levedura íntegra                                         | 0,00                                       | 1,00  | 2,00  | 4,00  |
| Farinha peixe                                            | 2,50                                       | 2,50  | 2,50  | 2,50  |
| Fubá milho                                               | 11,80                                      | 12,40 | 12,20 | 12,00 |
| Farelo de trigo                                          | 2,50                                       | 2,50  | 2,00  | 1,50  |
| Quirera de arroz                                         | 11,00                                      | 10,60 | 10,80 | 11,00 |
| Óleo de soja                                             | 3,00                                       | 3,00  | 3,00  | 3,00  |
| Fosfato bicálcico                                        | 3,15                                       | 3,15  | 3,15  | 3,15  |
| DL-metionina                                             | 0,70                                       | 0,70  | 0,70  | 0,70  |
| L-Treonina                                               | 0,65                                       | 0,65  | 0,65  | 0,65  |
| L-Triptofano                                             | 0,20                                       | 0,20  | 0,20  | 0,20  |
| Sal (NaCl)                                               | 0,50                                       | 0,50  | 0,50  | 0,50  |
| Suplemento vitamínico e mineral <sup>2</sup>             | 0,25                                       | 0,25  | 0,25  | 0,25  |
| Antioxidante (BHT) <sup>3</sup>                          | 0,02                                       | 0,02  | 0,02  | 0,02  |
| Vitamina C                                               | 0,03                                       | 0,03  | 0,03  | 0,03  |
| Total                                                    | 100,0                                      | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Valores nutricionais calculados                          |                                            |       |       |       |
| Energia digestível (kcal kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup> | 3400                                       | 3400  | 3402  | 3400  |
| Proteína digestível (%) <sup>1</sup>                     | 34,26                                      | 34,05 | 34,11 | 34,04 |
| Fibra bruta (%)                                          | 5,06                                       | 4,99  | 4,90  | 4,75  |
| Extrato etéreo (%)                                       | 5,77                                       | 5,73  | 5,65  | 5,55  |
| Cálcio total (%)                                         | 1,19                                       | 1,19  | 1,19  | 1,19  |
| Fósforo disponível (%)                                   | 0,70                                       | 0,70  | 0,71  | 0,71  |
| Metionina (%)                                            | 1,06                                       | 1,06  | 1,06  | 1,07  |
| Aminoácidos sulfurados (%)                               | 1,50                                       | 1,48  | 1,48  | 1,46  |
| Lisina (%)                                               | 2,61                                       | 2,60  | 2,61  | 2,62  |
| Triptofano (%)                                           | 0,54                                       | 0,53  | 0,53  | 0,52  |
| Treonina (%)                                             | 1,68                                       | 1,68  | 1,69  | 1,70  |

<sup>1</sup> Composição nutricional das dietas segundo: NRC (1993); Pezzato et al. (2002); Gonçalves et al. (2004; 2005); Furuya et al. (2001); Hisano et al. (2008); Guimarães et al., (2008a & b).

<sup>2</sup> Suplemento vitamínico e mineral (níveis de garantia kg<sup>-1</sup> do produto): vit. A = 1.200.000 UI; vit. D<sub>3</sub> = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K<sub>3</sub> = 2.400 mg; vit. B<sub>1</sub> = 4.800 mg; vit. B<sub>2</sub> = 4.800 mg; vit. B<sub>6</sub> = 4.000 mg; vit. B<sub>12</sub> = 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.

<sup>3</sup> Antioxidante (BHT) = Butil hidróxi tolueno.

Os valores nutricionais disponibilizados nas dietas para reprodutores baseou-se nos trabalhos de Gunasekera et al. (1995), Siddiqui et al. (1998) e El-Sayed et al. (2003).

Tabela 2: Desempenho produtivo e reprodutivo da tilápia do Nilo alimentada com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias

|                                                  | Níveis de inclusão de levedura íntegra (%) |                   |                  |                  |             |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------|
|                                                  | 0,00                                       | 1,00              | 2,00             | 4,00             | p (F)       |
| Peso inicial das fêmeas (g)                      | 955,95 (±170,27)                           | 921,90 (±152,08)  | 849,05 (±145,68) | 889,95 (±161,69) | 0,16 (1,76) |
| Peso final das fêmeas (g)                        | 1015,71 (±142,48)                          | 992,29 (±131,75)  | 918,38 (±154,55) | 934,52 (±172,02) | 0,12 (1,97) |
| Média da fecundidade relativa ovo/g de fêmea     | 0,88 (±0,42)                               | 1,13 (±0,69)      | 0,94 (±0,59)     | 1,04 (0,66)      | 0,34 (1,14) |
| Tempo médio de retorno a desova (dias)           | 26,90 (±19,50)                             | 32,67 (±23,30)    | 30,18 (±8,62)    | 34,57 (±17,48)   | 0,97 (0,08) |
| Média da produção total de ovos por fêmea        | 760,70 (±416,96)                           | 1009,40 (±512,50) | 830,50 (±510,51) | 930,10 (±575,88) | 0,47 (0,85) |
| Volume médio de ovos (mL)                        | 9,21 (±4,76)                               | 13,04 (±5,96)     | 10,85 (±6,53)    | 10,78 (±7,83)    | 0,33 (1,17) |
| Média da frequência reprodutiva (%)              | 8,23 (±3,74)                               | 13,49 (±6,89)     | 9,52 (±6,09)     | 11,64 (±6,35)    | 0,16 (1,82) |
| Desovas médias por avaliação                     | 1,19 (±1,05)                               | 2,13 (±1,75)      | 1,50 (±1,41)     | 1,38 (±1,59)     | 0,31 (1,22) |
| Taxa média de fertilização (%)                   | 98,44 (±3,61)                              | 98,69 (±3,28)     | 98,00 (±2,95)    | 97,78 (±2,49)    | 0,90 (0,19) |
| Taxa média de eclosão (%)                        | 81,22 (±32,87)                             | 72,54 (±31,45)    | 83,80 (±28,27)   | 85,89 (±18,78)   | 0,65 (0,56) |
| Média da taxa de mortalidade pós-eclosão (%)     | 25,60 (±32,70)                             | 16,75 (±21,05)    | 25,90 (±23,41)   | 22,14 (±29,70)   | 0,83 (0,29) |
| Produção média de larvas por fêmea por desova    | 393,60 (±534,93)                           | 533,40 (±542,71)  | 347,50 (±446,09) | 481,90 (±537,19) | 0,66 (0,54) |
| Média da taxa de sobrevivência larval (%)        | 58,08 (±43,21)                             | 67,82 (±31,11)    | 63,18 (±25,97)   | 62,13 (±35,07)   | 0,91 (0,18) |
| Média de peso úmido dos ovos (mg)                | 7,44 (±0,46)                               | 7,52 (±1,21)      | 8,07 (±1,31)     | 8,40 (±0,74)     | 0,46 (0,90) |
| Média de peso seco dos ovos (mg)                 | 3,38 (±0,39)                               | 3,41 (±0,60)      | 3,69 (±0,62)     | 3,79 (±0,24)     | 0,48 (0,85) |
| Taxa de peso seco dos ovos (%)                   | 45,33 (±3,13)                              | 45,34 (±3,05)     | 45,77 (±2,03)    | 45,25 (±2,54)    | 0,99 (0,04) |
| Diâmetro médio dos ovos (mm)                     | 2,79 (±0,10)                               | 2,79 (±0,15)      | 2,80 (±0,14)     | 2,88 (±0,11)     | 0,86 (0,25) |
| Volume médio dos ovos (mm <sup>3</sup> )         | 9,46 (±1,16)                               | 8,75 (±1,29)      | 9,56 (±1,38)     | 10,12 (±1,05)    | 0,96 (0,10) |
| Volume total dos ovos (mm <sup>3</sup> )         | 7673 (±5765)                               | 10246 (±3507)     | 9567 (±4701)     | 12663 (±6206)    | 0,52 (0,78) |
| Relação peso dos ovos:peso corporal da fêmea (%) | 3,16 (±2,18)                               | 4,42 (±1,88)      | 4,48 (±2,56)     | 5,31 (±2,77)     | 0,57 (0,70) |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | CV          |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 17,44       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 15,64       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 113,10      |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 57,52       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 56,41       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 55,82       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 54,47       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 95,13       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 3,17        |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 33,30       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 119         |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 115,75      |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 53,46       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 14,12       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 15,14       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 5,98        |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 4,81        |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 13,10       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 47,12       |
|                                                  |                                            |                   |                  |                  | 52,02       |

Tabela 3: Avaliação das reprodutoras de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias

|                                   | Níveis de inclusão de levedura íntegra (%) |                         |                         |                        |             |  | CV    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------|--|-------|
|                                   | 0,00                                       | 1,00                    | 2,00                    | 4,00                   | p (F)       |  |       |
| Peso médio das fêmeas (g)         | 891,00 ( $\pm 90,72$ )                     | 947,60 ( $\pm 102,48$ ) | 869,00 ( $\pm 122,55$ ) | 888,00 ( $\pm 89,62$ ) | 0,66 (0,55) |  | 11,37 |
| Comprimento médio das Fêmeas (cm) | 35,30 ( $\pm 1,64$ )                       | 36,00 ( $\pm 1,70$ )    | 34,70 ( $\pm 1,44$ )    | 35,90 ( $\pm 1,24$ )   | 0,52 (0,79) |  | 4,28  |
| Fator de condição                 | 2,03 ( $\pm 0,13$ )                        | 2,05 ( $\pm 0,34$ )     | 2,07 ( $\pm 0,08$ )     | 1,92 ( $\pm 0,13$ )    | 0,64 (0,57) |  | 9,89  |
| Índice gonadossomático (%)        | 2,64 ( $\pm 1,14$ )                        | 2,08 ( $\pm 0,71$ )     | 2,23 ( $\pm 1,19$ )     | 1,56 ( $\pm 0,32$ )    | 0,34 (1,20) |  | 42,71 |
| Índice hepatossomático (%)        | 1,31 ( $\pm 0,23$ )                        | 1,18 ( $\pm 0,33$ )     | 1,43 ( $\pm 0,26$ )     | 1,16 ( $\pm 0,45$ )    | 0,54 (0,75) |  | 26,16 |
| Índice viscerossomático (%)       | 4,90 ( $\pm 0,38$ )                        | 4,87 ( $\pm 1,04$ )     | 5,30 ( $\pm 0,70$ )     | 4,71 ( $\pm 0,88$ )    | 0,68 (0,52) |  | 15,94 |

Tabela 4: Desenvolvimento das larvas dos diferentes grupos de reprodutores alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias

|                                     | 0,00                   | 1,00                   | 2,00                  | 4,00                   | p (F)       | CV    |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------|
| <b>24 horas pós-eclosão</b>         |                        |                        |                       |                        |             |       |
| Peso larval (mg)                    | 7,90 ( $\pm 0,72$ )    | 7,20 ( $\pm 0,85$ )    | 8,17 ( $\pm 1,01$ )   | 8,07 ( $\pm 1,02$ )    | 0,48 (0,88) | 11,72 |
| Comprimento larval (mm)             | 6,41 ( $\pm 0,24$ )    | 6,17 ( $\pm 0,16$ )    | 6,22 ( $\pm 0,21$ )   | 5,93 ( $\pm 0,54$ )    | 0,33 (1,29) | 4,89  |
| Altura do saco vitelínico (mm)      | 2,27 ( $\pm 0,12$ )    | 2,23 ( $\pm 0,11$ )    | 2,31 ( $\pm 0,12$ )   | 2,27 ( $\pm 0,13$ )    | 0,85 (0,26) | 5,32  |
| Comprimento do saco vitelínico (mm) | 2,33 ( $\pm 0,12$ )    | 2,30 ( $\pm 0,15$ )    | 2,37 ( $\pm 0,08$ )   | 2,35 ( $\pm 0,26$ )    | 0,94 (0,13) | 6,79  |
| <b>48 horas pós-eclosão</b>         |                        |                        |                       |                        |             |       |
| Peso larval (mg)                    | 9,45 ( $\pm 0,76$ )    | 8,45 ( $\pm 0,79$ )    | 9,87 ( $\pm 1,12$ )   | 9,07 ( $\pm 1,10$ )    | 0,26 (1,55) | 10,43 |
| Comprimento larval (mm)             | 7,25 ( $\pm 0,43$ )    | 6,67 ( $\pm 0,17$ )    | 7,07 ( $\pm 0,29$ )   | 6,71 ( $\pm 0,33$ )    | 0,09 (2,81) | 4,40  |
| Altura do saco vitelínico (mm)      | 2,40 ( $\pm 0,12$ )    | 2,29 ( $\pm 0,03$ )    | 2,35 ( $\pm 0,17$ )   | 2,15 ( $\pm 0,09$ )    | 0,09 (2,81) | 5,00  |
| Comprimento do saco vitelínico (mm) | 2,28 ( $\pm 0,13$ )    | 2,23 ( $\pm 0,10$ )    | 2,28 ( $\pm 0,17$ )   | 2,22 ( $\pm 0,12$ )    | 0,90 (0,19) | 5,96  |
| <b>72 horas pós-eclosão</b>         |                        |                        |                       |                        |             |       |
| Peso larval (mg)                    | 10,17ab ( $\pm 1,04$ ) | 9,09b ( $\pm 0,73$ )   | 11,73a ( $\pm 0,30$ ) | 10,00ab ( $\pm 0,98$ ) | 0,01 (8,05) | 7,50  |
| Comprimento larval (mm)             | 8,22 ( $\pm 0,44$ )    | 7,57 ( $\pm 0,41$ )    | 8,35 ( $\pm 0,64$ )   | 7,42 ( $\pm 0,42$ )    | 0,08 (2,98) | 6,31  |
| Altura do saco vitelínico (mm)      | 2,31 ( $\pm 0,17$ )    | 2,22 ( $\pm 0,19$ )    | 2,16 ( $\pm 0,47$ )   | 2,15 ( $\pm 0,12$ )    | 0,90 (0,19) | 13,19 |
| Comprimento do saco vitelínico (mm) | 2,14 ( $\pm 0,26$ )    | 2,14 ( $\pm 0,17$ )    | 2,31 ( $\pm 0,11$ )   | 2,19 ( $\pm 0,16$ )    | 0,50 (0,85) | 7,91  |
| <b>96 horas pós-eclosão</b>         |                        |                        |                       |                        |             |       |
| Peso larval (mg)                    | 11,01b ( $\pm 0,56$ )  | 10,56b ( $\pm 1,17$ )  | 13,29a ( $\pm 0,71$ ) | 11,76ab ( $\pm 1,20$ ) | 0,01 (6,09) | 8,20  |
| Comprimento larval (mm)             | 8,75ab ( $\pm 0,35$ )  | 8,47b ( $\pm 0,22$ )   | 9,41a ( $\pm 0,58$ )  | 8,71ab ( $\pm 0,31$ )  | 0,04 (4,06) | 4,48  |
| Altura do saco vitelínico (mm)      | 1,94 ( $\pm 0,20$ )    | 2,16 ( $\pm 0,28$ )    | 1,84 ( $\pm 0,36$ )   | 2,05 ( $\pm 0,19$ )    | 0,45 (0,95) | 14,04 |
| Comprimento do saco vitelínico (mm) | 2,26 ( $\pm 0,25$ )    | 2,16 (0,15)            | 2,10 ( $\pm 0,11$ )   | 2,04 ( $\pm 0,11$ )    | 0,40 (1,09) | 7,46  |
| <b>120 horas pós-eclosão</b>        |                        |                        |                       |                        |             |       |
| Peso larval (mg)                    | 11,91 ( $\pm 0,95$ )   | 11,89 ( $\pm 1,33$ )   | 14,49 ( $\pm 1,09$ )  | 12,71 ( $\pm 1,43$ )   | 0,04 (3,88) | 9,46  |
| Comprimento larval (mm)             | 9,36 ( $\pm 0,28$ )    | 9,25 ( $\pm 0,39$ )    | 9,51 ( $\pm 0,38$ )   | 9,39 ( $\pm 0,28$ )    | 0,77 (0,38) | 3,68  |
| Altura do saco vitelínico (mm)      | 1,59 ( $\pm 0,27$ )    | 1,73 ( $\pm 0,46$ )    | 1,62 ( $\pm 0,14$ )   | 1,58 ( $\pm 0,38$ )    | 0,93 (0,14) | 20,62 |
| Comprimento do saco vitelínico (mm) | 2,24a ( $\pm 0,05$ )   | 2,14ab ( $\pm 0,04$ )  | 2,08b ( $\pm 0,09$ )  | 2,02b ( $\pm 0,07$ )   | 0,01 (6,23) | 3,14  |
| <b>144 horas pós-eclosão</b>        |                        |                        |                       |                        |             |       |
| Peso larval (mg)                    | 12,79b ( $\pm 0,93$ )  | 13,51ab ( $\pm 1,28$ ) | 15,75a ( $\pm 0,91$ ) | 13,38ab ( $\pm 1,56$ ) | 0,03 (4,44) | 8,48  |
| Comprimento larval (mm)             | 9,87 ( $\pm 0,29$ )    | 9,83 ( $\pm 0,21$ )    | 10,20 ( $\pm 0,10$ )  | 9,90 ( $\pm 0,18$ )    | 0,10 (2,79) | 1,98  |

Valores seguidos por distintas letras nas linhas representam diferenças ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

**Tabela 5: Composição bromatológica das larvas, ovos e das reprodutoras de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra**

| Níveis de inclusão de levedura íntegra (%) |                 |                 |                |                |             |       |
|--------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------|-------|
|                                            | 0,00            | 1,00            | 2,00           | 4,00           | p (F)       | CV    |
| Reprodutoras                               |                 |                 |                |                |             |       |
| Umidade (%)                                | 70,78 (±1,76)   | 73,78 (±1,28)   | 71,07 (±1,78)  | 72,76 (±2,23)  | 0,05 (3,15) | 2,49  |
| Cinza (%)                                  | 5,09 (±0,73)    | 4,62 (±0,34)    | 4,52 (±0,44)   | 4,72 (±0,71)   | 0,46 (0,91) | 12,27 |
| Proteína (%)                               | 17,09 (±0,83)   | 16,91 (±0,52)   | 16,90 (±1,61)  | 16,64 (±0,76)  | 0,92 (0,17) | 6,03  |
| Extrato etéreo (%)                         | 5,85 (±1,30)    | 3,88 (±1,32)    | 5,47 (±1,50)   | 4,94 (±1,28)   | 0,15 (2,00) | 26,89 |
| Gônadas                                    |                 |                 |                |                |             |       |
| Umidade (%)                                | 61,73 (±3,11)   | 61,66 (±3,86)   | 64,94 (±3,85)  | 60,37 (±0,52)  | 0,18 (1,83) | 5,18  |
| Cinza (%)                                  | 1,09 (±0,48)    | 1,23 (±0,43)    | 0,96 (±0,35)   | 0,86 (±0,15)   | 0,44 (0,94) | 35,97 |
| Proteína (%)                               | 23,10 (±1,90)   | 22,99 (±2,25)   | 20,74 (±3,85)  | 23,24 (±1,11)  | 0,36 (1,15) | 11,05 |
| Extrato etéreo (%)                         | 12,28 (±1,59)   | 11,69 (±1,21)   | 10,74 (±0,36)  | 12,16 (±1,42)  | 0,23 (1,60) | 10,58 |
| Ovos                                       |                 |                 |                |                |             |       |
| Umidade (%)                                | 65,21ab (±1,66) | 67,73ab (±5,69) | 70,36a (±5,19) | 60,51b (±1,58) | 0,07 (3,28) | 6,14  |
| Cinza (%)                                  | 1,91 (±0,21)    | 1,98 (±0,36)    | 1,71 (±0,21)   | 2,02 (±0,31)   | 0,53 (0,79) | 14,67 |
| Proteína (%)                               | 20,14ab (±1,12) | 19,39b (±3,16)  | 19,26b (±2,95) | 25,13a (±1,20) | 0,03 (4,50) | 11,17 |
| Extrato etéreo (%)                         | 6,48 (±0,50)    | 5,50 (±0,55)    | 5,20 (±1,01)   | 6,24 (±0,84)   | 0,12 (2,50) | 12,16 |
| Larvas                                     |                 |                 |                |                |             |       |
| Umidade (%)                                | 85,20 (±2,51)   | 83,07 (±1,77)   | 84,43 (±2,38)  | 82,67 (±1,09)  | 0,30 (1,36) | 2,41  |
| Cinza (%)                                  | 0,90 (±0,08)    | 0,96 (±0,14)    | 1,03 (±0,16)   | 1,08 (±0,11)   | 0,24 (1,62) | 12,47 |
| Proteína (%)                               | 7,69b (±1,26)   | 10,42a (±1,30)  | 9,84ab (±1,64) | 11,24a (±0,66) | 0,01 (5,74) | 22,92 |
| Extrato etéreo (%)                         | 4,64 (±1,09)    | 4,83 (±0,15)    | 4,01 (±0,65)   | 4,39 (±0,46)   | 0,39 (1,09) | 15,20 |

Valores seguidos por distintas letras nas linhas representam diferenças ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Tabela 6: Desempenho produtivo das larvas dos diferentes grupos de reprodutores de tilápia do Nilo linhagem GIFT, alimentados com dietas contendo níveis de inclusão de levedura íntegra por 106 dias

| Inclusão de levedura íntegra (%) na dieta dos reprodutores |                  |                   |                  |                   |              |       |
|------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------------|-------|
|                                                            | 0,00             | 1,00              | 2,00             | 4,00              | p (F)        | CV    |
| 144 horas após eclosão                                     |                  |                   |                  |                   |              |       |
| Peso inicial das larvas (mg)                               | 12,25b (±1,00)   | 14,25ab (±1,00)   | 14,75a (±2,00)   | 13,75ab (±0,89)   | 0,04 (3,37)  | 8,13  |
| Comprimento inicial (cm)                                   | 0,96 (±0,04)     | 0,98 (±0,02)      | 1,00 (±0,03)     | 0,98 (±0,02)      | 0,42 (1,03)  | 3,12  |
| 35 dias após eclosão                                       |                  |                   |                  |                   |              |       |
| Peso do grupo de larvas (g)                                | 230,21b (±71,76) | 305,91ab (±63,62) | 370,53a (±60,21) | 310,59ab (±39,91) | 0,04 (3,67)  | 19,73 |
| Peso final médio (g)                                       | 1,24b (±0,35)    | 1,62ab (±0,30)    | 1,90a (±0,32)    | 1,79ab (±0,14)    | 0,04 (3,93)  | 17,72 |
| Comprimento médio final (cm)                               | 4,12 (±0,47)     | 4,45 (±0,30)      | 4,71 (±0,20)     | 4,60 (±0,16)      | 0,08 (2,85)  | 6,78  |
| Taxa de Sobrevivência (%)                                  | 92,13 (±3,25)    | 94,13 (±4,50)     | 97,63 (±0,95)    | 87,13 (±12,27)    | 0,22 (1,69)  | 7,28  |
| Fator de condição                                          | 1,68 (±0,02)     | 1,75 (±0,05)      | 1,75 (±0,12)     | 1,77 (±0,02)      | 0,32 (1,30)  | 3,87  |
| Consumo de ração (g)                                       | 397,47 (±119,10) | 489,04 (±94,85)   | 565,91 (±109,49) | 581,3 (±51,80)    | 0,07 (3,00)  | 19,13 |
| Conversão alimentar aparente                               | 1,77 (±0,50)     | 1,64 (±0,40)      | 1,54 (±0,27)     | 1,88 (±0,18)      | 0,57 (0,71)  | 21,12 |
| Número inicial de larvas                                   | 200              | 200               | 200              | 200               | -            | -     |
| Taxa de reversão sexual (%)                                | 100              | 100               | 100              | 100               | -            | -     |
| Umidade (%)                                                | 80,52 (±0,73)    | 80,74 (±0,11)     | 80,79 (±0,19)    | 80,36 (±0,41)     | 0,48 (0,88)  | 0,53  |
| Cinza (%)                                                  | 2,89 (±0,36)     | 2,79 (±0,15)      | 2,69 (±0,13)     | 2,74 (±0,14)      | 0,62 (0,61)  | 7,83  |
| Proteína (%)                                               | 11,59 (±1,38)    | 12,07 (±0,50)     | 12,72 (±0,25)    | 13,09 (±0,39)     | 0,07 (3,00)  | 6,25  |
| Extrato etéreo                                             | 2,54b (±0,38)    | 2,60b (±0,51)     | 4,21a (±0,30)    | 3,62a (±0,67)     | 0,01 (11,30) | 14,99 |
| Retenção protéica                                          | 14,08 (±2,30)    | 16,24 (±4,79)     | 17,63 (±2,85)    | 13,84 (±1,02)     | 0,07 (3,00)  | 6,24  |
| Taxa de eficiência protéica                                | 1,24 (±0,34)     | 1,33 (±0,34)      | 1,39 (±0,24)     | 1,06 (±0,10)      | 0,38 (1,13)  | 21,65 |

Valores nas linhas seguidas por diferentes letras representam diferenças ( $p < 0,05$ ) pelo teste de média Tukey.

## IMPLICAÇÕES

## Considerações finais

A produção de larvas e alevinos de tilápia do Nilo que apresentem melhor desenvolvimento é chave para dar sustentação às elevadas taxas de crescimento da tilapicultura nacional. Conhecer o comportamento reprodutivo da espécie, os fatores envolvidos nos procedimentos reprodutivos e a relação do status nutricional dos reprodutores que possam melhorar a produção de ovos e o desempenho das larvas é fundamental para dar sustentabilidade às perspectivas de crescimento da atividade.

A tilápia do Nilo é uma espécie de elevada prolificidade reprodutiva em sistema de cultivo, adaptando-se facilmente ao manejo reprodutivo e apresentando curtos ciclos reprodutivos, quando aplicado a retirada de ovos da boca das fêmeas reprodutoras. Entretanto, fatores como a baixa fecundidade, assincronia reprodutiva, agressividade nos procedimentos reprodutivos e a qualidade dos ovos e larvas produzidas são fatores que merecem atenção e, pesquisas devem ser direcionadas para melhor conhecer o comportamento reprodutivo da tilápia. Especialmente da linhagem GIFT que no presente trabalho apresentou-se altamente agressiva nos eventos reprodutivos.

A densidade de estocagem, manejo aplicado e o dimensionamento das estruturas a serem utilizadas para avaliação dos eventos reprodutivos da tilápia do Nilo – Linhagem GIFT deve ser planejada adequadamente, pois o sucesso dos eventos reprodutivos depende de tais fatores. As estruturas indicadas para que os eventos reprodutivos da tilápia do Nilo – linhagem GIFT ocorram é de no mínimo 1,0 m<sup>3</sup> e, a presente pesquisa utilizando aquários de 500 L, hapas de capacidade aproximada de 180 L e aquários de 250 L com densidades que variaram de 1:1; 2:1 e 3:1 nos aquários de 500 litros e de 1:1 (fêmea:macho) nos aquários de 180 litros e de 250 litros não se mostraram adequadas para que os eventos reprodutivos ocorressem.

A agressividade dos reprodutores foi tal, que a região lateral, tanto dorsal quanto ventral, dos peixes e principalmente das fêmeas, em todos os acasalamentos realizados sofreram escoriações com perdas de escamas e em alguns casos com perdas inclusive da pele de sustentação das escamas. Durante os sucessivos acasalamentos dos reprodutores foi testada a técnica de excisão do lábio superior (pré-maxilar superior) dos machos como indicado pela GIFT – UEM/CODAPAR/PR para avaliar a possível redução da agressividade dos machos sobre as fêmeas durante os eventos reprodutivos. Entretanto, a agressividade dos machos sobre as fêmeas nos acasalamentos testados continuaram a ocorrer e as

escoriações observadas anteriormente se mantiveram. Após utilização desta técnica no Estudo 1 do Capítulo II foram observadas algumas fêmeas incubando ovos, mas o sucesso dos eventos reprodutivos nos acasalamentos realizados não se confirmou. Motivo pelo qual o Estudo II do Capítulo II foi realizada em outra estrutura utilizando-se aquários com capacidade de 7000 L e densidade de 3:1 por m<sup>3</sup> (fêmea:macho).

Outro fator a ser considerado nas pesquisas a serem realizadas é a forma de manejo utilizado na marcação dos reprodutores. A utilização de miçangas não se mostrou adequado para marcar os peixes, ocorrendo ruptura da pele perfurada para a fixação das miçangas, perdas de miçangas, além de dificultar o manejo em alguns casos. A técnica de marcação com microchips implantados na região intramuscular dorsal dos peixes se mostrou adequado e muito prático. Não houve perdas dos microchips, não foram observadas lesões nos peixes marcados e o estresse da marcação, processo natural de manejo para a implantação dos microchips, se quer foram percebidos nos peixes, sem prejuízos à alimentação e as avaliações. Entretanto, é uma técnica cara quando utilizada para avaliar um número relativamente grande de animais.

Portanto, deve-se atentar para o sucesso da pesquisa em reprodução de peixes nos detalhes que podem levar ao sucesso ou insucesso das avaliações. Trabalhar com reprodução de peixes não é fácil, mas cabe ao pesquisador ou executor das atividades a serem desenvolvidas, atentar-se as dificuldades, buscar soluções e, ser criativo para que o objetivo, avaliação dos eventos reprodutivos da espécie pesquisada se concretize.

A utilização da levedura como pronutriente melhora a homeostase orgânica dos reprodutores e, conseqüentemente, a qualidade de ovos e o desempenho das larvas. Os resultados observados na presente pesquisa demonstram que a utilização da levedura em dieta para reprodutores melhorou a qualidade dos ovos das reprodutoras e o desempenho das larvas. Essas respostas comprovam a ação funcional da levedura aos reprodutores, aumentando assim, a disponibilidade de nutrientes essenciais para a formação de ovócitos e larvas com maior potencial de crescimento.

O balanço de nutrientes na dieta dos reprodutores é de grande relevância para a obtenção de larvas e alevinos com bom desenvolvimento. As larvas dos reprodutores alimentados com a dieta 2,0% de levedura íntegra não apresentaram maior concentração de proteína ou de extrato etéreo, após absorção do saco vitelínico. Entretanto essas larvas apresentaram melhor desenvolvimento, evidenciando a importância dos nutrientes depositados pelas reprodutoras nos

OVOS.

O sucesso da atividade aquícola depende da produção de larvas e alevinos que apresentem excelente desenvolvimento. Portanto, a suplementação de levedura como pronutriente em dietas para reprodutores de tilápia pode melhorar o desenvolvimento de larvas e alevinos. Além disso, possivelmente, melhore o status nutricional dos reprodutores, maximizando seu potencial reprodutivo.

Os ciclos reprodutivos da tilápia do Nilo são relativamente curtos, duas a quatro semanas, o que provoca desgaste fisiológico e metabólico dos reprodutores em sistemas intensivo de reprodução. Isso pode ser minimizado pela suplementação de levedura como pronutriente na dieta, por agir como alimento funcional e, melhorar a resistência, o bem estar e o status nutricional dos reprodutores. Entretanto, ressalta-se a necessidade de novas investigações para melhor conhecer as relações existentes entre os nutrientes, sua disponibilidade e concentração nas dietas, formas de ação e a capacidade de deposição destes nutrientes nos ovos para melhorar o desenvolvimento das larvas.