

LEVEDURA ÍNTEGRA E AUTOLISADA COMO PRONUTRIENTE EM DIETAS DE TILÁPIA DO NILO DURANTE A FASE DE MASCULINIZAÇÃO

João Fernando Albers Koch¹

Luiz Edivaldo Pezzato²

Margarida Maria Barros³

Cristina Teresa Dias Ribeiro Koberstain⁴

Caroline Pelegrina Teixeira⁵

Ademir Calvo Fernandes Junior⁵

Fernando Kojima Nakagome⁵

RESUMO

A larvicultura é uma das fases mais importantes no cultivo de peixes, sendo responsável pela obtenção de animais em quantidade e qualidade para a produção. A variedade GIFT originou-se de rigoroso processo de seleção genética, apresentando rusticidade e excelente desempenho produtivo. Atualmente, a utilização de levedura íntegra, autolisada e seus derivados são recomendados para comporem rações para organismos aquáticos. A partir do exposto, esta pesquisa teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo, composição bromatológica e efetividade da masculinização de alevinos de tilápia do Nilo, variedade GIFT. A pesquisa foi realizada no laboratório de tilapicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal-SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos: 1,0 e 2,0% de levedura íntegra ou autolisada, além de um tratamento controle (ausente de suplementação de levedura), com quatro repetições. Os peixes foram alimentados cinco vezes ao dia, por 30 dias, sendo as dietas isoprotéicas, isoenergéticas e isoaminoacídicas para lisina, metionina, treonina e triptofano. Avaliou-se consumo de ração, biomassa final, peso e comprimento final, fator de condição corporal e sobrevivência; além da efetividade da masculinização e teores de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta da carcaça. A suplementação da levedura íntegra ou autolisada em dietas de larvas de tilápia do Nilo durante a fase de masculinização sexual não beneficiou o desempenho produtivo, composição bromatológica e efetividade da masculinização.

Palavras-chave: composição bromatológica, desempenho produtivo, GIFT; *Oreochromis niloticus*, *Sacharomices cerevisiae*.

FULL AND AUTOLYSED YEAST AS PRONUTRIENT IN NILE TILAPIA DIETS DURING THE SEXUAL REVERSION

ABSTRACT

The hatchery is one of the most important stages in the fish culture and it is responsible for obtaining animals in quantity and quality for production. GIFT variety originated of rigorous process of genetic selection, leading to a rustic fish an excellent growth performance.

¹ Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal - Unesp - Universidade Estadual Paulista - FMVZ - Botucatu - São Paulo, Brasil; CEP: 18618-000, CP: 560. Contato principal para correspondência

² Professor Adjunto de Zootecnia, no Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal - Unesp - Universidade Estadual Paulista - FMVZ - Botucatu - São Paulo

³ Professora Adjunta de Zootecnia, no Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal - Unesp - Universidade Estadual Paulista - FMVZ - Botucatu - São Paulo

⁴ Professora Doutora e Zootecnista Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista - CAUNESP - Av: Paulo Donato Castellane, S/N; CEP:14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil

⁵ Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal Universidade Estadual Paulista "Julio De Mesquita Filho" - Unesp/Botucatu

Currently, the use of full and autolyzed yeast and their derivatives have been recommended to compose aquatic organisms diets. Based on these facts this research aimed to evaluate the productive performance, chemical composition and masculinization of Nile tilapia, GIFT variety. This study was conducted at the laboratório de tilapicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal-SP. The experimental design was completely randomized, with five treatments: 1.0 and 2.0% full or autolyzed yeast, plus a control treatment (absent of yeast supplementation), with four replicates. The fish were fed five times a day for 30 days. The diets were isonitrogenous, isoenergetic and isoaminoacid for lysine, methionine, threonine and tryptophan. The food intake, final biomass, weight and length, body condition factor and survival, beyond the effectiveness of masculinization and dry matter, crude protein and ash of the carcass were evaluated. The supplementation of full or autolyzed yeast in Nile tilapia larvae diets during the masculinization stage did not improve the productive performance, chemical composition and effectiveness of masculinization.

Keywords: bromatological composition, grow performance, GIFT, *Oreochromis niloticus*, *Sacharomices cerevisiae*.

LEVADURA INTACTA Y AUTOLIZADA COMO PRONUTRIENTE EN DIETAS PARA TILAPIA DEL NILO EN FASE DE INVERSIÓN SEXUAL

RESUMEN

La fase de larva es una de las etapas más importantes en el cultivo de peces, siendo responsable por la obtención de animales en cantidad y calidad de la producción. La variedad GIFT se originó de un riguroso proceso de selección genética, con una excelente resistencia y características de desempeño productivo. Actualmente, se recomienda el uso de la levadura intacta, autolizada y sus derivados para componer dietas para los organismos acuáticos. De lo anteriormente expuesto, este estudio tuvo como objetivo evaluar el desempeño, la composición química y la efectividad del cambio de sexo de la tilapia del Nilo, la variedad GIFT. El estudio se realizó en el laboratorio del Centro de tilapicultura de la Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Jaboticabal. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, con cinco tratamientos: 1,0 y 2,0% de levadura intacta o autolizada, además de un tratamiento de control (ausencia de la suplementación con levadura), con cuatro repeticiones. Los peces fueron alimentados cinco veces al día, durante 30 días, con dietas isonitrogenadas, isocalórica y isoaminoacid de lisina, metionina, treonina y triptófano. Se evaluó la ingesta de alimentos, biomasa final, peso final y la longitud, el factor de condición corporal y la supervivencia, además de la eficacia de la inversión de sexos y la materia seca, proteína bruta y el contenido mineral de la carcasa. La suplementación de levaduras intacta o autolizada en dietas de alevines de tilapia del Nilo durante el cambio de sexo no se ha beneficiado el desempeño productivo, la composición y la eficacia de la inversión de sexos.

Palabras clave: composición bromatológica, desempeño productivo, GIFT, *Oreochromis niloticus*, *Sacharomices cerevisiae*.

INTRODUÇÃO

A larvicultura e alevinagem de peixes são descritas como a fase que compreende desde a eclosão dos ovos até o alevino de tamanho comercial, período que varia em função da espécie, temperatura e nutrição. É uma das fases mais importantes na exploração racional piscícola, sendo responsável pela obtenção de animais em quantidade e qualidade para as fases posteriores de criação (1).

Na tilapicultura, a fase de larvicultura é geralmente denominada fase de masculinização, devido ao processo que estes indivíduos são submetidos neste período. A masculinização é de fundamental importância para o cultivo racional da tilápia do Nilo, em função da necessidade de obtenção de indivíduos machos para a engorda, evitando problemas provenientes dos gastos energéticos com a reprodução, excesso populacional nos viveiros e, conseqüentemente, degradação da qualidade da água. Outra vantagem a ser citada, é a do macho dessa espécie ter crescimento acelerado em relação à fêmea.

A linhagem GIFT (*Genetic Improvement of Farmed Tilapias*) é fruto de um projeto de pesquisa iniciado na Malásia, em abril de 1988, sob a liderança de um órgão não governamental denominado *Worldfish Center*, sendo composta por quatro linhagens comerciais de tilápias cultivadas na Ásia e outras quatro linhagens silvestres de cultivo Africano (2,3). Esta combinação de oito linhagens puras objetivou aumentar a variabilidade genética, e com o resultado obtido realizou-se a seleção das primeiras gerações desta linhagem. O desenvolvimento desta linhagem chama atenção para o pioneirismo em melhoramento genético de peixes tropicais (4). Essa linhagem apresenta rusticidade aos manejos produtivos e excelente desempenho zootécnico, devido principalmente ao elevado grau de resistência às doenças e infecções (5).

Atualmente, a utilização de levedura íntegra, assim como derivados do seu processamento, tais como levedura autolisada, polissacarídeos da parede celular e nucleotídeos estão sendo preconizados para comporem rações para organismos aquáticos. As leveduras utilizadas como alimento se destacam pela boa quantidade de vitaminas do complexo B, segundo Carvalho (6), em especial tiamina, riboflavina, niacina e ácido pantotênico (7). Em relação à proteína, a levedura é considerada como fonte não convencional, tendo bom valor nutricional quanto a sua composição de aminoácidos Pacheco (8), destacando-se pelo alto teor de lisina (9,10), leucina e valina (11) e teores adequados de triptofano e treonina (8), porém limitada quantidade de aminoácidos sulfurados (7-11).

O alto teor de nitrogênio não protéico presente na levedura (20% a 30% do nitrogênio total), representado basicamente por ácidos nucléicos, é um dos fatores limitantes da sua utilização (12,13). Segundo Hisano et al. (14), as leveduras se destacam por sua biossegurança e fácil incorporação à mistura durante o processamento da ração. Além destas características positivas, devido à composição acima citadas, a suplementação de dietas para peixes com levedura pode melhorar as respostas de desempenho produtivo, beneficiar o sistema imune não específico e aumentar a resistência contra infecções bacterianas de algumas espécies de peixes (15-19).

O Brasil se apresenta como grande produtor de levedura, resultado da obtenção da *Saccharomyces cerevisiae* a partir do mosto fermentado, proveniente das destilarias de álcool de cana de açúcar. Segundo Butolo (20), a levedura se apresenta como matéria prima disponível para compor rações, seja como pronutriente ou imunoestimulante. Define-se como pronutriente o composto que promova valores nutricionais intrínsecos, que seja de uso oral e exigido em pequenas quantidades na mistura da dieta animal (20).

Dessa forma, devido a crescente demanda de alevinos de tilápia do Nilo em nosso país, tem-se norteados a busca por ingredientes que maximizem a produção de indivíduos mais saudáveis. Assim, avaliou-se o desempenho produtivo, composição bromatológica e efetividade da masculinização de alevinos de tilápia do Nilo, variedade GIFT, arraçadas com dietas suplementadas com diferentes níveis de levedura de cana de açúcar (*Sacharomices cerevisiae*), nas formas íntegra ou autolisada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de tilapicultura do Centro de Aquicultura da Universidade Estadual Paulista (CAUNESP), Campus de Jaboticabal-SP, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2009, tendo duração de 30 dias. Ao final da absorção do saco vitelínico, 3.200 larvas de tilápia do Nilo da variedade GIFT, com peso e comprimento médio de 0,013 g e 0,927 cm, respectivamente, foram distribuídas de maneira inteiramente casualizada em 20 aquários de polietileno, com capacidade útil de 160 litros, na densidade de 1 larva L⁻¹.

Foram testados cinco tratamentos, com quatro repetições, sendo a unidade experimental constituída por um aquário com 160 larvas. As dietas isoproteicas, isoenergéticas e isoaminoacídicas para lisina, metionina, treonina e triptofano empregadas foram:

1. Dieta controle (ausente da suplementação de levedura);
2. Dieta suplementada com 1,0% de levedura íntegra;
3. Dieta suplementada com 2,0% de levedura íntegra;
4. Dieta suplementada com 1,0% de levedura autolisada;
5. Dieta suplementada com 2,0% de levedura autolisada.

O arraçoamento foi realizado cinco vezes ao dia (8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 17:00 h), fornecendo-se as dietas até a saciedade aparente, evitando sobras excessivas de ração. A captação de água de cada aquário foi interrompida 10 minutos antes de cada trato, para cessar o movimento da água, sendo retomada após 30 minutos do mesmo. Os aquários foram sifonados a cada três dias, sempre após o último trato, e os utensílios necessários a sifonagem ficavam imersos em solução salina (5,0%), para evitar proliferação de patógenos. A temperatura da água foi aferida duas vezes ao dia (8:00 e 17:00 h), e semanalmente foi feita análise de oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica, utilizando-se sonda multiparâmetros YSI 556®. Foram obtidos os seguintes valores médios: 26,1 ± 1,6 °C e 27,3 ± 1,3 °C; 6,18 ± 0,6 mg L⁻¹; 8,3 ± 0,1 e 56 ± 4,3 μS cm⁻¹, respectivamente para temperatura no período da manhã, temperatura no período da tarde, oxigênio dissolvido, pH e condutividade elétrica.

A composição das dietas experimentais encontra-se na Tabela 1. Para a confecção das dietas fareladas, todos os ingredientes foram previamente triturados em moinho de martelo (Marconi – modelo MA 090) e peneirados em malha de 0,42 mm. Após esta etapa, todos os ingredientes da ração foram manualmente homogeneizados, sendo posteriormente adicionado hormônio (60 mg de metiltestosterona kg⁻¹ ração), conforme a metodologia descrita por Guerrero (21).

Após 30 dias de arraçoamento, para a determinação do desempenho produtivo, os alevinos foram submetidos a jejum por aproximadamente 24 horas. Posteriormente, foram contados e colocados em Becker contendo água, para serem pesados e determinada a biomassa final. Passada esta etapa, 32 alevinos de cada unidade experimental (20% do total inicial) foram aleatoriamente coletados e abatidos em água à 1°C. Esses animais foram então colocados em prancheta de papelão impermeabilizada e numerada, para que tivessem o peso e comprimento total mensurados individualmente. Esses valores foram utilizados para a determinação do peso final, comprimento final e fator de condição corporal. Devido ao número de tratamentos e repetições empregados no experimento (20 aquários), essa fase de coleta de dados foi realizada em dois dias, esquematizada de maneira que o mesmo número de repetições de todos os tratamentos fosse avaliado em um mesmo dia, a fim de padronizar as condições experimentais.

Tabela 1. Composição percentual e química bromatológica calculada das dietas¹ fornecidas aos alevinos.

Ingredientes (%)	TRATAMENTO				
	Controle	1,0% Levedura Íntegra	2,0% Levedura Íntegra	1,0% Levedura Autolisada	2,0% Levedura Autolisada
Farinha Vísceras Aves	20,73	20,77	20,77	20,77	20,77
Quirera Arroz	21	20	20	20	20
Farinha Peixe	53	53	52	53	52
Levedura Íntegra	-	1	2	-	-
Levedura Autolisada	-	-	-	1	2
DL-Metionina	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Triptofano	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15
L-Treonina	0,2	0,18	0,18	0,18	0,18
Fosfato bicálcico	4	4	4	4	4
Vitamina C	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Premix Vitamínico ²	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix Mineral ³	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
BHT ⁴	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total	100	100	100	100	100
Nutriente					
Energia Digestível (kcal kg ⁻¹)	3274,62	3280,91	3276,37	3284,56	3283,62
Proteína Digestível (%)	35,14	35,41	35,34	35,34	35,19
Fibra Bruta (%)	0,57	0,57	0,58	0,57	0,57
Extrato etéreo (%)	9,79	9,71	9,63	9,71	9,63
Ca total (%)	4,93	4,93	4,87	4,93	4,87
P disponível (%)	1,92	1,92	1,90	1,92	1,90
Metionina (%)	1,13	1,12	1,12	1,12	1,11
Aminoácidos sulfurados (%)	1,09	1,08	1,06	1,08	1,07
Lisina (%)	3,08	3,11	3,11	3,10	3,08
Triptofano (%)	0,46	0,45	0,45	0,45	0,45
Treonina (%)	1,70	1,69	1,69	1,69	1,68

¹Formulação das rações realizadas segundo: NRC (22); Pezzato et al. (23); Gonçalves et al. (24); Furuya et al. (25); Guimarães et al.(26,27).

²Premix vitamínico: Níveis de garantia vit. A = 1.200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; vit. E = 12.000 mg; vit. K3 = 2.400 mg; vit. B1 = 4.800 mg; vit. B2 = 4.800 mg; vit. B6 = 4.000 mg; vit. B12 = 4.800 mg; ácido fólico = 1.200 mg; pantotenato de cálcio = 12.000 mg; vit. C = 48.000 mg; biotina = 48 mg; colina = 65.000 mg; niacina = 24.000 mg

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

⁴Antioxidante (BHT) = Butil hidróxi tolueno.

As fórmulas empregadas na determinação do consumo de ração (CR), biomassa final (BF), peso final (PF), comprimento final (CF), fator de condição corporal (FCC) e sobrevivência (SOB) encontram-se abaixo:

CR (g) = Total de ração fornecido aos peixes da unidade experimental;

BF (g) = Σ peso dos peixes da unidade experimental;

PF (g) = Média do peso dos peixes;

CF (cm) = Média do comprimento padrão (medida do lábil superior ao pedúnculo caudal);

FCC = (Peso / comprimento³) x 100;

SOB = (número de peixes final / número de peixes inicial) x 100.

Para determinação da composição bromatológica, os 32 animais abatidos de cada aquário, imediatamente após as medições e pesagens, foram colocados em recipientes plásticos devidamente identificados e acondicionados em freezer à temperatura de - 20°C. Essas amostras foram levadas para o Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, FMVZ, UNESP – Botucatu-SP e, conforme a metodologia proposta pela AOAC (28) determinou-se o teor de Matéria seca, Matéria mineral e Proteína bruta.

As análises de matéria seca e matéria mineral dos peixes foram realizadas colocando-se animais inteiros nos cadinhos de porcelana (2 a 3 peixes por cadinho), utilizando-se estufa de secagem e esterilização à 105°C por 24 horas e mufla à 600°C por 3 horas, respectivamente. Para a determinação da proteína bruta utilizou-se o método de micro-Kjeldahl, utilizando-se os peixes que restaram nos recipientes plásticos (aproximadamente 26 animais) oriundos de cada uma das unidades experimentais. Esses animais foram processados com uso de bisturis dentro de cada um dos frascos, para evitar perdas do material biológico. Todas as análises foram realizadas em duplicata e, em caso de necessidade de repetir alguma amostra, uma nova duplicata foi realizada.

Para a determinação da efetividade da masculinização (EM), ao término do desempenho produtivo, aproximadamente 50 alevinos restantes de cada unidade experimental foram transferidos para 20 hapas, uma para cada repetição, com volume de 0,73m³ (0,9 x 0,9 x 0,9 m), alojadas em tanque escavado, onde permaneceram por 60 dias recebendo ração comercial farelada com 42% de proteína bruta, isenta de hormônio, até atingirem o tamanho ideal para as análises (6 a 8 cm).

Alcançado o tamanho esperado, trinta e dois peixes hapa⁻¹ (20% do total inicial da repetição) tiveram suas gônadas retiradas, seguindo a metodologia de Wassermann e Afonso (29). Com auxílio de uma tesoura, realizou-se incisão ventral nos animais, da papila urogenital até a base da nadadeira peitoral. Posteriormente realizou-se uma abertura lateral do peixe, por onde as vísceras foram cuidadosamente retiradas, conservando-se as gônadas. Algumas gotas de solução de acetato-carmim foram colocadas sobre as gônadas, enrijecendo e evidenciando o tecido gonadal, facilitando a sua retirada com o auxílio de uma pinça. Convencionou-se que uma das gônadas (direita), seria destinada para a técnica de identificação sexual.

A gônada, após ser retirada, foi imediatamente estendida sobre uma lâmina de vidro onde foram adicionadas algumas gotas da solução de acetato-carmim. Em seguida, uma lamínula foi colocada sobre este material fazendo-se uma leve pressão e examinada ao microscópio de luz em toda a sua extensão, para a determinação do sexo do animal.

A metodologia estatística adotada foi a análise de variância paramétrica para todas as variáveis, exceto sobrevivência. Essas variáveis foram submetidas e apresentaram-se dentro da normalidade (Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (Bartlett), sendo comparadas pelo teste de Tukey. A sobrevivência apresentou-se não paramétrica, dessa forma analisou-se pelas medianas obtidas entre as repetições de determinado tratamento (valor mínimo sobrevivência: valor máximo sobrevivência) através do teste de Kruskal-Wallis, complementada com as comparações múltiplas de Dunn (30). Todas as variáveis foram analisadas ao nível de 5,0% de probabilidade. O sistema adotado foi o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (31).

RESULTADOS

Não houve diferenças estatísticas ($P>0,05$) para as variáveis consumo de ração, biomassa final, peso final, fator de condição corporal, sobrevivência e efetividade da masculinização. Em relação ao comprimento final, o maior valor dessa variável foi obtido pelos alevinos que consumiram a dieta contendo 2,0% de levedura autolisada, mas não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) dos animais que consumiram as dietas contendo levedura íntegra (1,0 ou 2,0%). As dietas ausente de levedura (controle) e aquelas contendo 1,0% de levedura autolisada proporcionaram menores valores de comprimento final, mas não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) dos animais que consumiram as dietas contendo levedura íntegra, em ambas as porcentagens de inclusão (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo de ração (g), Biomassa final (g), Peso final (g), Comprimento final (cm), Fator de condição corporal, Sobrevivência (%) e Efetividade da masculinização (%) de alevinos de tilápia do Nilo submetidos aos tratamentos experimentais por 30 dias.

Variável	TRATAMENTO				
	Controle	1,0% Levedura Íntegra	2,0% Levedura Íntegra	1,0% Levedura Autolisada	2,0% Levedura Autolisada
CR (g)	58,44 ± 3,12	55,50 ± 1,72	57,15 ± 1,24	55,56 ± 0,91	58,35 ± 3,78
BF (g)	41,07 ± 4,48	38,20 ± 1,66	36,43 ± 3,96	37,53 ± 4,88	41,64 ± 6,88
PF (g)	0,36 ± 0,06	0,39 ± 0,04	0,41 ± 0,07	0,36 ± 0,03	0,45 ± 0,05
CF (cm)	2,19 ± 0,08 a	2,29 ± 0,06 ab	2,30 ± 0,12 ab	2,18 ± 0,04 a	2,37 ± 0,08 b
FCC	3,44 ± 0,14	3,27 ± 0,09	3,34 ± 0,09	3,42 ± 0,24	3,41 ± 0,10
SOB (%)	74,22 ± 9,30	66,92 ± 3,28	59,38 ± 17,35	70,47 ± 12,75	63,44 ± 13,01
EM (%)	93,75 ± 4,42	89,06 ± 5,41	87,34 ± 5,60	94,60 ± 2,87	95,15 ± 4,13

Letras diferentes em uma mesma linha indicam diferença significativa entre os tratamentos ($P<0,05$).

Não houve diferenças ($P>0,05$) na composição bromatológica dos alevinos de tilápia do Nilo após 30 dias de arraçoamento com as dietas experimentais (Tabela 3).

Tabela 3. Média \pm desvio padrão da matéria seca, matéria mineral e proteína bruta de alevinos de tilápia-do-Nilo arraçoados por 30 dias com as dietas experimentais (Valores apresentados com base na matéria natural).

Variável (%)	TRATAMENTO				
	Controle	1,0% Levedura Integra	2,0% Levedura Integra	1,0% Levedura Autolisada	2,0% Levedura Autolisada
Matéria Seca	17,8 \pm 0,31	17,65 \pm 0,17	17,78 \pm 0,26	18,27 \pm 0,69	18,06 \pm 0,80
Matéria Mineral	3,31 \pm 0,06	3,44 \pm 0,17	3,37 \pm 0,29	3,24 \pm 0,20	3,30 \pm 0,14
Proteína Bruta	12,26 \pm 0,54	12,59 \pm 0,28	12,39 \pm 0,37	12,55 \pm 0,77	12,25 \pm 0,85

DISCUSSÃO

Muitos estudos envolvendo leveduras desidratadas na alimentação foram realizados objetivando testá-las como fonte protéica. No entanto, Pezzato (32) cita que a inclusão de altos níveis de levedura na dieta acarreta alta excreção de amônia, acúmulo de bases púricas, que, conforme observado para algumas espécies de peixes, podem causar sérias alterações metabólicas decorrentes do acúmulo de ácido úrico e uréia no fígado. A partir desse e outros relatos obtidos na literatura, é que, nesse estudo, foram avaliados níveis menores de inclusão de levedura.

A única variável que apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) foi o comprimento final. O consumo de ração por alevino foi semelhante para todos os tratamentos ($P > 0,05$). Estes resultados contrariam os obtidos por Pezzato et al. (33), que trabalhando com alevinos pós-revertidos de tilápia do Nilo (0,27 g), encontraram menor consumo de ração em larvas arraçoadas com dietas contendo 2,0% de levedura autolisada, comparando-as com aquelas que receberam a ração controle (ausente de levedura), ração com 2,0% de levedura íntegra ou ração contendo 0,3% de parede celular.

A biomassa final pode ser considerada a variável mais importante em trabalhos de larvicultura de peixes; deve-se a isso o fato dessa variável englobar a taxa de sobrevivência e o peso final médio dos animais. Destaca-se, que apesar de não significativo, o peso final 25% superior dos alevinos que receberam a suplementação na dieta de 2,0% de levedura autolisada em relação aos alevinos que consumiram a dieta controle, pode ser considerado interessante do ponto de vista de piscicultura comercial. A literatura demonstra relação inversamente proporcional do peso final e a sobrevivência dos animais, de modo que, com maior sobrevivência e, fornecendo-se a mesma quantidade de alimento, os peixes teriam pesos menores, devido ao menor espaço e menor quantidade de ração por unidade animal, disponível para o desenvolvimento. Esta relação pôde ser comprovada nesta pesquisa, pois as menores médias de peso final foram obtidas nos tratamentos que proporcionaram melhor sobrevivência aos animais.

Os alevinos que receberam dieta suplementada com 2,0% de levedura autolisada apresentaram valores maiores ($P < 0,05$) de comprimento em relação aos alevinos que receberam as dietas suplementadas com 1,0% de levedura autolisada ou dieta controle (ausente de suplementação de levedura). As leveduras, segundo Furuya et al. (7); Hisano et al.

(34); Watanabe (35), apresentam a vantagem de melhorar o crescimento dos animais e a eficiência protéica, mesmo que em baixos percentuais de suplementação.

O fator de condição corporal expressa o “status corpóreo do animal”, demonstrando se este possui peso adequado de acordo com o seu comprimento. Essa variável pode dar indicativos de futuros rendimentos de filés desses animais. Verificou-se não haver diferenças no fator de condição corporal dos animais entre os tratamentos empregados.

A sobrevivência dos alevinos não foi alterada pelos tratamentos experimentais. Apesar de não significativo, verificou-se maior sobrevivência dos animais quando estes receberam o tratamento controle (ausente da suplementação de levedura), e a menor sobrevivência proporcionada pelo tratamento em que os alevinos receberam a suplementação de suas dietas com 2% de levedura íntegra. Esses resultados diferem dos obtidos por Li & Gatlin III (17), que suplementaram dietas de striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) com três níveis de levedura de cerveja (1,0; 2,0 e 4,0%), mais uma dieta controle (ausente de suplementação), e observaram melhora na sobrevivência e resposta imune das larvas que receberam levedura nas dietas.

Os dados da presente pesquisa corroboram com os obtidos por Meurer et al. (36), que avaliaram a influência da inclusão da levedura *Saccharomyces cerevisiae* viva em dietas de larvas de tilápia do Nilo durante a masculinização. Os resultados obtidos por esses autores não diferiram quanto ao desempenho produtivo, sobrevivência, efetividade da masculinização e índice hepatossomático entre os tratamentos avaliados (ausência da suplementação do probiótico ou; contendo 10^5 células vivas de *S. cerevisiae*/kg de ração).

Os valores de desempenho produtivo obtidos corroboram ainda com os encontrados por Valle (37), que forneceram dietas isoprotéicas (35% PB) e isocalóricas (3500 kcal ED/kg) suplementadas com 1,0; 2,0 ou 4,0% de levedura desidratada, além de uma dieta ausente de suplementação, para alevinos de tilápia do Nilo, objetivando avaliar os efeitos da levedura desidratada *Saccharomyces cerevisiae* como pronutriente na dieta desses animais e, no entanto, não encontraram diferenças no desempenho zootécnico proporcionada pelas dietas que continham levedura.

Por outro lado, Hisano et al. (34) realizaram pesquisa com alevinos de tilápia do Nilo ($2,22 \pm 0,07$ g), suplementando as dietas desses animais com levedura íntegra; levedura autolisada ou; parede celular, e observaram que os produtos testados melhoraram o desempenho produtivo, contudo o melhor resultado foi obtido quando foi adicionado à dieta níveis de levedura autolisada entre 1,30 e 1,59%.

Outros trabalhos demonstraram a importância da levedura nas fases iniciais de criação de peixes, a exemplo de Meurer et al. (13), que suplementaram dietas de alevinos de tilápia do Nilo ($0,7 \pm 0,18$ g) com diferentes níveis de inclusão de *Saccharomyces cerevisiae* (1,5; 3,0; 4,5 e 6,0%), mais uma dieta ausente da suplementação, e observaram melhora linear no desempenho zootécnico com o aumento do nível de inclusão da levedura.

Segundo Pezzato (38), a inclusão de levedura nas dietas demonstra o potencial de sua utilização como pronutriente. O autor destaca também que seu emprego como fonte protéica pode provocar alterações metabólicas e ocasionar menor disponibilidade de nutrientes devido ao seu alto conteúdo de nitrogênio não protéico.

Esperavam-se melhores resultados de desempenho produtivo proporcionados pelas dietas contendo alguma das formas de levedura, pois segundo Machado (39), entre os constituintes da levedura podem-se destacar enzimas como a fitase, que melhoram a disponibilidade de fósforo e outros minerais; ácidos graxos voláteis como ácido láctico e isoácidos; minerais quelatados como zinco e magnésio; antibióticos naturais; aminoácidos como glutamatos; nucleotídeos como isoniato e guanilato; que proporcionam maior palatabilidade ao alimento, melhor desempenho e maior resistência ao animal. Hisano et al. (14) citam, ainda, o alto conteúdo de vitaminas e compostos como glucanos e mananos

presentes nas leveduras, que ao se combinar com os demais ingredientes da dieta, conferem a mesma alto valor biológico.

Ressalta-se o alto desvio padrão obtido para algumas variáveis, principalmente sobrevivência. Devido a este fato, não foi encontrada diferença estatística para esta variável entre os tratamentos, sendo os casos de alto desvio padrão muito comuns em estudos de larvicultura de peixes. Uma maneira de amenizar esta ocorrência é aumentar o máximo possível o número de repetições durante a experimentação, fato que foi impossibilitado devido ao número de unidades experimentais. Vale destacar ainda, que as dietas desta pesquisa continham grandes quantidades de ingredientes de origem animal, conhecidamente de alta atratopalatabilidade, como é o caso da farinha de peixe e farinha de vísceras de aves. Dessa forma, acredita-se que se fossem utilizadas dietas com menores inclusões desses ingredientes, ou seja, com maiores níveis de ingredientes de origem vegetal, poderia sobressair o efeito da levedura, devido aos benefícios já elucidados.

Não houve diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos nos teores de matéria seca, matéria mineral e proteína bruta. Os resultados obtidos corroboram com os de Hisano et al. (34), que não encontraram diferenças na composição bromatológica de alevinos de tilápia do Nilo (2,22 g) arraçoados por 80 dias com dietas suplementadas com três níveis (1, 2 e 3%) de levedura íntegra ou autolisada, e três níveis de parede celular de levedura (0,1, 0,2 e 0,3%). Os dados de composição corporal médio da matéria seca, matéria mineral e proteína bruta dos alevinos encontrados por esses autores, foram respectivamente 18,0%, 1,05% e 15,70%.

Os dados de matéria mineral e proteína bruta da carcaça dos animais do presente estudo seguiram as tendências dos resultados obtidos por Pezzato et al. (33), que suplementaram dietas de alevinos de tilápia do Nilo (0,27g) com levedura íntegra (2,0%); levedura autolisada (2,0%) ou parede celular (0,3%) por 28 dias, e não encontraram diferenças na composição corporal dos animais.

O potencial zootécnico da tilápia muitas vezes é limitado pela alta prolificidade e maturação sexual precoce, dessa forma justifica-se a adoção de cultivo de animais monossexo masculino, com a finalidade de impedir a reprodução e otimizar o crescimento somático (34). Para obtenção de indivíduos machos, a masculinização fenotípica por via oral é o método mais utilizado em criações comerciais (41).

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas para efetividade da masculinização entre os tratamentos analisados. Esta variável está diretamente relacionada com a quantidade de hormônio ingerido. Dessa forma, como a quantidade de hormônio adicionado às rações foi a mesma (60 mg kg⁻¹), umas das hipóteses ao analisar a efetividade da masculinização com dietas contendo levedura e hormônio masculinizante seria de que a presença da levedura pudesse aumentar o consumo de ração, pela composição já elucidada, aumentando a quantidade de hormônio ingerida e, conseqüentemente, aumentando a proporção de machos.

Segundo Boscolo et al. (42), a principal forma de masculinização de tilápias na fase larval é por meio da incorporação de hormônio na ração e portanto, é de fundamental importância que os alimentos utilizados na formulação das rações para a fase larval sejam de alta atratopalatabilidade para estimular a ingestão da ração com hormônio.

Conforme citado, verificou-se consumo de ração semelhante pelos animais dos distintos tratamentos. Apesar de não significativo, as respostas de efetividade da masculinização proporcionadas pelos tratamentos contendo levedura autolisada foram superiores aos obtidos com animais que receberam levedura íntegra, dentro do mesmo nível de suplementação. Encontrou-se 6,22% a mais de indivíduos machos nos animais alimentados com 1,0% de levedura autolisada em relação aos suplementados com 1,0% de levedura íntegra. No mesmo sentido, a dieta contendo 2,0% de levedura autolisada proporcionou 8,94% mais machos quando comparado à dieta com 2,0% de levedura íntegra.

Essas respostas demonstram a necessidade de novos trabalhos, aumentando-se o número de repetições para análises de porcentagens de machos e, com isso, entender melhor a ação das formas de levedura (íntegra ou autolisada) durante este estágio de vida dos animais. Outra recomendação é mensurar a quantidade de ração consumida e não fornecida, como realizado na maioria dos trabalhos. Dessa forma, como no exemplo acima citado, apesar da ração contendo 1,0% de levedura íntegra ter sido fornecida em quantidades praticamente idênticas à ração contendo 1,0% de levedura autolisada, a primeira poderia ter sido menos ingerida e, dessa forma, ter proporcionado menores valores de efetividade de masculinização em relação à segunda.

Segundo Popma e Green (43), os processos de masculinização a partir da utilização de hormônios nem sempre são efetivos, devido à influência de muitos fatores, como a qualidade do hormônio, tipo de ração administrada e fatores ambientais (temperatura, oxigênio dissolvido, pH), entre outros, ocasionando variação nos percentuais de machos de 80 a 100%.

CONCLUSÕES

A presença (1,0 ou 2,0%) de levedura *Sacharomices cereviseae*, nas formas íntegra ou autolisada na dieta de larvas de tilápia do Nilo, da linhagem GIFT, na fase de masculinização, não beneficia o desempenho produtivo, composição bromatológica e efetividade da masculinização dos animais.

COMITE DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Todos os procedimentos realizados encontram-se de acordo com as normas e princípios éticos de experimentação animal, estabelecido pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da FMVZ/UNESP/Botucatu, sendo a pesquisa aprovada pela mesma (Protocolo nº 181/2007 – CEEA) em 06 de dezembro de 2007.

REFERÊNCIAS

1. Hayashi C, Boscolo WR, Soares CM, Meurer F. Exigência de proteína digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. Rev Bras Zootec. 2002;31(2):823-8.
2. Gupta MV, Acosta BO. From drawing board to dining table: The success story of the GIFT project. NAGA - Worldfish Center Quarterly. 2004;27(3):4-14.
3. Li SF, He XJ, Hu GC, Cai WQ, Deng XW, Zhou PY. Improving growth performance and caudal fin stripe pattern in selected F6-F8 generations of gift Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) using mass selection. Aquac Res. 2006;37(12):1165-71.
4. Oliveira SN, Ribeiro RP, Lopera NM, Candioto FB, Resende EK, Legat AP. Análise genética de três gerações de tilápia do Nilo (linhagem GIFT) utilizando o marcador RAPD. Acta Sci, Anim Sci. 2011;33(2):207-12.
5. Khaw HL, Ponzoni RW, Dnting MJC. 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. 2008;275:64-9.

6. Carvalho PRN. Levedura como fonte de micronutrientes: composição e análise de vitaminas. In: "Workshop" Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal; 1997; Campinas. Campinas: Ital; 1997. p.28-31.
7. Furuya WM, Seron S, Vargas L. Níveis de levedura desidratada spray dried na dieta de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Cienc Rural. 2000;30(4):699-704.
8. Pacheco MTB. Levedura como fonte de proteína: extração, isolamento propriedades nutritivas e funcionais. In: "Workshop" Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal; 1997; Campinas. Campinas: Ital; 1997. p.5-14.
9. Scapinello C, Furlan AC, Moreira I, Murakami AE, Oliveira PB. Utilização da levedura de recuperação (*Saccharomyces* sp), seca pelo método *spray-dry* para coelhos em crescimento. Rev Unimar. 1996;18(3):587-98.
10. Butolo JE. Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades, custo relativo a outras formas de nutrientes. In: "Workshop" Produção de biomassa de levedura: utilização em alimentação humana e animal; 1997; Campinas. Campinas: Ital; 1997. p.70-89.
11. Miyada VS. A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre o seu valor protéico e vitamínico. [Tese livre docência]. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo; 1987.
12. Berto DA. Uso da levedura desidratada na alimentação de suínos. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal; 1997; Campinas. Campinas: CBNA; 1997. p.27-50.
13. Meurer F, Hayashi C, Soares CM, Boscolo WR. Utilização de levedura *Spray-dried* na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). Acta Sci. 2000;22(2):479-84.
14. Hisano H, Pezzato LE, Barros MM, Freire ES, Zuanon JA. Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Acta Sci. 2004;26(2):171-9.
15. Sakai M, Taniguchi K, Mamoto K, Ogawa H, Tabata M. Immunoestimulant effects of nucleotide isolated from yeast RNA on carp, *Cyprinus carpio* L. J Fish Dis. 2001;24:433-8.
16. Ortuño J, Cuesta A, Rodríguez A, Esteban MA, Meseguer J. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Spaurus auratus* L.). Vet Immunol Immunopathol. 2002;85(1-2):41-50.
17. Li P, Gatlin DM. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* X *M. saxatilis*). Aquaculture. 2003;219(1-4):681-92.

18. Li P, Gatlin DM. 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*. 2004;231(1-4):445-56.
19. Li P, Lewis DH, Gatlin III DM. Dietary oligonucleotides from yeast RNA influence immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Fish Shellfish Immunol*. 2004;16(5):561-9.
20. Butolo JE. Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes alternativos na alimentação animal; Campinas; 2001. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal; 2001. p.191-8.
21. Guerrero RD. Use of androgens for production of all-male *Tilapia aurea* (Steindachner). *Trans Am Fish Soc*. 1975;104(2):342-8.
22. National Research Council - NRC. Nutrient requirements of fish. Washington, D.C.: National Academy Press; 1993.
23. Pezzato LE, Miranda EC, Barros MM, Quintero-Pinto G, Furuya WM, Pezzato AC. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootec*. 2002;31(4):1595-604.
24. Gonçalves GS, Pezzato LE, Barros MM, Kleeman GK, Falcon DR. Efeito da suplementação de fitase sobre a disponibilidade aparente de MG, Ca, Zn, Cu, Mn, Fe em alimentos vegetais pela tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. *Rev Bras Zootec*. 2005;34(6):2155-63.
25. Furuya WM, Pezzato LE, Pezzato AC, Barros MM, Miranda EC. Coeficiente de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootec*. 2001;30(4):1143-9.
26. Guimarães IG, Pezzato LE, Barros MM, Tachibana L. Nutrient digestibility of several grain products and by-products in extruded diets for Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *J World Aquac Soc*. 2008a;39(6):781-9.
27. Guimarães IG, Pezzato LE, Barros M.M. Aminoacid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquac Nutr*. 2008b;14(5):396-404.
28. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 12nd ed. Washington: AOAC International; 2000.
29. Wassermann GJ, Afonso LOB. Validation of the acetocarmin technique for evaluating phenotypic sex in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry. *Cienc Rural*. 2002;32(1):113-39.
30. ZAR JH. Biostatistical Analysis. Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall; 1999.
31. Universidade Federal de Viçosa. SAEG: sistema para análises estatísticas e genéticas: manual do usuário: versão 7.1. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1997.

32. Pezzato LE. Alimentos convencionais e não-convencionais disponíveis para indústria da nutrição de peixes no Brasil. In: Simpósio internacional sobre nutrição e crustáceos; 1995; Campos de Jordão. Campos de Jordão: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal; 1995. p.34-52.
33. Pezzato LE, Menezes A, Barros MM, Guimarães IG, Schich D. Levedura em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. Vet Zootec. 2006;13(1):84-4.
34. Hisano H, Narváez-Solarte WV, Barros MM, Pezzato LE. Desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com levedura e derivados. Pesq Agropec Bras. 2007;42(7):1035-42.
35. Watanabe AL. Suplementação de levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) e derivados na alimentação de juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) [mestrado]. Pirassununga: Universidade Estadual de São Paulo; 2006.
36. Meurer F, Hayashi C, Costa MM, Mascioli AS, Colpini LMS, Freccia A. A Levedura como probiótico na reversão sexual de tilápia-do-Nilo. Rev Bras Saude Prod Anim. 2008;9(4):804-12.
37. Valle JB. Levedura desidratada de álcool como pró-nutriente para tilápia do Nilo durante a reversão sexual. In: Simpósio brasileiro de aquicultura; 2002; Goiânia. Goiânia: SIMBRAQ; 2002. p.125.
38. Pezzato LE. Uso da levedura desidratada na alimentação de peixes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal; 1997; Campinas. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal; 1997. p.13.
39. Machado PF. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal; 1997; Campinas. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal; 1997. p.111-28.
40. Dan NC, Little DC. The culture performance of monosex and mixed-sex new-season and overwintered fry in three strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in northern Vietnam. Aquaculture. 2000;184(3-4):221-31.
41. Yasui GS, Santos LC, Shimoda E, Ribeiro-Filho OP, Calado LL, Freitas AS, et al. Masculinização de três linhagens de tilápias do Nilo utilizando o andrógeno sintético 17- α -metil-testosterona. Zootec Trop. 2007;25(4):307-10.
42. Boscolo WR, Hayashi C, Meurer F, Feiden A, Bombardelli RA, Reidel A. Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. Rev Bras Zootec. 2005;34(6):1807-12.
43. Popma TJ, Green BW. Sex reversal of tilapia in earthen ponds: Aquaculture Production Manual. Alabama: Auburn University; 1990. (Research and Development Series, n.35).

Recebido em: 03/09/2013

Aceito em: 17/04/2015