

Zinco e levedura desidratada de álcool como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.)

Hamilton Hisano¹, Luiz Edivaldo Pezzato^{1*}, Margarida Maria Barros¹, Edson de Souza Freire¹, Giovani Sampaio Gonçalves² e Jeisson Emerson Casimiro Ferrari¹

¹Departamento de Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, C.P. 560, 18618, Botucatu, São Paulo, Brasil; ²Pós-Graduação em Aqüicultura do Caunesp, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. Autor para correspondência. e-mail: epezzato@fca.unesp.br

RESUMO. Este trabalho teve como objetivo avaliar a levedura desidratada de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*) e o zinco (óxido de zinco) como pró-nutrientes em ração inicial para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). As rações experimentais, isoprotéicas (30,00% PD) e isoenergéticas (3200kcal ED/kg dieta) foram suplementadas com 3 níveis de levedura (0,5%; 1% e 2%) e 3 níveis de óxido de zinco (150, 300 e 600mg/kg). Utilizou-se, ainda, uma ração controle sem esses pró-nutrientes. Adotou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizados em esquema fatorial 3 x 3 (níveis de levedura e zinco) com tratamento adicional (controle) e 4 repetições. Avaliou-se o ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência protéica e os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta, lipídio total e energia bruta das rações experimentais. A levedura desidratada de álcool e o zinco atuam como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo, sendo que os níveis de 1% de levedura e 300mg Zn/kg dieta proporcionaram melhores respostas no desempenho produtivo e nos coeficientes de digestibilidade aparente. Houve interação positiva entre os níveis de levedura e zinco para o ganho de peso, conversão alimentar aparente e coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, lipídio total e energia bruta.

Palavras-chave: tilápia do Nilo, levedura, zinco, pró-nutriente, desempenho produtivo, digestibilidade.

ABSTRACT. Zinc and spray dried alcohol yeast as pronutrient for Nile tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus* L.). This research aimed to evaluate spray dried alcohol yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and zinc (zinc oxide) as pronutrient in initial diet for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). The experimental diets, isoproteic (30.00%DP) and isoenergetic (3200kcal DE/kg diet), were supplemented with three yeast levels (0.50, 1.00 and 2.00%) and three zinc levels (150, 300 and 600mg/kg). An additional diet with no pronutrient was used. The experiment was a factorial 3 x 3 (yeast levels and zinc) plus an additional treatment (control) and four replications in completely randomized block design. Weight gain, apparent feed conversion, specific growth rate, protein efficiency rate, and apparent digestibility coefficients for dry matter, crude protein, total lipid and gross energy of experimental diets were analyzed. The spray dried alcohol yeast and zinc acted as pronutrient for Nile tilapia fingerlings and the levels of 1.00% of yeast and 300mg Zn/kg diet, presented better responses on growth performance and on the apparent digestibility coefficient. There was a positive interaction between yeast levels and zinc on the weight gain, apparent feed conversion and apparent digestibility coefficient of the dry matter, total lipid and gross energy.

Key words: Nile tilapia, yeast, zinc, pronutrient, growth performance, digestibility

Introdução

A utilização de rações nutricionalmente balanceadas é fundamental para maximizar o potencial zootécnico do peixe. A obtenção de uma ração que atenda essa proposta depende do conhecimento das exigências nutricionais da espécie, da fase de criação, do comportamento alimentar e da sua capacidade digestória. A essas características soma-se a eficiência do processamento e a qualidade

dos ingredientes e microingredientes que melhorem sua característica nutritiva, com destaque aos pró-nutrientes.

Para que um produto seja classificado como pró-nutriente, é necessário que atue de forma favorável aumentando a eficiência e a disponibilidade dos nutrientes da ração. Um pró-nutriente pode ser definido como microingrediente de alimentação animal, usado oralmente em pequenas quantidades, que promove os valores intrínsecos de uma mistura de

nutrientes em uma ração animal (Rosen, 1996).

O zinco participa como componente ativo ou cofator para importantes sistemas enzimáticos, com papel vital ao metabolismo de lipídeos, proteínas e carboidratos. É ativo na síntese e no metabolismo de ácidos nucleicos (RNA) e proteínas, é componente essencial para mais de 80 metaloenzimas e desempenha papel importante na ação de hormônios, tais como: insulina, glucagon, corticotróficos, hormônio foliculo estimulante e hormônio luteinizante (Tacon, 1990).

A levedura contém várias vitaminas do complexo B, enzimas, ácidos graxos voláteis, minerais quelatados, estimulantes bacterianos, antibióticos naturais e peptídeos que conferem melhor palatabilidade à ração, melhor desempenho, maior resistência e menor estresse ao animal (Machado, 1997). A parede celular das leveduras possui carboidratos (20% a 35%) compostos, principalmente, por glucanas e mananas, os quais parecem atuar sobre o sistema imunológico e na prevenção da colonização de bactérias patogênicas no trato gastrointestinal do animal (Spring, 2000).

Além das características positivas apresentadas, a levedura e o zinco são microingredientes seguros ao animal, ao homem e ao meio ambiente; são adequados ao processo industrial de confecções de rações, economicamente viáveis e são aprovados internacionalmente como constituintes de rações. Com base nessas informações, o presente estudo avaliou a levedura desidratada de álcool (*S. cerevisiae*) e o zinco (óxido de zinco) como pró-nutrientes em ração inicial para tilápia do Nilo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (*Aquanutri*) do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ - Unesp, Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, unidade integrada ao Caunesp, durante o período de 90 dias.

Distribuiu-se aleatoriamente 200 alevinos de tilápia do Nilo ($1,12 \pm 0,05$ g), provenientes de uma mesma desova e revertidos sexualmente, em uma densidade de 5 por aquário, em um delineamento em blocos inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 (níveis de levedura e zinco) com tratamento adicional (controle) e 4 repetições. Foram utilizados 40 aquários circulares (volume de 250L), reabastecidos por sistema de biofiltro com aquecimento controlado por termostato digital. A temperatura da água foi aferida diariamente, e semanalmente coletou-se amostra de água, para determinação do oxigênio dissolvido e pH.

Avaliaram-se 3 níveis de levedura desidratada de álcool (0,5%; 1% e 2%) e 3 níveis de zinco (150, 300 e 600mg/kg ração) e um controle, caracterizado pela

não-suplementação desses pró-nutrientes. As rações foram formuladas de acordo com a exigência da espécie (NRC, 1993), sendo isoprotéicas (30% de PD), isocalóricas (3200kcal ED/kg ração) e contendo mesmo teor de fibra (6,6% FB) (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais (base na matéria natural).

Ingrediente (%)	Tratamento											
	L 0 Z 0	L 0,5 Z 150	L 0,5 Z 300	L 0,5 Z 600	L 1,0 Z 150	L 1,0 Z 300	L 1,0 Z 600	L 2,0 Z 150	L 2,0 Z 300	L 2,0 Z 600		
Milho	15,42	15,38	15,36	15,32	14,82	14,78	14,74	13,90	13,88	13,84		
Farelo de soja	66,30	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00		
Farelo de trigo	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00		
Zinco ¹	0,00	0,02	0,04	0,08	0,02	0,04	0,08	0,02	0,04	0,08		
Levedura	0,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00		
DL-metionina	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		
Fosfato bicálcico	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00		
Calcário	0,93	0,76	0,76	0,76	0,82	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84		
Óleo de soja	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,40	4,40		
Supl. vit/min ²	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50		
Vitamina C	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03		
Sal comum (NaCl)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20		
BHT ³	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

Levedura = L e Zinco = Z; L0,0:Z0 - Controle (0,0% L e 0,0mg/kg Zn); L0,5:Z150 (0,5% L e 150mg/kg de Zn); L0,5:Z300 (0,5% L e 300mg/kg de Zn); L0,5:Z600 (0,5% L e 600mg/kg de Zn); L1,0:Z150 (1,0% L e 150mg/kg de Zn); L1,0:Z300 (1,0% L e 300mg/kg de Zn); L1,0:Z600 (1,0% L e 600mg/kg de Zn); L2,0:Z150 (2,0% L e 150mg/kg de Zn); L2,0:Z300 (2,0% L e 300mg/kg de Zn); L2,0:Z600 (2,0% L e 600mg/kg de Zn); ¹ Óxido de zinco (74%); ² Suplemento vitamínico e mineral - *Supremais*: níveis de garantia por kg do produto: Vitaminas: A=1.200.000 UI; D3=200.000 UI; E=12.000mg; K3=2.400mg; B1=4.800mg; B2=4.800mg; B6=4.000mg; B12=4.800mg; ac. fólico=1.200mg; pantotenato Ca=12.000mg; C=48.000mg; biotina=48mg; colina=65.000mg; =24.000mg; minerais: Fe=10.000mg; Cu=600mg; Mn=4.000mg; Zn=0mg; I=20mg; Co=2mg e Se=20mg; ³ BHT = Butil hidroxi tolueno, antioxidante.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica das rações experimentais.

Composição	Tratamento											
	L 0 Z 0	L 0,5 Z 150	L 0,5 Z 300	L 0,5 Z 600	L 1,0 Z 150	L 1,0 Z 300	L 1,0 Z 600	L 2,0 Z 150	L 2,0 Z 300	L 2,0 Z 600		
Proteína bruta ¹	32,84	32,89	32,88	32,88	33,02	33,02	33,02	33,31	33,31	33,31		
Proteína digestível ¹	30,00	30,03	30,03	30,03	30,15	30,15	30,15	30,41	30,41	30,41		
Energia digestível ²	3199	3207	3206	3205	3206	3205	3204	3203	3202	3201		
Fibra bruta ¹	6,61	6,58	6,58	6,58	6,57	6,57	6,57	6,56	6,56	6,55		
Lípido total ¹	7,25	7,34	7,13	6,79	7,51	7,19	7,30	7,14	6,84	6,74		
Cálcio ¹	0,77	0,71	0,71	0,71	0,73	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74		
P disponível ¹	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77		
Zinco ³	47,3	150,4	300,6	600,3	150,7	300,1	600,6	150,5	300,7	600,4		
Metionina ¹	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,52	0,52	0,52		
Treonina ¹	1,09	1,10	1,10	1,10	1,11	1,11	1,11	1,13	1,13	1,13		
Lisina ¹	1,84	1,84	1,84	1,85	1,85	1,85	1,88	1,88	1,88	1,88		

Levedura = L e Zinco = Z; L0,0:Z0 - Controle (0,0% L e 0,0mg/kg Zn); L0,5:Z150 (0,5% L e 150mg/kg de Zn); L0,5:Z300 (0,5% L e 300mg/kg de Zn); L0,5:Z600 (0,5% L e 600mg/kg de Zn); L1,0:Z150 (1,0% L e 150mg/kg de Zn); L1,0:Z300 (1,0% L e 300mg/kg de Zn); L1,0:Z600 (1,0% L e 600mg/kg de Zn); L2,0:Z150 (2,0% L e 150mg/kg de Zn); L2,0:Z300 (2,0% L e 300mg/kg de Zn); L2,0:Z600 (2,0% L e 600mg/kg de Zn); ¹ %, ² kcal/kg, ³ mg/kg.

Os ingredientes utilizados nas rações foram moídos em moinho de facas, com peneira para se apresentarem com diâmetro máximo de 0,50mm. Estes foram homogeneizados e peletizados e, posteriormente, secos em estufa de ventilação forçada a 55°C por 24 horas. Os pélotes foram processados para a obtenção de grânulos com os diâmetros de 1; 1,7; 2 e 3,36mm, destinados às diferentes fases de crescimento.

Os peixes foram alimentados *ad libitum*, 6 vezes ao dia, 8h; 10h; 12h; 14h; 16h e 18h, em uma proporção que possibilitou máxima ingestão com mínimas perdas de dieta. Semanalmente realizou-se

limpeza dos aquários, por sifonagem, para retirada de eventuais resíduos alimentares e fezes.

Foram avaliados o ganho de peso (GP), a conversão alimentar aparente (CAA), a taxa de crescimento específico (TCE) e a taxa de eficiência protéica (TEP). Esses índices foram obtidos, respectivamente, de acordo com as seguintes fórmulas:

$GP_{(g)} = \text{peso final} - \text{peso inicial};$

$CAA = \text{alimento ingerido} / \text{ganho de peso};$

$TCE_{(\%/dia)} = 100 [(ln_{\text{peso tempo final}}) - (ln_{\text{peso tempo inicial}}) / (\text{duração do experimento})];$

$TEP = \text{ganho de peso}_{(g)} / \text{proteína ingerida}_{(g)}.$

Os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta, lipídio total e energia bruta das rações experimentais foram determinados após o período de desempenho produtivo. Foram utilizados 15 aquários de fibra de vidro (250L), dotados de sistema individual de filtragem e recirculação contínua de água, 10 circulares para alimentação e 5 para coleta de fezes, estes últimos, de formato cilíndrico e fundo cônico, favorecendo, assim, a decantação das fezes. Os 10 aquários de alimentação (tratamentos) foram divididos em 2 grupos que em dias subseqüentes foram transferidos aos 5 aquários de coleta de fezes. Tal medida foi aplicada para obtenção de 4 repetições por tratamento.

Para determinação do coeficiente de digestibilidade, utilizou-se 10 peixes provenientes do estudo de desempenho produtivo por tratamento (média de $80,00 \pm 10g$). Para minimizar os efeitos do estresse, os peixes foram mantidos em gaiolas de polietileno, as quais permitiram um rápido manejo de transferência entre os aquários.

Os peixes foram acondicionados nas respectivas gaiolas e receberam as mesmas rações experimentais (acrescidas de 0,10% de Cr_2O_3). Durante o período da manhã, os peixes eram alimentados a cada 2 horas e, no período da tarde, a cada hora. No final da tarde, as gaiolas foram transferidas aos aquários de coleta de fezes, onde permaneciam até a manhã do dia seguinte, sendo a gaiola devolvida ao respectivo aquário de alimentação. As fezes de cada aquário foram coletadas, centrifugadas a 6000 rpm/min., secas em estufa a 55°C, moídas em micro-moinho e conservadas a -20°C. Determinou-se a composição químico-bromatológica das rações e fezes, segundo a AOAC (1984) e a extração de lipídio total pela metodologia de Bligh e Dyer (1959). O óxido de crômio da ração e das fezes foi quantificado segundo Freire *et al.* (2001) e o coeficiente de digestibilidade aparente calculado segundo Nose (1966):

$$Da_{(n)} = 100 - \left[100 \left(\frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left(\frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

em que:

$Da_{(n)}$ = Digestibilidade aparente;

Cr_2O_{3r} = % de óxido de crômio na ração;

Cr_2O_{3f} = % de óxido de crômio nas fezes;

N_f = Nutriente nas fezes;

N_r = Nutrientes na ração.

A análise estatística das variáveis de desempenho produtivo e digestibilidade foi realizada a partir da técnica de análise de variância (ANOVA) para experimento em esquema fatorial 3 x 3 com tratamento adicional (Steel e Torrie, 1984). A análise inclui o contraste do tratamento controle com os demais tratamentos, bem como o estudo da interação entre os níveis de levedura e de zinco (com o respectivo desdobramento, sempre que significativo). O teste de Tukey foi utilizado na comparação múltipla das médias. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do pacote computacional SAS, no nível de 5% de significância.

Resultados e discussão

Durante o período experimental, a temperatura da água variou de 25,20 a 26,50°C, os níveis médios de oxigênio dissolvido oscilaram entre 7,40 a 8,20mg/L, e os valores de pH entre 6,50 e 7,30, considerados satisfatórios para o desenvolvimento dos peixes segundo Boyd (1990) e Arana (1997).

A Tabela 3 apresenta os resultados médios de ganho de peso, conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico e taxa de eficiência protéica dos peixes alimentados com as rações contendo diferentes níveis de levedura e zinco.

Submetendo os dados de ganho de peso (GP) à análise de variância, observou-se efeito significativo ($p < 0,05$) para o tratamento e interação entre os fatores levedura e zinco. Comparando as médias obtidas pelo teste de Tukey, pôde-se constatar diferença significativa ($p < 0,05$) entre os GP em função dos diferentes níveis de levedura e zinco.

Quando da utilização de 0,5% ou 2% de levedura para os diferentes níveis de inclusão de zinco, não foi verificada diferença significativa entre as médias de GP. Entretanto, para os tratamentos suplementados com 1% de levedura, os níveis de 300 ou 600mg Zn/kg ração diferiram significativamente daquele contendo 150mg Zn/kg ração, com tendência de melhor GP aos peixes alimentados com 300mg Zn/kg ração.

A levedura tem sido apresentada como sucedâneo protéico em rações para diversas espécies. Dessa maneira, Appelbaun (1979), estudando larvas de *Coregonus albuna*, observou boas respostas de crescimento, sendo estas atribuídas à composição química da levedura. Em trabalhos com truta arco-íris, melhores respostas foram obtidas quando este

microrganismo substituiu a caseína e a farinha de peixe nas rações experimentais (Atack e Matty, 1979; Rumsey *et al.*, 1991). A substituição de 75% da proteína da farinha de peixe pela proteína da levedura não prejudicou o desempenho produtivo de pacus (Padua, 1996). Para a carpa comum, Pezzato *et al.* (1982) recomendaram sua inclusão na ração em até 33% enquanto que Davies e Warehan (1988) propuseram a substituição de até 40% da farinha de peixe pela levedura para a tilápia mossâmbica. No entanto, Nose (1974) e Hephher (1988) afirmaram que tal prática pode resultar em menor GP em função do desbalanço em aminoácidos sulfurados.

Segundo Machado (1997), a tendência de melhor desempenho proporcionada pela levedura é explicada por sua contribuição em vitaminas do complexo B e fatores de crescimento (estimulantes bacterianos e antibióticos naturais) que proporcionam maior resistência e menor estresse aos animais. Neste estudo, a utilização de até 2% de levedura na ração teve por base certificar a ação pró-nutrientes desse alimento, que, segundo Butolo (1998, 2001) e Baccarin e Pezzato (2001), deve ser utilizada em menores níveis, como fonte de vitaminas hidrossolúveis para dietas de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Analisando os resultados para cada nível de zinco, nos diferentes níveis de inclusão de levedura, pôde-se observar que os peixes dos tratamentos, contendo 150 ou 600mg Zn/kg ração, obtiveram similares GP para as diferentes porcentagens de inclusão de levedura. Entretanto, peixes alimentados com 300mg Zn/kg ração apresentaram respostas não-diferenciadas tanto para 0,5% quanto para 2% de levedura, sendo que o tratamento que continha 300mg Zn/kg ração e 1% de levedura resultou em melhor GP ($p < 0,05$). As melhores respostas de GP podem ser consequência da interação da suplementação de levedura e zinco nas rações experimentais, refletindo a ação positiva da presença de zinco e confirmando os resultados de Sartori (1997) que observou, com essa mesma espécie, tendência de melhor GP quando da utilização de até 600mg Zn/kg ração. A utilização do zinco como pró-nutriente tem sido demonstrado em suínos com resultados significativamente positivos, conforme estudos desenvolvidos por Menten *et al.* (1992), Myada *et al.* (1993) e Bertol e Brito (1993). Esses autores observaram melhores respostas de GP com a suplementação de níveis de até 3000mg Zn/kg ração.

Submetendo os dados de conversão alimentar aparente (CAA) à análise de variância (Tabela 3), observou-se diferença estatística ($p < 0,05$) para tratamentos e interação entre os fatores em estudo. Pôde-se observar que os peixes que receberam rações contendo 0,5 ou 2% de levedura apresentaram médias de CAA semelhantes para as suplementações de 150, 300 ou 600mg Zn/kg. Verificou-se, ainda, tendência

de pior CAA do tratamento 0,5% de levedura e 600mg Zn/kg ração em relação ao mesmo nível de levedura e 150 ou 300mg Zn/kg ração. Entretanto, a inclusão de 2% de levedura proporcionou melhor CAA aos peixes que receberam a ração que continha 150mg Zn/kg.

As rações suplementadas com 1% de levedura demonstraram que diferentes níveis de zinco melhoram as respostas de CAA, sendo que 150mg Zn/kg proporcionou pior CAA quando comparado com 600mg Zn/kg. A inclusão de 300mg Zn/kg ração mostrou tendência de melhor resposta que 150mg Zn/kg ou pior resposta em relação aos que receberam 600mg Zn/kg ração. A melhora significativa da CAA atribuída à levedura, nesse estudo, contraria os resultados obtidos por Hephher (1988) quando empregou a levedura como substituto da farinha de peixe. A característica positiva no comportamento alimentar da levedura foi verificada por Pereira Da Silva e Pezzato (1999, 2000) e sua ação pró-nutrientes, por conferir a ração maior palatabilidade e melhor eficiência alimentar por Machado (1997).

Considerando cada nível de zinco em relação às suplementações de levedura, verifica-se que a suplementação com 150mg Zn/kg resultou em tendência de melhor CAA, quando da utilização de 2% de levedura. O mesmo pode ser observado para a ração com 300mg Zn/kg com 1% de levedura e para aquelas contendo 600mg Zn/kg. Os resultados obtidos de CAA, em função dos níveis de zinco, concordam com os obtidos por Menten *et al.* (1992) e Myada *et al.* (1993) em leitões na fase inicial do desenvolvimento, com níveis de até 3000mg Zn/kg ração.

Embora não haja recomendações do zinco como pró-nutriente em rações para peixes, Ogino e Yang (1978, 1979); Gatlin e Wilson (1983, 1984); Mc Clain e Gatlin (1988); Gatlin *et al.* (1991) recomendaram a inclusão de 15 a 30mg Zn/kg dieta e Lovell (1989) 100mg Zn/kg ração, quando estas forem compostas por alimentos de origem vegetal. Assim, pode-se inferir que os níveis propostos neste estudo foram suficientes para tal finalidade.

Os resultados de GP e CAA demonstraram que 1% de levedura proporcionou melhores respostas, desde que as rações contivessem 300 ou 600mg Zn/kg. Embora o nível de 1% de levedura para estes dois níveis de zinco não tenha proporcionado diferença significativa, 300mg Zn/kg ração apresentou tendência de melhor GP e 600mg Zn/kg de melhor CAA.

Os valores médios da taxa de crescimento específico (TCE), quando submetidos à análise de variância (Tabela 3), demonstraram efeito significativo para tratamentos e níveis de levedura ($p < 0,05$). Verifica-se que 0,5% de levedura resultou em melhor TCE que 2%. Entretanto, a levedura como fonte proteica para peixes pode resultar em piores

respostas para TCE, conforme demonstrado em truta arco-íris por Nose (1974). Segundo esse mesmo autor, tal característica foi resultado do desbalanço em aminoácidos e a suplementação de metionina, cistina, arginina e lisina foi suficiente para melhorar a TCE dos peixes.

Neste estudo, a levedura foi utilizada com a finalidade de potencializar os nutrientes intrínsecos das dietas, e os fatores de crescimento (estimulantes bacterianos e antibióticos naturais) podem ter sido responsáveis pela significativa melhora da TCE, confirmando a afirmação de Butolo (1998, 2001). A tendência de melhores respostas de TCE dos peixes alimentados com as rações contendo 1% de levedura refletem os resultados de GP e CAA. As médias de TCE obtidas com a adição de 1% de levedura na ração para os diferentes níveis de zinco, embora não tenham diferido estatisticamente, demonstram que 300 e 600mg Zn/kg ração também parecem indicar melhores resultados, conforme observado com o GP e CAA.

Para melhor visualização dos resultados, adotou-se o índice relativo de comparação (IRC), sendo atribuído o índice de 100% para a TCE de 3,97%/dia (ração contendo 1% de levedura e 300mg Zn/kg). Pôde-se observar que os peixes que receberam 1% de levedura e 150mg Zn/kg ração obtiveram TCE 9,66% inferior. Por outro lado, houve semelhança entre 300 e 600mg Zn/kg ração, confirmando os resultados médios de GP e CAA. Os peixes alimentados com 1% de levedura e 600mg Zn/kg apresentaram TCE apenas 1,25% inferior aos alimentados com 1% de levedura e 300mg Zn/kg ração. Tal tendência ressalta a importância desse mineral para adequada taxa de crescimento, confirmando Gatlin e Wilson (1983, 1984) e Lovell (1989).

Os dados da taxa de eficiência protéica (TEP), quando submetidos à análise de variância, (Tabela 3) não revelaram efeito significativo ($p>0,05$) para

tratamentos e demais causas de variação.

Atribuindo-se 100% a TEP média do tratamento com 1% de levedura e 600mg Zn/kg ração (IRC), observou-se tendência de melhor TEP que os tratamentos com 1% levedura e 150 ou 300mg Zn/kg ração, respectivamente, de 19,80% e 12,14%, confirmando as respostas de GP, CAA e TCE. No entanto, contrariam os resultados obtidos por Rumsey *et al.* (1991) que observaram que a inclusão de 25% de levedura nas rações de trutas arco-íris, resultou em decréscimo significativo na TEP e Baccarin e Pezzato (2001) com alevinos de tilápia do Nilo, cujas rações que continham 10% desse alimento apresentaram pior TEP em relação à ração controle. A diferença não-significativa ($p>0,05$) encontrada nesse estudo pode ser explicada pelo nível de levedura utilizado e ainda pela suplementação de zinco, uma vez que esse mineral é particularmente ativo na síntese e no metabolismo de ácidos nucleicos e proteínas (Tacon, 1990).

Na Tabela 4 apresentam-se as médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lipídio total (LT) e energia bruta (EB) das rações suplementadas com levedura e zinco. Submetendo esses resultados à análise da variância, pôde-se observar que não houve diferença significativa entre os CDA do tratamento adicional (controle) e os demais tratamentos.

Verificou-se efeito significativo ($p<0,05$) para a interação entre os fatores levedura e zinco. Quando se utilizou 0,5% de levedura, constatou-se diferença para os 3 níveis de inclusão de zinco, sendo que 150mg Zn/kg ração apresentou melhor CDA para MS. O mesmo ocorreu ($p<0,05$) com as rações contendo 1% de levedura e os níveis de zinco, sendo que a suplementada com 600mg Zn/kg apresentou melhor CDA. As rações contendo 2% de levedura e 150 e 600mg Zn/kg apresentaram CDA semelhantes, sendo estes superiores ao de 300mg Zn/kg ração.

Tabela 3. Ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE) e taxa de eficiência protéica (TEP) de alevinos de tilápia alimentados com rações contendo diferentes suplementações de levedura e zinco.

	Parâmetros de desempenho produtivo											
	GP (g)			CAA			TCE (% dia)			TEP		
Adicional	96,94			1,13			3,65			2,71		
	Zinco (mg/Kg)											
Levedura (%)	150	300	600	150	300	600	150	300	600	150	300	600
0,5	104,79 aA	99,40 abA	101,01 aA	1,19 aA	1,20 aA	1,23 bA	3,81	3,19	3,72	2,59	2,51	2,59
1,0	87,69 aA	117,59 bB	115,03 aB	1,24 aB	1,05 aAB	1,01 aA	3,62	3,97	3,92	2,51	2,75	3,13
2,0	94,43 aA	88,05 aA	95,58 aA	1,08 aA	1,24 aA	1,15 abA	3,66	3,51	3,67	2,69	2,61	2,61
CV	11,24			10,66			5,42			10,31		
Adicional x fatores*	ns			ns			ns			ns		
Efeito Levedura*	0,05			ns			0,05			ns		
0,5	101,74			1,21			3,77ab			2,56		
1,0	106,77			1,10			3,83 b			2,79		
2,0	92,69			1,16			3,61 a			2,64		
Efeito Zinco*	ns			ns			ns			ns		
150	95,64			1,17			3,69			2,59		
300	101,68			1,17			3,75			2,62		
600	103,88			1,13			3,77			2,77		
Levedura x Zinco*	0,05			0,05			ns			ns		

Letra minúscula na comparação de levedura para cada nível de zinco (coluna) Letra maiúscula na comparação de zinco para cada nível de levedura (linha) Médias seguidas da mesma letra

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente (%) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), lipídio total (LT) e energia bruta (EB) de alevinos de tilápia alimentados com rações contendo diferentes suplementações de levedura e zinco.

	Coeficientes de digestibilidade aparente (%)											
	MS			PB			LT			EB		
Adicional	67,17			89,64			83,98			69,22		
	Zinco (mg/Kg)											
Levedura (%)	150	300	600	150	300	600	150	300	600	150	300	600
0,5	67,48 bC	65,52 bA	66,54 aB	89,18	89,61	89,03	78,07 aB	72,34 aA	79,43 aB	71,64 bB	68,13 abA	70,57 bB
1,0	65,22 aB	64,08 aA	67,63 bC	88,82	88,67	89,71	80,47 abA	83,98 bAB	87,86 bB	70,19 aB	67,49 aA	70,79 bB
2,0	67,10 bB	65,65 bA	66,57 aB	88,85	88,91	89,36	85,16 bA	86,34 bA	85,61 bA	71,26 abB	68,83 bA	68,99 aA
CV	0,43			1,15			2,87			0,86		
Adicional x fatores*	ns			ns			ns			ns		
Efeito Levedura*	0,01			ns			0,01			ns		
0,5	66,51			89,27			85,70			70,11		
1,0	66,44			89,06			84,10			69,69		
2,0	65,64			89,04			76,61			69,49		
Efeito Zinco*	0,01			ns			0,05			0,01		
150	66,91			89,37			84,30			71,03		
300	66,60			89,06			81,23			70,12		
600	65,08			88,95			80,88			68,15		
Levedura x Zinco*	0,01			ns			0,01			0,01		

Letra minúscula na comparação de levedura para cada nível de zinco (coluna); Letra maiúscula na comparação de zinco para cada nível de levedura (linha); Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); * Nível de P.

Os níveis de 150 ou 300mg Zn/kg ração resultaram em similares CDA para MS tanto para suplementação de 0,5% quanto para 2% de levedura. Entretanto, estes foram superiores ao observado para 1% de levedura. Para 600mg Zn/kg ração, o melhor CDA foi proporcionado quando a ração continha 1% de levedura, enquanto que para 0,5% e 2% de levedura, nesse mesmo nível de zinco, não se observou diferença significativa.

Submetendo os valores dos CDA da PB (Tabela 4) à análise de variância, não se observou efeito significativo ($p > 0,05$) para os tratamentos e demais causas de variação. Destaca-se que os CDA da fração protéica foram bem próximos, com valores médios que variaram entre 88,67% e 89,71%.

Por meio da análise de variância aplicada aos valores de CDA para LT (Tabela 4), verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) para tratamento e para a interação entre levedura e zinco. Pôde-se observar que 0,5% de levedura e 150 ou 600mg Zn/kg ração resultaram em melhores CDA para LT, sendo que estes não diferiram entre si, porém diferiram de 300mg Zn/kg ração. Para 1% de levedura, o melhor CDA para LT foi proporcionado pela ração que continha 600mg Zn/kg. Entretanto, os tratamentos com 2,00% de levedura e 150, 300 ou 600mg Zn/kg ração apresentaram similar CDA.

Pôde-se, também, observar que as rações contendo 150mg Zn/kg apresentaram tendência de melhor CDA para LT em função do aumento no teor de levedura, sendo que a ração com 2% de levedura apresentou melhor CDA que 0,5% ($p < 0,05$). Por outro, lado as rações com 300 ou 600mg Zn/kg, apresentaram menor CDA quando a ração continha 0,5% de levedura. Entretanto, as rações com 300 ou 600mg Zn/kg e 1% ou 2% de levedura não diferiram significativamente.

Os valores de CDA para EB (Tabela 4), quando submetidas à análise de variância, demonstraram efeito estatisticamente significativo para tratamento e interação entre os diferentes níveis de levedura e zinco ($p < 0,05$). As rações com 0,5% de levedura e 150 ou 600mg Zn/kg, proporcionaram similar CDA para EB. Por outro lado, este mesmo nível de levedura e 300mg Zn/kg ração diferiu significativamente dos níveis acima apresentados. O mesmo ocorreu quando do emprego de 1% de levedura para estes mesmos níveis de zinco nas rações. Entretanto, as rações com 2% de levedura e 300 ou 600mg Zn/kg resultaram em similar CDA e inferiores ao que continha 150mg Zn/Kg.

A ração que continha 0,5% de levedura e 150mg Zn/kg apresentou melhor CDA para EB que aquela com 1% de levedura e o mesmo nível de zinco. Observa-se, ainda, que essa ração apresentou semelhante CDA daquela com 2% de levedura e 150mg Zn/kg e que esta não diferiu da ração com 1% de levedura 150mg Zn/kg. Comportamento similar foi apresentado pela ração com 300mg Zn/kg, embora as rações com esse nível de zinco e 0,5 ou 1% de levedura tenham revelado semelhante CDA. As rações com 600mg Zn/kg e 0,5 ou 1% de levedura revelaram similar CDA e superiores aquela com 2% de levedura.

A interação significativa dos níveis de levedura e zinco nos CDA da MS, LT e EB é explicada, segundo Tacon (1990), pela ação desse mineral como cofator de sistemas enzimáticos, com ação significativa no metabolismo de lipídios, proteínas e carboidratos. A levedura contém vitaminas do complexo B, minerais, aminoácidos, nucleotídeos e antibióticos que também contribuem para esse efeito.

Os resultados deste estudo demonstram que a levedura e o zinco podem atuar positivamente sobre

os parâmetros avaliados. A ação destes dois microingredientes foi significativa com interação para GP, CAA e para os CDA da MS, LT e EB. É importante destacar que para a TCE, embora não tenha sido observada interação, a presença da levedura melhorou significativamente esses resultados ou com tendência positiva, como no caso da taxa de eficiência protéica.

Em função dos resultados obtidos, pode-se concluir que a levedura desidratada de álcool (*Sacharomyces cerevisiae*) e o zinco (óxido de zinco) atuam como pró-nutrientes para alevinos de tilápia do Nilo; que os níveis de 1% de levedura e 300mg Zn/kg ração proporcionam melhores respostas de desempenho produtivo e de digestibilidade aparente para alevinos desta espécie e que existe interação positiva entre os níveis de levedura e de zinco para o ganho de peso, a conversão alimentar aparente e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, lipídio total e energia bruta.

Agradecimentos

Às seguintes empresas pelo apoio científico: ICC Com. Export. Import. Ltda, Açucareira Zillo Lorenzetti S.A. e Supremais Produtos Bioquímicos Ltda.

Referências

- APPELBAUN, S. The suitability of alkan-yeast (hydrocarbon grown) as a first nutrient for *Coregonus albuna* fry. In: HALVER, J.E.; TEWS, K. (Ed.). *Finfish nutrition and fish feed technology*. 1.ed. Berlin: Heeneman Verlag, 1979. p.515-524.
- ARANA, L. V. *Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura*. 1.ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 1997.
- AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 12ed. Washington, D.C.: 1984.
- ATAK, J. A.; MATTY, A. J. The evaluation of some single cell proteins in the diet for rainbow trout. II. The determination of net protein utilization, biological values and true digestibility. In: HALVER, J.E.; TEWS, K. (Ed.). *Finfish nutrition and fish feed technology*. 1.ed. Berlin: Heeneman Verlag, 1979. p.261-273.
- BACCARIN, A. E.; PEZZATO, L. E. Efeito da levedura desidratada de álcool em dietas para tilápia do Nilo. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.36, p.549-556, 2001.
- BERTOL, T. M.; BRITO, B. G. Efeito da retirada gradual do óxido de zinco da dieta sobre o desempenho e mortalidade por doença do edema em leitões após o desmame. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6., 1993, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Conselho Regional de Medicina Veterinária, 1993. p.154.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, Ottawa, v.37, p.911-916, 1959.
- BOYD, C. E. *Water quality in ponds for aquaculture*. 4.ed.

Auburn: Auburn University, 1990.

BUTOLO, J. E. Agentes antimicrobianos em rações de aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.237-254.

BUTOLO, J. E. Leveduras vivas e termolizadas na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES ALTERNATIVOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.191-198.

DAVIES, S.; WAREHAM, H. A preliminary evaluation of industrial single cell protein in practical diets for tilapia (*Oreochromis mossambicus*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.73, p.189-199, 1988.

FREIRE, E. S. *et al.* Determinação de Cr₂O₃ utilizado como marcador de rações em fezes de peixes por GFAAS após mineralização em forno de microondas. In: ENCONTRO REGIONAL DE QUÍMICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 13., 2001, Araraquara. *Anais...* Araraquara: Sociedade Brasileira de Química, 2001. p.73.

GATLIN, D. M.; WILSON, R. P. Zinc requirement of fingerling channel catfish. *J. Nutr.*, Bethesda, v.113, p.630-635, 1983.

GATLIN, D. M.; WILSON, R. P. Dietary zinc supplementation of practical channel catfish diets. *Aquaculture*, Amsterdam, v.41, p.31-36, 1984.

GATLIN, D. M. *et al.* Dietary zinc requirement of the red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, Amsterdam, v.92, p.259-265, 1991.

HEPHER, B. *Nutrition of pond fishes*. 1.ed. London: Cambridge University Press, 1988.

LOVELL, T. *Nutrition and feeding of fish*. 1.ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.

MACHADO, P. F. Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1997, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1997. p.111-128.

Mc CLAIN, W. R.; GATLIN, D. M. Dietary zinc requirement of *Oreochromis aureus* and the effects of calcium and phytate on zinc bioavailability. *J. World Aquacult. Soc.*, Baton Rouge, v.19, p.103-108, 1988.

MENTEN, J. F. M. *et al.* Suplementação de alto nível de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.368.

MYADA, V. S. *et al.* Avaliação de níveis crescentes de zinco dietético suplementar como promotor de crescimento de leitões na fase de creche. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.383.

NAS-NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals. 1.ed. Washington, D.C.: 1993.

- NOSE, T. Effects of amino acids supplemented to petroleum yeast on growth of rainbow trout fingerlings - I. A preliminary experiment. *Bull. Freshw. Fish. Res. Lab.*, Hino, v.24, n.1, p.57-63, 1974.
- NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. In: SYMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISH FEED TECHNOLOGY, 1966, Belgrade. *Proceedings...* Belgrade: Eifac/FAO, 1966. p.15sc II-7.
- OGINO, C.; YANG, G. Y. Requirement of rainbow trout for dietary zinc. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, Konan Minato, v.44, p.1015-1018, 1978.
- OGINO, C.; YANG, G. Y. Requirement carp for dietary zinc. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, Konan Minato, v.45, p.967-969, 1979.
- PADUA, D. M. C. *Utilização da levedura alcoólica (Saccharomyces cerevisiae) como fonte protéica na alimentação de juvenis de pacu (Piaractus mesopotamicus): Aspectos metabólicos e de desempenho produtivo*. 1996. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista - Campus de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista.
- PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Respostas da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) à atratividade e palatabilidade de ingredientes utilizados na alimentação de peixes. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.29, n.5, p.1273-1280, 2000.
- PEREIRA-DA-SILVA, E. M.; PEZZATO, L. E. Comportamento alimentar de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) frente a diferentes ingredientes alimentares. *Acta Scientiarum, Maringá*, v.21, n.2, p.297-301, 1999.
- PEZZATO, L. E. *et al.* Levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) de álcool de cana de açúcar como fonte protéica na alimentação da carpa (*Cyprinus carpio*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19., 1982, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1982. p.467.
- ROSEN, G. D. Feed additive nomenclature. *World's Poul. Sci. J.*, London, v. 52, p.53-57, 1996.
- RUMSEY, G. L. *et al.* Effect of high dietary concentration of brewers dried yeast on growth performance and liver uricase in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Anim. Feed Sci. Technol.*, Amsterdam, v.33, p.177-183, 1991.
- SARTORI, T. C. F. *Aspectos ultra-estruturais do epitélio da mucosa do intestino de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) sob dieta contendo diferentes concentrações de zinco*. 1997. Dissertação (Mestrado em Anatomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.
- SAS-STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. *User's guide statistics*, 5.ed. New York: Cary. 1995.
- SPRING, P. Yeast's secret weapon aids animal production. *Feed Mix (special)*, Minneapolis, v.1, p.32, 2000.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, S.H. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach*. 2.ed. Auckland: Mc Graw-Hill International, 1984.
- TACON, A.G.J. Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. The essential nutrients. 1.ed. Washington, D.C.: Argent Laboratories Press-Redmond, 1990.

Received on June 17, 2003.

Accepted on February 03, 2004.