

DIGESTIBILIDADE APARENTE DE RAÇÕES CONTENDO LEVEDURA ÍNTEGRA, LEVEDURA AUTOLISADA E PAREDE CELULAR PELA TILÁPIA DO NILO

Hamilton HISANO ¹; Fernanda Garcia SAMPAIO ²; Margarida Maria BARROS ³;
Luiz Edivaldo PEZZATO ³

RESUMO

Os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta de rações suplementadas com levedura íntegra (1,0; 2,0 e 3,0%), levedura autolisada (1,0; 2,0 e 3,0%) e parede celular (0,1; 0,2 e 0,3%), desidratadas por *spray dried*, além de um controle (isenta dos ingredientes teste) foram avaliadas para tilápia do Nilo. Foram utilizados um total de 80 peixes (83,0±8,5g), alojados em dez aquários de 250 L para alimentação e quatro de mesmo volume para a coleta de fezes, ambos dotados de sistema de recirculação contínua de água, com filtro físico-biológico e temperatura controlada. As rações que receberam levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular apresentaram, em média, coeficientes de digestibilidade aparente superiores ao controle. Conclui-se que a suplementação da levedura e derivados proporcionam melhora no coeficiente de digestibilidade aparente das rações experimentais, e que os níveis estimados de suplementação com 2,13 a 2,36% de levedura autolisada apresenta resultado de digestibilidade superior.

Palavras-chave: *Saccharomyces cerevisiae*, *Oreochromis niloticus*, glucanos, mananos

APPARENT DIGESTIBILITY COEFFICIENT OF DIETS SUPPLEMENTED WITH WHOLE YEAST, AUTOLYZED YEAST AND YEAST CELL WALL BY NILE TILAPIA

ABSTRACT

Apparent digestibility coefficient of dry matter, crude protein, ether extract, gross energy, of diets supplemented with spray dried whole yeast (1.0; 2.0 e 3.0%), autolyzed (1.0; 2.0 e 3.0%), yeast cell wall (0.1; 0.2 e 0.3%) plus a additional diet with no yeast and yeast derivatives were evaluated to Nile tilapia. Eighty juveniles (83.0±8.5g) were placed in eight 250L aquaria for feeding and four aquaria of the same volume for collecting faecal samples. Both sets were equipped with flow-trough recirculation system provided with mechanical and biological filter. Diets supplemented with whole yeast, autolyzed yeast, and yeast cell wall presented, as mean, superior apparent coefficient digestibility than control. It can be concluded that supplementation of yeast and yeast derivatives improve apparent coefficient digestibility of experimental diets and diets supplemented with estimated level of 2.13-2.36% autolyzed yeast shows better digestibility.

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, *Oreochromis niloticus*, glucans, mannans

Artigo Científico: Recebido em: 09/02/2007; Aprovado em: 26/10/2007

¹ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, km 253,6, CEP 79804-970, Caixa Postal 661, Dourados, MS.
E-mail: lhisano@cpao.embrapa.br.

² Aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

³ Professores do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, UNESP-FMVZ, Botucatu, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

A utilização constante de antibióticos e quimioterápicos em rações para organismos aquáticos têm provocado diversos problemas de resistência em determinadas cepas patogênicas. Alguns ingredientes, principalmente os de comprovada biossegurança se apresentam como potenciais substitutos ao uso destes compostos, dentre os quais se destacam a levedura íntegra e alguns derivados do seu processamento, tais como levedura autolisada, polissacarídeos da parede celular e nucleotídeos. A levedura e derivados do seu processamento estão sendo suplementados em rações para algumas espécies de peixes com respostas positivas sobre parâmetros de desempenho produtivo, sistema imunológico e aumento de resistência contra infecções bacterianas (SAKAI *et al.*, 2001; ORTUÑO *et al.*, 2002; LI e GATLIN, 2003, 2004). Além disso, a inclusão da levedura íntegra e principalmente a levedura autolisada, melhoram a taxa de eficiência alimentar e a digestibilidade das rações (HISANO *et al.* 2004; WATANABE, 2006).

O Brasil é um dos maiores produtores de levedura de cana do mundo e segundo MORENO (2002), a produção na safra de 2001/2002 foi de 45 mil toneladas, sendo aproximadamente metade da produção destinada ao mercado interno (alimentação de aves e suínos) e a outra metade destinada ao mercado externo, cujos principais compradores foram países do sudeste asiático, como Indonésia e Tailândia, que utilizam a levedura na alimentação de camarões e peixes. Segundo informações de BUTOLO (2002), para cada 1000L de álcool etílico produzidos, são gerados de 20 a 30kg de levedura seca, o que pode proporcionar um potencial de produção de 400-600 mil toneladas de levedura originária da fermentação da cana, de acordo com a estimativa da produção da safra de 2006/2007 de 20 bilhões de litros de álcool apresentando no AGRIANUAL (2006).

A levedura autolisada é obtida por indução de autodigestão ou rompimento mecânico (ASSIS, 1996) e consiste no conteúdo total da célula lisada, incluindo os componentes hidrossolúveis, as proteínas solúveis e a parede celular. Para obtenção do extrato de levedura é necessária a separação da parede celular por meio de centrifugação (SGARBIERI *et al.* 1999). Nas indústrias de alimentos destinados ao consumo humano, derivados do processamento da levedura, tais como a levedura autolisada e o extrato de levedura são amplamente utilizados, no entanto, são poucas as informações sobre os níveis de inclusão e a

melhora do aproveitamento dos nutrientes em rações para peixes suplementadas com estes produtos.

Com base nestas informações, o presente estudo teve por objetivo determinar o coeficiente de digestibilidade aparente de rações suplementadas com levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular para as frações matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e, aminoácidos essenciais e não essenciais, pela tilápia do Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi realizada no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (*AquaNutri*), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com a exigência nutricional para a espécie apresentada no National Research Council (1993), sendo isoprotéicas (32,0% de PD), isocalóricas (3200 kcal ED/kg ração) e suplementadas com levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular (*Saccharomyces cerevisiae*) originários de usinas de álcool de cana de açúcar, posteriormente processados e desidratados (*spray dried*). Estes produtos foram incluídos nos seguintes níveis: 1,0; 2,0 e 3,0% para as leveduras íntegra (LI) ou levedura autolisada (LA) e 0,1; 0,2 e 0,3% para a parede celular (PC). A ração controle foi caracterizada pela não utilização dos ingredientes em estudo. Dessa forma, foram obtidas dez rações (tratamentos) com quatro repetições. Todas as rações foram acrescidas de 0,1% de óxido de cromo III (Cr_2O_3), utilizado como marcador externo inerte (Tabela 1).

Todos os ingredientes utilizados nas rações experimentais foram moídos em moinho de facas, com diâmetro menor que 0,5mm. Os ingredientes foram homogeneizados em misturador automático (*Ação Científica*) e, posteriormente peletizadas, empregando-se matrizes para obtenção de grânulos com os diâmetros de 2,0 e 3,5 mm, os quais foram destinados às fases inicial e final do experimento, respectivamente.

Utilizou-se para determinar os CDA das rações, a metodologia proposta por PEZZATO *et al.* (2002). Assim, dez aquários circulares com volume de 250 L, de fibra de vidro, foram utilizados para alimentação dos peixes e cinco aquários de coleta de fezes com o mesmo volume, confeccionado em fibra de vidro de formato cilíndrico e fundo cônico para

favorecer decantação das fezes. Tanto os aquários de alimentação, como os aquários de coleta de fezes eram dotados de sistema de recirculação contínua

de água, composto por filtro físico e biológico e, sistema digital para manter constante a temperatura da água (27,0°C).

Tabela 1. Composição percentual e químico bromatológica das rações experimentais (matéria original)

Ingrediente (%)	Controle	Tratamento								
		Levedura íntegra			Levedura autolisada			Parede celular		
		1,0%	2,0%	3,0%	1,0%	2,0%	3,0%	0,1%	0,2%	0,3%
Farelo de soja	66,00	66,00	65,50	65,00	66,00	65,50	65,00	66,00	66,00	66,00
Fubá de milho	17,00	16,00	15,50	15,00	16,00	15,50	15,00	16,90	16,80	16,70
Farelo de trigo	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40	8,40
Levedura íntegra	-	1,00	2,00	3,00	-	-	-	-	-	-
Levedura autolisada	-	-	-	-	1,00	2,00	3,00	-	-	-
Parede celular	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,20	0,30
DL-metionina	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Fosfato bicálcico	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90	3,90
Óleo de soja	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59
Suplem. vit/min ¹	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
NaCl	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Cr ₂ O ₃	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Composição (%)										
PD (%) ⁽³⁾	32,43	32,89	33,08	33,05	32,75	32,89	33,01	31,60	31,74	31,77
ED (kcal/kg) ⁽⁴⁾	3212	3273	3360	3342	3393	3382	3391	3292	3362	3353
FB (%)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
EED (%) ⁽⁵⁾	3,89	3,90	4,01	3,71	3,88	3,76	3,77	3,96	4,12	3,90
Cálcio (%)	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Pdisp. (%) ⁽⁶⁾	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Metionina (%)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Treonina (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lisina (%)	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70

¹ Suplemento vitamínico e mineral (Supre Mais): nível de garantia por kg do produto: Vit. A = 1.200.000 UI; vit. D3 = 200.000 UI; Vit. E = 12.000mg; Vit. K3 = 2.400mg; Vit. B1 = 4.800mg; vit. B2 = 4.800mg; Vit. B6 = 4.000mg; biotina = 48mg; colina = 65.000mg; niacina = 24.000mg; Fe= 10.000mg; Cu = 600mg; Mn = 4.000mg; Zn = 6.000mg; I =20mg; Co = 2mg e Se = 20mg;

² Vitamina C : sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico - 42% de princípio ativo.

³ BHT = (antioxidante) = Butil hidroxi tolueno.

⁴ PD= Proteína digestível, Valores determinados, por meio do coeficiente de digestibilidade aparente para proteína das rações experimentais.

⁵ ED= energia digestível, Valores determinados, por meio do coeficiente de digestibilidade aparente para energia das rações experimentais.

⁶ EED= extrato etéreo digestível. Valores determinados, por meio do coeficiente de digestibilidade aparente para extrato etéreo das rações experimentais.

⁷ Pdisp.= Fósforo disponível. Cálculos realizados com base nos valores apresentados por Gonçalves (2003).

Os peixes foram alojados em dez gaiolas plásticas, uma para cada tratamento experimental. O período de adaptação prévio das rações experimentais foi de

uma semana. Durante o período da manhã, os peixes foram alimentados a cada duas horas e, no período da tarde, a alimentação foi intensificada a cada hora.

Este manejo foi aplicado ao grupo (cinco aquários de alimentação) do qual seriam coletadas as fezes, diferindo do outro grupo por não se intensificar a alimentação. Foram efetuadas quarenta coletas, caracterizando quatro repetições por tratamento, durante período de 2 semanas.

As análises químico-bromatológicas das rações e das fezes foram realizadas pelo Laboratório da Mogiana Alimentos (Labtec-Alta Tecnologia), segundo padrões da Association of Official Analytical Chemists (1990). A concentração de cromo foi determinada no Laboratório de Química Analítica do Departamento de Química do Instituto de Biociências da UNESP - Campus de Botucatu, segundo metodologia proposta por BREMER NETO *et al.* (2003). O coeficiente de digestibilidade aparente foi calculado com base na seguinte fórmula:

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

Onde:

Da(n) = Digestibilidade aparente;

Cr₂O_{3r} = % de óxido de cromo na ração;

Cr₂O_{3f} = % de óxido de cromo nas fezes;

N_r = Nutrientes na ração;

N_f = Nutrientes nas fezes.

O estudo estatístico das variáveis de desempenho produtivo, coeficiente de digestibilidade aparente foram realizados a partir da técnica de análise de variância (STELL e TORRIE, 1984). A análise incluiu os contrastes ortogonais entre totais de tratamentos (levedura íntegra, levedura autolisada e parede celular), bem como a análise de polinômio ortogonal para estimativa do nível ótimo de suplementação. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do programa computacional SAS Institute (1985).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental a temperatura da água variou de 25,2 a 26,5°C. Os níveis médios de oxigênio dissolvido oscilaram entre 7,4 a 8,2 mg/L, valores considerados satisfatórios para o desenvolvimento dos peixes (BOYD, 1990). Os valores de pH obtidos no presente estudo variaram de 6,5 a 7,3. Segundo ARANA (1997) as águas com

valores que compreendem a faixa de 6,5 a 9,0 de pH são as mais adequadas para a produção de peixes.

Na Tabela 2 encontram-se apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e extrato etéreo (EE) das rações experimentais contendo os diferentes níveis de suplementação de levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) e parede celular (PC) para juvenis de tilápia do Nilo.

Os valores médios dos CDA da MS e EB quando submetidos à análise de variância revelaram diferenças significativas (P<0,01) para tratamentos (Tabela 2). Pode-se observar que o desdobramento dos graus de liberdade de tratamentos, constituído pelos contrastes ortogonais entre totais de tratamentos revelou que o CDA da MS e EB das rações contendo LA diferiram (P<0,01) daquelas rações contendo LI e PC. Por meio desse tipo de comparação, foi possível detectar que a suplementação de LA melhorou o CDA destas variáveis. Os valores digestíveis da MS e EB refletem quantitativamente a qualidade da ração, uma vez que seu CDA representa a soma da digestibilidade dos nutrientes que a constitui. Em função do rompimento da parede celular durante o processo de autólise, alguns componentes intracelulares podem estar mais disponíveis, melhorando o aproveitamento de alguns nutrientes.

Os valores médios do CDA da PB foram significativos (P<0,01) para os totais de tratamentos. Por meio dos contrastes ortogonais foi possível verificar que o CDA da PB dos grupos contendo LI e LA diferiram (P<0,01) do grupo PC, no entanto, quando se comparou LI e LA, não foram detectadas diferenças significativas. Para o CDA do EE, não se observou diferença entre os totais dos grupos LI, LA e PC.

A suplementação dos diferentes níveis de LI revelou diferença significativa no CDA da MS, sendo encontrado efeito polinomial quadrático (P<0,01), o qual pode ser expresso pela equação $Y = 70,38 + 3,73x - 0,97x^2$, com o melhor CDA apresentado pela inclusão de 1,91% de LI na ração.

Para a suplementação de LA, também houve diferença significativa entre os diferentes níveis estudados para CDA da MS, revelando efeito polinomial quadrático (P<0,01) expresso pela equação $Y = 69,99 + 4,78x - 1,01x^2$, com o melhor CDA apresentado pela inclusão de 2,36% de LA na ração.

Tabela 2. Média dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) das rações contendo levedura íntegra e seus derivados para tilápia do Nilo

	Variável			
	MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (%)
Tratamento	(p<0,01)	(p<0,01)	ns	(p<0,01)
LI ⁽¹⁾ x LA ⁽²⁾	(p<0,01)	ns	ns	(p<0,01)
LI x PC ⁽³⁾	ns	(p<0,01)	ns	ns
LA x PC	(p<0,01)	(p<0,01)	ns	(p<0,01)
<i>Levedura Íntegra</i>	MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (%)
ANOVA Tratamento	(p<0,01)	ns	ns	(p<0,01)
Coefficiente de variação (%)	0,76	0,22	1,80	0,99
Modelo quadrático	(p<0,01)	ns	ns	(p<0,01)
Ponto de máxima	1,91	-	-	2,19
Coefficiente de correlação (%)	89,00	-	-	86,00
Controle	70,35	90,54	95,08	71,54
LI 1,0%	73,24	90,08	94,91	74,95
LI 2,0%	73,84	90,82	95,39	75,46
LI 3,0%	72,83	90,77	95,41	75,21
<i>Levedura Autolisada</i>	MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (%)
ANOVA Tratamento	(p<0,01)	ns	ns	(p<0,01)
Coefficiente de variação (%)	0,82	0,57	2,00	1,33
Modelo quadrático	(p<0,01)	-	-	(p<0,01)
Ponto de máxima	2,36	-	-	2,13
Coefficiente de correlação (%)	85,00	-	-	87,00
Controle	70,35	90,54	95,08	71,54
LA 1,0%	72,69	90,37	95,36	75,41
LA 2,0%	76,58	91,38	95,81	78,84
LA 3,0%	74,86	90,52	94,83	76,74
<i>Parede Celular</i>	MS (%)	PB (%)	EE (%)	EB (%)
ANOVA Tratamento	(p<0,01)	ns	ns	(p<0,01)
Coefficiente de variação (%)	0,87	0,90	2,66	1,36
Modelo quadrático	(p<0,01)	ns	ns	(p<0,01)
Ponto de máxima	0,30	-	-	0,29
Coefficiente de correlação (%)	70,00	-	-	71,00
Controle	70,35	90,54	95,08	71,54
PC 0,1%	70,99	88,84	93,57	72,80
PC 0,2%	75,31	89,14	93,97	76,01
PC 0,3%	73,99	89,63	94,71	75,27

¹ LI = levedura íntegra; ² LA = levedura autolisada; ³ PC = parede celular;

Coefficientes dos contrastes ortogonais: LAxLI (Co=0, LI 1%=1, LI 2%=1, LI 3%=1, LA 1%=-1, LA 2%=-1, LA 3%=-1, PC 0,1%=0, PC 0,2%=0, PC 0,3%=0); LIXPC (Co=0, LI 1%=1, LI 2%=1, LI 3%=1, LA 1%=0, LA 2%=0, LA 3%=0, PC 0,1%=-1, PC 0,2%=-2, PC 0,3%=-3); LAxPC (Co=0, LI 1%=0, LI 2%=0, LI 3%=0, LA 1%=1, LA 2%=1, LA 3%=1, PC 0,1%=-1, PC 0,2%=-1, PC 0,3%=-1);

ns = não significativo.

O acréscimo de PC em rações para tilápia do Nilo melhorou o CDA da MS, demonstrando efeito polinomial quadrático (P<0,01), que pode ser

expresso pela equação $Y=69,88+29,83x-48,91x^2$, com o melhor CDA apresentado pela inclusão de 0,3% de PC na ração.

A ação positiva da levedura sobre a digestibilidade da MS confirmou os resultados obtidos por HISANO *et al.* (2004), quando avaliaram o CDA de diferentes dietas contendo levedura e zinco. Estes autores observaram melhora e interação positiva entre os níveis de LI e do Zn sobre os a digestibilidade da MS, quando da utilização de 1,0% de LI e 300 mg de Zn/kg de ração.

Os diferentes níveis de suplementação não resultaram em efeito significativo em relação aos CDA da PB das rações do grupo LI, LA e PC. O mesmo foi encontrado para os CDA do EE das rações, demonstrando que os níveis de inclusão destes produtos (LI, LA e PC) não resultaram em diferenças dentro de cada grupo para a digestibilidade do EE das rações.

Assim como observado nesta pesquisa (Tabela 2), a melhora no CDA da PB foi constatada por MARTIN *et al.* (1993), quando trabalharam com a truta arco-íris e concluíram que a digestibilidade da fração protéica elevou-se com o acréscimo da biomassa de levedura de petróleo nas dietas. Confirmam, ainda, SOUZA e MATTOS (1989) que em pesquisa com o tambacu, destacaram o efeito interativo entre nutrientes e o elevado valor nutritivo da LI na dieta. SOUZA e MATTOS (1989) concluíram que a presença da LI melhorou significativamente a digestibilidade das dietas, possibilitando um índice médio de 82,86% de digestibilidade para a PB e DABROWSKI *et al.* (1980) que alimentaram alevinos de truta arco-íris com levedura de petróleo e constataram que o ácido nucléico da dieta reduziu a motilidade do intestino, aumentando desta forma o tempo disponível para a digestão e a absorção de proteínas e minerais.

O CDA da EB da ração contendo LI revelou efeito polinomial quadrático ($P < 0,01$) expresso pela equação $Y = 71,65 + 3,89x - 0,91x^2$, com o melhor CDA apresentado pela inclusão de 2,0% de LI na ração. Para a LA, pode-se observar efeito polinomial quadrático ($P < 0,05$) com a equação $Y = 71,29 + 6,37x - 1,49x^2$, sendo o nível ótimo estimado em 2,13% de LA. O mesmo efeito polinomial quadrático ($P < 0,01$) foi observado para PC, representado pela equação $Y = 71,25 + 29,37x - 50,0x^2$, com o melhor CDA estimado de 0,29% de PC na ração.

Todas as rações que receberam LI, LA e PC apresentaram, em média, CDAs superiores ao controle, especialmente as rações que continham LA. Durante o processo de autólise, o rompimento da espessa parede celular melhora a disponibilidade

do conteúdo celular. Segundo MACHADO (1997), entre o grupo de nutrientes presentes na levedura, existe várias vitaminas do complexo B, enzimas que melhoram a eficiência alimentar, como fitase e enzimas digestivas, ácidos graxos voláteis como ácido lático e isoácidos, minerais quelatados como o zinco e o magnésio, fatores de crescimento como estimulantes bacterianos e antibióticos naturais, aminoácidos como glutamatos, nucleotídeos como isoniatos e guanilatos e peptídeos como hidrolisados de proteína, que proporcionam maior palatabilidade ao alimento, melhor desempenho, maior resistência e menor estresse ao animal alimentado com levedura. De acordo com essas informações, pode-se inferir que os melhores resultados apresentados pelas rações suplementadas com LA, possa ter ocorrido pela maior disponibilidade desses elementos acima citados, que proporcionaram melhor aproveitamento dos nutrientes.

Os resultados deste estudo permitem concluir que a suplementação da levedura e derivados proporcionam melhora no coeficiente de digestibilidade aparente das rações experimentais, e que a levedura autolisada apresenta resultado de digestibilidade superior, quando nos níveis estimados entre 2,13 a 2,36%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. 2006 Anuário da agricultura brasileira. 10.ed. São Paulo. FNP Consultoria e Comércio.
- ARANA, L.V. 1997 *Princípios químicos de qualidade da água em Aqüicultura*. Florianópolis: Ed. UFSC.
- ASSIS E.M. 1996 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. *Anais...Campinas, Brazil: ITAL*, pp 41-51.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. 1990 *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 15th ed. Arlington: AOAC.
- BOYD, C.E. 1990 *Water quality management in ponds for fish culture*. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- BREMER NETO, H., GRANER, C.A.F., PEZZATO, L.E., PADOVANI C.R. 2003 Diminuição do teor

- de óxido de cromo (III) usado como marcador externo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.2, p.249-255.
- BUTOLO, J.E. 2002 Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Campinas, CBNA. 429p.
- DABROWSKI, K.; HASSARD, S.; QUINN, J.; PITCHER, T.J.; FLINN, A.M. 1980 Effect of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and on the utilization of the diet. *Aquaculture*, v.21, p.213-232.
- 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.
- 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 feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *M. saxatilis*). *Aquaculture*, v.219, p.681-692.
- MACHADO, P.F. 1997 Uso da levedura desidratada na alimentação de ruminantes. In: Simpósio sobre tecnologia da produção e utilização da levedura desidratada na alimentação animal. Anais... Campinas, Brazil: CBNA, pp 111-128.
- MARTIN, A.M.; GODDARD, S.; BEMISTER, P. 1993 Production of *Candida utilis* as aquaculture feed. *Journal of Science Food and Aquaculture*, v.61, p.363-370.
- MORENO, A. 2002 Levedura seca é mercado em expansão. *Jornal da Cana*, Agosto, n.104, p. 20.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1993 *Nutrient Requirements of Fish*. National Academic Press, Washington, 114p.
- ORTUÑO, J.; CUESTA, A.; RODRÍGUEZ, A.; ESTEBAN, M.A.; MESEGUER, J. 2002 Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Spaurus auratus* L.). *Veterinary Immunology and Immunopathology*, v.85, p.41-50.
- PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.; QUINTERO-PINTO, G.; 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.
- SAKAI, M.; TANIGUCHI, K.; MAMOTO, K.; OGAWA, H.; TABATA, M. 2001 Immunoestimulant effects of nucleotide isolated from yeast RNA on carp, *Cyprinus carpio* L. *Journal of Fish Disease*, v.24, p.433-438.
- SAS Institute Inc. SAS 1985 *User's guide statistics*, 5 ed, Cary, NC: SAS Institute Inc.1985. 956p.
- SGARBIERI, V.C.; ALVIM, I.D.; VILELA, E.S.D. 1999 Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces* sp.) para uso como ingredientes na formulação de alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.2, n.1,2, p.119-125.
- SOUZA, R.R.P.; MATTOS, W.R.S. 1989 Digestibilidade aparente da proteína em dietas para o híbrido do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26., 1989. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.231.
- STELL, R.G.D.; TORRIE, S.H. 1984 *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2 ed. Auckland: Mc Graw-Hill International. 633 p.
- WATANABE, A.L. 2006 *Suplementação de levedura desidratada (Saccharomyces cerevisiae) e derivados na alimentação de juvenis de pacu (Piaractus mesopotamicus)*. 2006. 96f. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga).