

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE APARENTE DA LEVEDURA ÍNTEGRA, DA LEVEDURA AUTOLISADA E DA PAREDE CELULAR PELA TILÁPIA-DO-NILO

HAMILTON HISANO,¹ FERNANDA GARCIA SAMPAIO,² MARGARIDA MARIA BARROS³ E
LUIZ EDIVALDO PEZZATO³

-
1. Embrapa Agropecuária Oeste, BR 163, Km 253,6, CEP 79804-970, Caixa Postal 661, Dourados, MS. E-mail: hhisano@cpao.embrapa.br
2. Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP
3. Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Botucatu, SP

RESUMO

A composição nutricional e os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta, aminoácidos essenciais e aminoácidos não essenciais da levedura de álcool íntegra, levedura autolisada e parede celular *spray dried* foram avaliados para tilápia-do-nilo. Utilizou-se um total de oitenta peixes (83,0±8,5g), alojados em oito aquários de 250 L para alimentação e quatro de mesmo volume para a coleta de fezes, todos eles dotados de sistema de recirculação contínua de água, com filtro físico-biológico e temperatura controlada.

Procedeu-se à avaliação dos resultados por meio do índice relativo de comparação, atribuindo-se o índice 100% ao nutriente da levedura íntegra. Concluiu-se que a levedura íntegra apresenta alto teor protéico e boa digestibilidade para os nutrientes e aminoácidos. Além disso, concluiu-se também que o processo de autólise confere melhora na digestibilidade para matéria seca, proteína, energia e a maior parte dos aminoácidos essenciais e não-essenciais, e que a parede celular não deve ser utilizada como fonte protéica, sugerindo seu uso como alimento funcional.

PALAVRAS-CHAVES: Aminoácidos, *Oreochromis niloticus*, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

NUTRITIONAL COMPOSITION AND APPARENT DIGESTIBILITY COEFFICIENT OF WHOLE YEAST, AUTOLYZED YEAST AND YEAST CELL WALL BY NILE TILAPIA

Nutritional composition and apparent digestibility coefficient of dry matter, crude protein, ether extract, gross energy, essential amino acids and non essential amino acids of spray dried whole yeast, autolyzed yeast and yeast cell wall 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 recirculating system provided with mechanical and biological filter.

The results were analyzed through comparative relative index and the 100% value corresponded to the whole yeast nutrients. It can be concluded that the whole yeast contains high protein level and good apparent digestibility to nutrients and amino acids; autolysis process improves the dry matter, crude protein, gross energy and the most of essential and non essential amino acids apparent digestibility. Moreover yeast cell wall must not be used as protein source but is suggested as functional foodstuff in Nile tilapia diets.

KEY WORDS: Amino acids, *Oreochromis niloticus*, *Saccharomyces cerevisiae*.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos ingredientes a serem utilizados para compor rações para peixes se torna imprescindível para melhor precisão e ajuste das formulações. Com isso evita-se que haja falta ou excesso de nutrientes e, dessa forma, proporciona-se a elaboração de um produto adequadamente balanceado, minimizando o seu custo de produção e o impacto ao meio ambiente.

De acordo com CHO (1987), a determinação da digestibilidade de uma matéria-prima é o primeiro cuidado quando se pretende avaliar seu potencial de inclusão numa ração para peixes. O conhecimento da digestibilidade dos coprodutos e subprodutos da agroindústria tem viabilizado o uso de uma série de alimentos em rações balanceadas para peixes, dentre os quais se pode destacar a levedura desidratada de cana-de-açúcar.

O Brasil é um dos maiores produtores de levedura do mundo. Segundo MORENO (2002), a produção de levedura desidratada de cana na safra de 2001-2002 foi de 45 mil toneladas. Aproximadamente metade da produção é destinada ao mercado interno (alimentação de aves e suínos) e a outra metade ao mercado externo. Os principais compradores são países do sudeste asiático, como Indonésia e Tailândia, que utilizam a levedura na alimentação de camarões e peixes.

Atualmente, a levedura íntegra e alguns derivados do seu processamento, tais como levedura autolisada, polissacarídeos da parede celular e nucleotídeos, estão sendo suplementados em rações para algumas espécies de peixes. As repostas são positivas sobre parâmetros de desempenho produtivo, com melhora no sistema imunológico e aumento de resistência contra infecções bacterianas (SAKAI, 1999; ORTUÑO et al. 2002; LI & GATLIN, 2003, 2004).

A levedura autolisada é preparada 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 neces-

sária 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, o valor biológico e o aproveitamento dos nutrientes na alimentação de organismos aquáticos.

Com base nessas informações, o presente estudo teve por objetivos, além de caracterizar a composição nutricional da levedura íntegra de álcool desidratada, da levedura autolisada e da parede celular, também determinar o coeficiente de digestibilidade aparente desses alimentos para as frações matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e, aminoácidos essenciais e não-essenciais, pela tilápia-do-nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se uma pesquisa no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (AquaNutri), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, sendo formuladas quatro rações. A de referência é denominada purificada, segundo o Instituto de Nutrição Americano (INA, 1977), e foi elaborada com base na proteína da albumina e gelatina. Na formulação das demais, substituiu-se parte da ração referência pelo ingrediente-teste. Para avaliação da levedura íntegra (LI) e da levedura autolisada (LA), promoveu-se a substituição de 30% da ração-referência, e para parede celular (PC), 10%. Para avaliação da parede celular, a substituição por parte da ração referência foi menor, no sentido de padronizar o conteúdo de polissacarídeos não-amiláceos em todas as rações experimentais próximas de 10,0% (HOUGH, 1990). Acrescentou-se às rações 0,1% de óxido de cromo-III (Cr_2O_3), como marcador externo inerte (Tabela 1).

Para o preparo das rações experimentais, a massa previamente homogeneizada e umedecida foi peletizada em equipamento automático (ação científica) com matriz de 5,0mm. Posteriormente

te, elas foram secas em estufa de ventilação forçada 55,0°C por doze horas e, em seguida, fracionadas para obtenção de grânulos de 3,6mm.

TABELA 1. Composição percentual da ração purificada referência (base na matéria original).

Ingrediente	(%)
Albumina	32,00
Gelatina	7,70
Amido de milho	44,58
Celulose	6,00
Antioxidante (BHT) ⁽¹⁾	0,02
Óleo de soja	6,00
Fosfato bicálcico	3,00
Sal comum (NaCl)	0,10
Suplemento vitamínico e mineral ⁽²⁾	0,50
Oxido de crômio	0,10
Total	100,00

¹ BHT = Butil hidroxi tolueno;

² Suplemento vitamínico e mineral (*Supre Mais*): níveis de garantia por kg de ração: Vitaminas: A=600 UI; D3=1.000 UI; E=60 mg; K3=12 mg; B1=24 mg; B2=24 mg; B6=20 mg; B12=24 mg; Ac. fólico=6 mg; pantotenato de Ca=60 mg; C=240 mg; biotina=0,24mg; colina=325 mg; niacina=120mg; minerais: ferro=50 mg; cobre=3 mg; manganês=20 mg; zinco=150 mg; iodo=0,10 mg; cobalto=0,01 mg e selênio=0,10 mg.

Empregaram-se oito aquários circulares com volume de 250L para alimentação dos peixes e quatro aquários de coleta de fezes com o mesmo volume, confeccionados em fibra de vidro de formato cilíndrico e fundo cônico, numa densidade de dez peixes por aquário com peso médio de 83,0±8,5g. Ambos os aquários possuíam sistema de recirculação contínua de água, com filtro físico-biológico e temperatura controlada por meio de termostato. O oxigênio dissolvido (mg/L) e pH foram aferidos semanalmente, respectivamente por meio de oxímetro e peagâmetro digitais. Aferiu-se diariamente a temperatura da água dos aquários, às 8:00 e 16:00 horas.

Distribuíram-se dez peixes de 83,0±8,5g em cada aquário, onde permaneceram por sete dias nos tanques de alimentação, para adaptação às instalações, ao manejo e às rações experimentais. Para obtenção das fezes os peixes eram arraoados fora do sistema coletor de fezes (PEZZATO et al., 2004). Coletaram-se as fezes de cada um dos aquários, sendo coletadas para secar em estufa a 55,0°C. Depois elas foram moídas em

micromoinho e conservadas a -20,0°C. O período de coleta para cada alimento foi de cinco dias. Agruparam-se as amostras de cada tratamento para posterior análise.

Realizaram-se as análises químico-bromatológicas e a determinação dos aminoácidos da levedura íntegra, derivados do seu processamento, rações e fezes, no Laboratório de Alta Tecnologia (Labtec-Mogiana Alimentos S.A.), segundo padrões da AOAC (1990). Utilizou-se o fator de correção (5,8) para o nitrogênio protéico de leveduras. Determinou-se a concentração de crômio 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. (2005). Calculou-se o coeficiente de digestibilidade aparente com base nas seguintes fórmulas:

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

em que:

Da(n) = digestibilidade aparente; Cr₂O₃r = % de óxido de crômio na ração; Cr₂O₃f = % de óxido de crômio nas fezes; Nr = nutrientes na ração; Nf = nutriente nas fezes.

$$CDa(ing) = \frac{CD_{(rt)} - b \cdot CD_{(rb)}}{a}$$

em que:

CDa(ing) = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente; CD(rt) = coeficiente de digestibilidade aparente da ração com o ingrediente teste; CD(rb) = coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal; b = percentagem da ração basal; a = percentagem do ingrediente teste.

Para comparação dos resultados obtidos, empregou-se o índice relativo de comparação (IRC%). Atribuiu-se o índice 100% a cada um dos nutrientes da levedura íntegra.

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.

Os valores totais, os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e os valores digestíveis

(VD) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), aminoácidos essenciais (AAE) e aminoácidos não-essenciais (AANE) da levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) e parede celular de levedura (PC) encontram-se na Tabela 2. Trata-se de valores que expressam a composição químico-bromatológica obtida com base na matéria seca.

TABELA 2. Valores totais, coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) e valores digestíveis (VD) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e aminoácidos (AA) da levedura íntegra (LI), levedura autolisada (LA) e parede celular de levedura (PC) (base na matéria seca).

Nutriente	Levedura íntegra			Levedura autolisada			Parede celular		
	Total	CDA	VD	Total	CDA	VD	Total	CDA	VD
MS (%)	94,27	77,86	73,40	94,79	85,90	81,42	94,61	88,23	83,47
PB (%)	49,17	69,64	34,24	34,44	72,20	24,87	34,82	34,70	12,08
EE (%)	0,12	94,82	0,11	0,15	93,78	0,14	0,06	93,20	0,06
EB (Kcal/kg)	4409	73,56	3243	4169	86,53	3607	4310	86,20	3716
AAE (g/100g Proteína)									
Arginina	5,02	89,47	4,49	4,09	88,69	3,63	4,71	78,04	3,67
Histidina	2,44	84,14	2,05	2,12	81,28	1,72	2,30	64,54	1,48
Isoleucina	6,51	65,43	4,26	4,96	63,60	3,15	6,20	29,22	1,81
Leucina	8,66	68,29	5,91	7,69	70,84	5,45	8,61	40,18	3,46
Lisina	8,85	76,51	6,77	7,93	76,79	6,09	8,76	48,34	4,23
Metionina	1,30	75,17	0,98	1,45	80,03	1,16	1,29	54,37	0,70
Fenilalanina	5,25	73,15	3,84	4,56	74,50	3,40	5,14	51,19	2,63
Treonina	6,95	48,92	3,40	6,79	48,29	3,28	7,35	36,20	2,66
Valina	7,83	65,59	5,13	6,15	66,95	4,12	7,43	35,87	2,66
AANE (g/100g Proteína)									
Ácido Aspártico	13,04	76,48	9,97	12,51	77,17	9,65	13,21	50,26	6,64
Ácido Glutâmico	13,34	78,07	10,41	13,07	79,20	10,35	14,07	60,06	8,45
Alanina	7,79	58,18	4,53	7,40	64,24	4,75	7,52	26,83	2,02
Cistina	0,71	78,80	0,60	0,87	84,03	0,73	0,63	75,30	0,47
Glicina	5,41	76,51	4,14	4,79	80,29	3,84	5,17	69,44	3,59
Serina	6,02	83,39	5,02	6,53	84,61	5,52	6,83	90,16	6,16
Prolina	4,35	68,33	2,99	4,67	70,24	3,28	3,73	43,85	1,63
Tirosina	1,83	61,83	1,31	2,32	75,47	1,75	2,12	40,36	0,85

A LI apresentou maior conteúdo em PB (49,17%), em relação à LA (34,44%) e PC (34,82%). Os valores de PB encontrados nesta pesquisa para LI e PC estão próximos aos obtidos por SGARBIERI et al. (1999), os quais foram, respectivamente, de 48,74% e 32,70%, assim como os determinados por GAIOTTO (2005), para PC (33,63%) e LA (32,46%). Entretanto, os mesmos resultados foram superiores aos teores protéicos para LI de 30,%, encontrados por

BUTOLO (1997), 33,70% por PEZZATO et al. (2004), 33,50% por ROSTAGNO (2000) e inferior ao apresentado por RUMSEY et al. (1991) para LI (52,60%) e LA (53,60%).

A LA apresentou teor protéico inferior ao descrito por SGARBIERI et al. (1999) e VILELA et al. (2000). Segundo procedimentos de fracionamento da biomassa de levedura sugeridos por KOLLAR et al. (1992) e SGARBIERI et al. (1999), o processo de autólise pode diferir de

acordo com a metodologia adotada. A variação dos teores de proteína bruta entre a levedura autolisada utilizada neste experimento e a apresentada na literatura pode ser mais bem compreendida em virtude das particularidades de cada metodologia de produção.

Os teores de EE encontrados nesta pesquisa para LI (0,12%), LA (0,15%) e PC (0,06%) se revelaram inferiores ao determinado por HORII (1997) para LI (2,00%), por RUMSEY et al. (1991) para LI (1,70%) e LA (2,10%) e aos valores (0,14%; 0,42% e 0,51%, respectivamente, para LI, LA e PC) encontrados por GAIOTTO (2005). Essa diferença pode ser explicada, segundo BUTOLO (1997), pelo fato de o conteúdo de EE e dos demais nutrientes da levedura sofrer variação por causa do substrato utilizado para o seu crescimento.

Pode-se observar (Tabela 2) que a LI apresentou os maiores teores de AAE e de AANE (g/100g proteína). Ressalta-se que na LI os níveis dos aminoácidos metionina (1,30%) e lisina (8,85%), os quais são considerados, respectivamente, 1^o e 2^o aminoácidos essenciais limitantes para a tilápia-do-nylo, se mostram, pelo IRC, inferiores na PC em aproximadamente 0,77% para metionina e 1,02% para lisina. A lisina foi inferior em 10,39% na LA, quando comparada à LI.

Os resultados obtidos para o CDA demonstram diferenças entre os valores de digestibilidade para os nutrientes dos três ingredientes estudados. Tais diferenças ressaltam a importância dos valores digestíveis para comparar diferentes ingredientes, uma vez que a LI, quando comparada à LA e à PC, apresenta maiores valores de PB, EB e AAE e AANE (Tabela 2).

Quando se comparou o CDA da LI e LA, observa-se que a LA apresentou CDA superiores: 10,32% para a MS, 3,67% para a PB e 17,63% para a EB. Os CDA se mostraram ainda semelhantes ou maiores para os AAE e para os AANE, com destaque ao CDA da metionina, o qual na LA foi superior em 6,46% em relação à LI. Os CDA da MS determinados nesta pesquisa foram de 77,86% para a LI, 85,90% para a LA e 88,23% para PC. Em pesquisa avaliando diversos alimentos protéicos e energéticos para tilápia-do-

nylo, PEZZATO et al. (2004) obtiveram 67,75% CDA para a MS da LI. Trata-se de resultado que é considerável, visto que o valor é superior ao encontrado pelos autores citados.

Pode-se observar, na Tabela 2, que os CDA da PB foram respectivamente de 69,64% para a LI, 72,20% para a LA e 34,70% para a PC. O CDA da PB para a LI foi semelhante ao observado (71,54%) em pintados *Pseudoplatystoma coruscans* por GAIOTTO (2005). No entanto, é inferior ao valor determinado por PEZZATO et al. (2004) de 88,58%, para a tilápia-do-nylo. Por outro lado, LEE (2002) observou que, para a espécie *Sebastes schlegeli*, a LI apresentou baixa digestibilidade para fração protéica, destacando que esse microorganismo deve ser preferencialmente utilizado como aditivo alimentar em rações para organismos aquáticos, graças ao seu conteúdo em nutrientes essenciais, aos fatores de crescimento não-específico e à sua ação atrativa em rações para peixes.

Houve tendência de melhora na digestibilidade da proteína da LA, demonstrando que esse tipo de processamento aumenta o CDA da PB. RUMSEY et al. (1991) observaram que o rompimento da parede celular aumentou em mais de 30% o CDA da fração protéica em relação a LI em truta arco-íris. Durante o processo de autólise, há rompimento da parede celular, de modo que esse produto consiste no conteúdo total da célula lisada (ASSIS, 1996), o que torna a fração protéica do citoplasma mais disponível para os peixes.

A parede celular apresentou baixo CDA para PB. Por isso, não deve ser utilizada como fonte protéica para compor rações completas para tilápia-do-nylo. As leveduras são compostas por heteropolissacarídeos estruturados em complexos de carboidratos e proteínas, tais como mananoproteínas e glucano (JOHNSON et al., 1980), que podem comprometer a sua eficiência de utilização, assim como de outros nutrientes (BUTOLO, 1997).

O CDA da EB apresentado nesta pesquisa (Tabela 2) para a LI (73,56%) se mostrou inferior ao encontrado por PEZZATO et al. (2004), com essa mesma espécie. Esses autores concluíram que a LI se destacou, por apresentar os maiores

valores digestíveis, obtendo um CDA de 86,00%. No entanto, quando se comparou o resultado de CDA da EB (62,60%) para truta arco-íris obtidos por RUMSEY et al. (1991), registrou-se pior digestibilidade em relação ao encontrado no presente estudo para LI.

No sentido de destacar essas diferenças, aplicou-se o IRC%, atribuindo-se o índice de 100% aos valores de digestibilidade para a LI. Assim, podem-se observar as diferenças existentes entre os CDA apresentados pela LI, pela LA e pela PC. A PC apresentou um CDA 13,31% maior para a MS e 17,18% para a EB, quando comparado à LI. Entretanto, o CDA da PB da LI foi 50,17% maior que o apresentado pela PC. Isso revela que a complexa estrutura de carboidratos e proteínas da PC, por um lado, compromete a utilização da proteína e, por outro, melhora o CDA para MS e EB pela tilápia-do-nylo.

Trata-se de resultados que explicam os CDA dos aminoácidos semelhantes da LI e a LA para os AAE e os AANE, com destaque para a lisina e a metionina (Tabela 2). Igualmente observado para a PB, os CDA da PC refletem a baixa qualidade de sua proteína. Uma vez comparado à LI, a PC apresenta menores CDA para os AAE e AANE. Baixos valores de digestibilidade da PC foram encontrados para os aminoácidos limitantes (lisina e metionina), sendo inferiores aos mesmos aminoácidos da LI em 36,82% e 27,67% respectivamente.

A LA apresentou CDA e valores digestíveis superiores aos da LI e PC para a maioria dos nutrientes e aminoácidos avaliados. Essa diferença pode ser elucidada em função do processo de autólise, que provoca o rompimento da espessa parede celular da levedura, melhorando o aproveitamento de alguns nutrientes. A PC apresentou proteína de baixa qualidade. No entanto, a complexidade dos polissacarídeos constituintes de sua parede celular que comprometem a digestibilidade da fração protéica pode beneficiar a população de bactérias probióticas, além de influenciar na melhora do sistema imunológico de peixes e camarões.

CONCLUSÕES

A levedura íntegra apresenta alto teor protéico e boa digestibilidade para nutrientes e aminoácidos. O processo de autólise da levedura melhora a digestibilidade da matéria seca, proteína e energia da maior parte dos aminoácidos, e a parede celular não deve ser utilizada como fonte protéica, sugerindo seu uso como alimento funcional.

REFERÊNCIAS

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Gaithersburg: Maryland, 1990.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade da água em Aqüicultura**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1997.
- ASSIS, E. M. Componentes da parede celular de leveduras: proteínas e polissacarídeos de interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos, Campinas, SP, 1996. In: WORKSHOP PRODUÇÃO DE BIOMASSA DE LEVEDURA: UTILIZAÇÃO EM ALIMENTAÇÃO HUMANA E ANIMAL, 1996, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: ITAL, 1996, p. 41-51.
- BOYD, C. E. **Water quality management in ponds for fish culture**. New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1990.
- BREMER NETO, H.; GRANER, C. A. F.; PEZZATO, L. E.; PADOVANI C. R. Determinação de rotina do cromo em fezes, como marcador biológico, pelo método espectrofotométrico ajustado da 1,5-difenilcarbazida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 691-697, 2005.
- BUTOLO, J. E. Uso da levedura desidratada na alimentação de aves, Campinas, SP, 1997. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1997, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1997. p. 51-83.
- CHO, C. Y. La energía en la nutrición de los peces. In: ESPINOSA, J. M.; LABARTA, U. **Nutrición en acuicultura II**. Madrid: Madrid-España, 1987. p. 197-237.
- GAIOTTO, J. R. **Utilização de levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) e seus subprodutos na**

- alimentação de juvenis de pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*)**. 2005. 87f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) – Universidade de São Paulo.
- HORII, J. Tecnologia da produção de levedura desidratada visando à qualidade do produto final, Campinas, SP, 1997. In: SIMPÓSIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DA LEVEDURA DESIDRATADA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 1997, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CBNA, 1997. p. 7-25.
- HOUGH, J. S. **Biotecnología de la cerveza y de malta**. Zaragoza: Acribia, 1990. 104 p.
- INA. Report of the American Institute of Nutrition ad hoc committee on standards for nutritional studies. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 107, p. 1340-1348, 1977.
- JOHNSON, E. A.; VILLA, T. G.; LEWIS, M. J. Phaffia rhodozyma as an astaxanthin source in salmonid diets. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 20, p. 123-134, 1980.
- KOLLAR, R.; STURDIK, E.; SAJBIDOR, J. Complete fractionation of *Saccharomyces cerevisiae* biomass. **Food Biotechnology**, New York, v. 6, n. 3, p. 225-237, 1992.
- LEE, S. M. Apparent digestibility coefficients of various feed ingredients for juvenile and grower rockfish (*Sebastes schlegeli*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 207, p. 79-95, 2002.
- LI, P.; GATLIN III, D. M. Evaluation of brewers yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 219, p. 681-692, 2003.
- LI, P.; GATLIN III, D. M. Dietary brewers yeast and the prebiotic GrobionicTMAE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 231, p. 445-456, 2004.
- MORENO, A. Levedura seca é mercado em expansão. **Jornal da Cana**, ago. n. 104, p. 20, 2002.
- ORTUÑO, J.; CUESTA, A.; RODRÍGUEZ, A.; ESTEBAN, M. A.; MESEGUER, J. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus auratus* L.). **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 85, p. 41-50, 2002.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA E. C.; BARROS, M. M.; FURUYA, W. M.; QUINTERO-PINTO, L. G. Digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e, a energia digestível de alguns alimentos alternativos pela tilápia-domilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 329-338, 2004.
- ROSTAGNO, H. S. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Ed. UFV, 2000.
- RUMSEY, G. L.; HUGHES, S. G.; SMITH, R. R.; KINSELLA, J. E.; SHETTY, K. J. Digestibility and energy values of intact, disrupted and extracts from brewer's dried yeast fed to rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 33, n. 3, p. 185-193, 1991.
- SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 172, p. 63-92, 1999.
- SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D.; VILELA, E. S. D.; BALDINI, V. L. S.; BRAGAGNOLO, N. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces* sp.) para uso como ingredientes na formulação de alimentos. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1, 2, p. 119-125, 1999.
- VILELA, E. S. D.; SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D. Determinação do valor protéico de células íntegras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.). **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 185-192, 2000.

Protocolado em: 19 out. 2006. Aceito em: 7 nov. 2007.