

Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo

Carolina Nunes Costa^{1*}, Leandro Portz², Hamilton Hisano³, Janice Isabel Druzian⁴ e Carlos Alberto da Silva Ledo⁵

¹ Departamento de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 521700-900, Recife, Pernambuco, Brasil. ² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ³ Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. ⁴ Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil. ⁵ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: carolncosta@yahoo.com.br

RESUMO. Rações isoproteicas (30% PD) e isoenergéticas (3.200 kcal kg⁻¹) foram formuladas, utilizando-se a silagem ácida de resíduo de camarão branco como fonte proteica alternativa em cinco diferentes níveis de inclusão 0, 4, 8, 12 e 16%. Foram utilizados 200 peixes com peso médio de 7,2 ± 0,5 g, distribuídos aleatoriamente em 20 tanques de 100 L cada, numa densidade de dez peixes tanque⁻¹, em sistema de recirculação de água fechado. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram avaliados parâmetros de desempenho produtivo e composição centesimal do tecido muscular em alevinos de tilápia, alimentados três vezes por dia, até a saciedade aparente, durante 60 dias. Foram observados efeito quadrático (p < 0,05) para ganho de peso; taxa de eficiência proteica; taxa de crescimento específico e retenção de proteína; efeito linear (p < 0,05) para consumo; conversão alimentar e lipídio bruto no tecido muscular. A silagem ácida do resíduo do camarão *L. vannamei* proporciona melhores resultados de desempenho, sem alterações prejudiciais no tecido muscular, quando utilizada em 2,75% de inclusão em rações para alevinos de tilápia do Nilo.

Palavras-chave: aquicultura, alimento alternativo, *Oreochromis niloticus*.

ABSTRACT. Acid silage of shrimp *Litopenaeus vannamei* waste in Nile tilapia diets.

Isoproteic (30% DP) and isoenergetic (3,200 kcal kg⁻¹) diets were formulated using acid silage of shrimp waste as alternative protein source at five levels (0, 4, 8, 12 and 16%). Two hundred fish (7.2 ± 0.5 g) were randomly distributed in 20 tanks of 100 L at a density of 10 fish tank⁻¹ in a closed recirculation water system. The experiment was accomplished in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates. Growth performance and proximal composition parameters of the muscular tissue were evaluated to tilapia fed three times a day to satiation during sixty days. Quadratic effect (p < 0.05) to weight gain, protein efficiency ratio, specific growth rate, protein retention, and linear effect (p < 0.05) to feed consumption, feed conversion rate and gross lipid in muscular tissue were observed. The acid silage of shrimp *L. vannamei* waste provide better growth performance, without losses in proximate composition of the muscular tissue, with 2.75% of inclusion in fingerling Nile tilapia diets.

Key words: aquaculture, alternative feedstuff, *Oreochromis niloticus*.

Introdução

O processo de industrialização do pescado no Brasil tem crescido com o surgimento de grandes indústrias de beneficiamento, no entanto, representativo volume é desperdiçado durante a captura, comercialização e os processos industriais, chegando a perdas de até 65% da matéria-prima (BOSCOLO et al., 2001).

A carcinicultura brasileira vem crescendo desde a década de 70, quando foram implantados os primeiros cultivos de camarão marinho em sistema extensivo. O Nordeste é responsável por aproximadamente 97% da

produção nacional de camarões, estimada em 75.904 toneladas (CUNHA et al., 2006).

No caso do camarão marinho, a cabeça representa aproximadamente 33% do seu peso corporal, e grande parte é descartada como material residual, causando grandes problemas ambientais. Somente no ano de 2000, cabeças de camarão da espécie *Litopenaeus vannamei* constituíram aproximadamente 8.250 t da produção brasileira total de 25.000 t de camarão (NUNES, 2001).

Uma alternativa sustentável e viável seria transformar o resíduo desse camarão em silagem

para utilização em rações para organismos aquáticos. De acordo com Oetterer (2002), resíduos sólidos de peixe, de camarão e de bivalves podem ser preservados na forma de silagem e posteriormente utilizados como alternativa para substituição da farinha de peixe.

Nesse sentido, a silagem de pescado apresenta potencial como fonte proteica alternativa, em função da semelhança com a matéria-prima, fornecendo proteína de boa qualidade, alta digestibilidade, baixo custo e, conseqüentemente, reduzindo o preço final da ração (SEIBEL; SOUZA-SOARES, 2003; VIDOTTI et al., 2003; HISANO; PORTZ, 2007).

Segundo Kleeman et al. (2009), os peixes cultivados em cativeiro necessitam de dietas com alto teor proteico para atingirem taxas economicamente viáveis de crescimento. Sendo assim a silagem de resíduo de camarão se destaca, podendo ser utilizada na alimentação dos peixes, devido ao seu alto conteúdo proteico 40% PB e pela digestibilidade superior a 70% para matéria seca, proteína e energia e aminoácidos essenciais (CAVALHEIRO et al., 2007; FAGBENRO; BELLO-OLUSOJI, 1997). Além disso, apresenta altos níveis de ácidos graxos poli-insaturados ômega 3, como o eicosapentanoico (EPA) e docosahexanoico (DHA), que possuem propriedades nutricionais e funcionais para os organismos aquáticos (GUILLOU et al., 1995).

Estudos recentes também demonstram que a farinha de crustáceos pode melhorar a saúde e promover melhor crescimento de peixes em função da presença de alto conteúdo em quitina presentes no exoesqueleto (GOPALAKANNAN; ARUL, 2006). A quitina, quando administrada em rações para peixes, atua como imunostimulante e auxilia na proteção contra agentes bacterianos (ANDERSON; SIWICKI, 1994; SAKAI, 1999; ESTEBAN et al., 2001).

Considerando-se essas informações, realizou-se este estudo com o objetivo de se avaliar a silagem de camarão branco *Litopenaeus vannamei* como proteína alternativa em rações para tilápia do Nilo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição de Peixes do Núcleo de Estudos em Pesca e Aquicultura, do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Estado da Bahia.

O laboratório foi equipado com 20 tanques de polietileno (100 L) em sistema fechado de recirculação de água (com troca total a cada 3h), com filtro biológico e aeração forçada por difusores. A

iluminação do ambiente foi controlada por sete lâmpadas de halogênio de 80 W e fotoperíodo de 12L:12E. Diariamente foram aferidos os seguintes parâmetros de qualidade de água: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, amônia total e alcalinidade total.

Foram formuladas cinco rações isoproteicas (30% PB) e isoenergéticas (3.200 kcal ED kg⁻¹) com diferentes níveis de inclusão: 0, 4, 8, 12 e 16% de silagem do resíduo do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* (Tabela 1).

Tabela 1. Ingredientes, composição e custo das rações com diferentes níveis de inclusão de silagem do resíduo do camarão.

Table 1. Ingredients, composition and cost of diets with different levels of inclusion of silage of shrimp waste.

Ingredientes Ingredients	Silagem (%) Silage					Custo (US\$ t ⁻¹) Cost
	0	4	8	12	16	
Silagem de Camarão Shrimp silage	0	4,00	8,00	12,00	16,00	115,10
Farelo de Soja Soybean meal	66,00	60,37	54,58	48,80	43,15	161,60
Farelo de Milho Corn meal	16,48	18,68	20,28	23,30	25,83	79,20
Farelo de Trigo Wheat middlings	8,40	8,40	8,58	8,40	8,40	70,40
DL - Metionina (98%) DL-Methionine	0,40	0,36	0,32	0,28	0,25	2.583,60
Cloreto de Colina Choline Chloride	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	1.193,80
Fosfato Bicálcico Dicalcium phosphate	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	89,00
Mistura Vitamínica ⁽¹⁾ Vitaminic premix	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4.724,00
Mistura Mineral ⁽²⁾ Mineral premix	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4.136,20
Óleo de Soja Soybean oil	4,30	3,70	3,32	2,60	1,90	754,40
BHT (antioxidante) BHT (antioxidant)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	29.268,00
Custo (US\$ ton ⁻¹) ⁽³⁾ Cost	196,12	187,79	180,55	171,60	163,04	
Composição em nutrientes ⁽⁴⁾ Nutrient composition						
Energia Digestível (Kcal g ⁻¹)	3201,10	3199,07	3201,95	3201,40		3201,10
Proteína Digestível (%)	30,02	30,05	30,00	30,00		30,05
Fibra Bruta (%)	4,98	4,96	4,40	4,91		4,90
Lipídio Bruto (%)	6,02	5,88	6,00	5,70		5,47
Ca/P disponível Ca/P available	1,71	1,75	1,78	1,82		1,85

¹Composição da mistura vitamínica kg⁻¹: Vitamina A – 6000 UI, Colina – 54,2 mg, Vitamina D3 – 2250 UI, Niacina – 30 mg, Biotina – 2 mg, Vitamina B12 – 20 mcg, Vitamina C – 192,5 mg, Vitamina E – 75 mg, vitamina K3 – 3 mg, Ácido pantotênico – 30 mg, Ácido fólico – 3 mg, Piridoxina – 8 mg, Riboflavina – 10 mg, Tiamina – 5 mg, Antioxidante – 1,98 mg; ²Composição da mistura mineral kg⁻¹: Selênio – 0,4 mg, Cobre – 15 mg, Zinco – 150 mg, Manganês – 60 mg, Iodo – 4,5 mg, Cobalto – 2 mg, Ferro – 100 mg; ³US\$ 1,00 = R\$ 2,05; ⁴Cálculos realizados com base nos valores de energia e proteína digestível dos seguintes alimentos: farelo de soja, glúten de milho, milho, farelo de trigo (PEZZATO et al., 2002) e silagem de camarão (FAGBENRO; BELLO-OLUSOJI, 1997).

¹Composition of vitamin premix kg⁻¹: Vitamin A – 6000 UI, Choline chloride – 54,2 mg, Vitamin D3 – 2250 UI, Niacin – 30 mg, Biotin – 2 mg, Vitamin B12 – 20 mcg, Vitamin C – 192,5 mg, Vitamin E – 75 mg, vitamin K3 – 3 mg, pantothenic acid – 30 mg, folic acid – 3 mg, Pyridoxine – 8 mg, Riboflavin – 10 mg, Thiamin – 5 mg, anti-1,98 mg; ²Composition of mineral premix kg⁻¹: Selenium – 0,4 mg, Copper – 15 mg, zinc – 150 mg, Manganese – 60 mg, Iodine – 4,5 mg, Cobalt – 2 mg, Iron – 100 mg; ⁴Based on values of energy and digestible protein of the following foods: soybean meal, corn gluten meal, corn, wheat middlings (PEZZATO et al., 2002) and shrimp silage (FAGBENRO; BELLO-OLUSOJI, 1997).

As formulações foram elaboradas seguindo as recomendações de exigência nutricional para a espécie apresentada no National Research Council (NRC, 1993). Para a produção da silagem foram

utilizados, como matéria-prima *in natura*, as cabeças e os resíduos da toaleta ou o acabamento do produto final do *L. vannamei* triturados e posteriormente se adicionaram os ácidos propiônico (100%) e fórmico (80%), na proporção de 1:1, em 3% do volume peso⁻¹. Houve adição de 0,02% de BHT (butil-hidroxi-tolueno) como antioxidante. A mistura foi homogeneizada com o auxílio de espátula e mantida em temperatura ambiente, durante 30 dias. A acidez foi controlada em pH 4,0 e medida com o auxílio de potenciômetro digital.

Na formulação, a silagem ácida foi misturada, na forma úmida, aos alimentos previamente triturados (0,5 mm). As rações foram peletizadas em grânulos de diâmetro de 1,5 mm e posteriormente secas em estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 24h. Como controle, uma amostra de cada ração foi submetida à análise bromatológica.

Para o experimento, foram utilizados 200 alevinos revertidos de tilápia nilótica com peso médio de 7,2 ± 0,5 g. Os peixes foram previamente anestesiados com 0,3% de benzocaína e posteriormente, sob efeito do anestésico, foram pesados em balança semianalítica e aleatoriamente distribuídos na quantidade de dez indivíduos por tanque.

Os peixes foram alimentados três vezes ao dia (8, 13 e 17h) durante o período de 60 dias. Os grânulos da ração foram fornecidos até a saciedade aparente. O consumo de alimento foi determinado pela diferença de peso, a cada três dias.

No início do experimento foram amostrados dez peixes e no final todos os peixes que, após jejum de 24h, foram abatidos por superdosagem de benzocaína. Para análise da composição bromatológica do tecido muscular, foram retiradas amostras da região dorsal dos peixes e posteriormente armazenadas em congelador a -18°C.

As análises da composição centesimal do tecido muscular dos peixes foram realizadas no Laboratório de Pescado e Cromatografia Aplicada da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, Estado da Bahia. As análises de umidade, proteína bruta, lipídio total e cinzas foram determinadas, segundo metodologia proposta pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1990).

Foram avaliados os seguintes índices de desempenho zootécnico: consumo, ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico e retenção de proteína.

Os dados de desempenho zootécnico e análise centesimal do tecido muscular foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, efetuou-se a análise de regressão, utilizando-se o aplicativo Sisvar v. 4.0.

Resultados e discussão

Os parâmetros de qualidade da água analisados apresentaram os seguintes resultados médios e desvio-padrão: pH 7,53 ± 0,50; alcalinidade 12,92 ± 7,00 mg CaCO₃; amônia total 1,92 ± 0,8 mg L⁻¹; oxigênio dissolvido 6,76 ± 0,5 mg L⁻¹ e temperatura 25,2 ± 3,0°C, estando de acordo com as condições recomendadas para o crescimento da espécie (POPMA; GREEN, 1990).

Estão apresentados na Tabela 2 os resultados médios de consumo, ganho de peso, conversão alimentar, taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico e retenção de proteína de tilápia do Nilo alimentada com rações suplementadas com silagem de resíduo do camarão branco *L. vannamei*.

Tabela 2. Valores médios de consumo alimentar (C), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE) e retenção de proteína (RP) de tilápia do Nilo alimentada com rações, contendo diferentes níveis de silagem de resíduo de camarão *L. vannamei*.

Table 2. Average values of food consumption (C), weight gain, (GP), feed conversion (CA), protein efficiency rate (TEP), specific growth rate (TCE) and protein retention rate (RP) of Nile tilapia fed diets containing different levels of shrimp waste *L. vannamei* silage.

Diets	C	GP	CA	TEP	TCE	RP
0%	394,36	399,54	1,02	13,32	3,09	258,29
4%	363,69	413,72	0,88	13,79	3,12	250,39
8%	394,11	363,72	1,08	12,12	2,96	235,87
12%	334,22	309,14	1,09	10,31	2,71	191,66
16%	291,01	234,41 b	1,32	7,81	2,34	152,85
Erro-padrão	24,62	30,18	0,096	1,006	0,13	21,71
Standar error						
Anova (Pr > Fc)	0,0549	0,0046	0,0466	0,0046	0,0042	0,0176

C: $\hat{Y} = 402,71 - 5,9046x$ ($R^2 = 72,63\%$), GP: $1/\hat{Y} = 0,0025 - 5,6496 \cdot 10^{-5}x + 1,0254 \cdot 10^{-3}x^2$ ($R^2 = 99,57\%$), CA: $\hat{Y} = 0,9145 + 0,0202x$ ($R^2 = 63,64\%$), TEP: $1/\hat{Y} = 0,0749 - 0,0017x + 3,0742 \cdot 10^{-4}x^2$ ($R^2 = 99,56\%$), TCE: $1/\hat{Y} = 0,3238 - 0,0032x + 5,9789 \cdot 10^{-4}x^2$ ($R^2 = 99,87\%$) e RP: $1/\hat{Y} = 0,0039 - 5,3083 \cdot 10^{-5}x + 1,3403 \cdot 10^{-3}x^2$ ($R^2 = 99,16\%$).

Por meio da análise de regressão, observou-se efeito linear para o consumo, expresso pela equação $\hat{Y} = 402,71 - 5,9046x$ ($R^2 = 72,63\%$), ou seja, à medida que se aumentou o nível de silagem na ração, houve decréscimo no consumo de ração (Figura 1).

Resultados semelhantes ao do presente estudo foram encontrados por Plascencia-Jatomea et al. (2002), ao observarem que os diferentes níveis de hidrolisado de cabeça de camarão proporcionaram respostas diferenciadas e que níveis mais baixos de inclusão apresentaram melhores resultados. No entanto, as rações suplementadas com 10 e 15% apresentaram consumo significativamente maior, quando comparado com os níveis de 20, 25 e 30%. Segundo esses mesmos autores, a melhora na aceitação das rações que continham o hidrolisado pode caracterizar o produto como atrativo alimentar, entretanto, essa característica não foi observada no presente estudo.

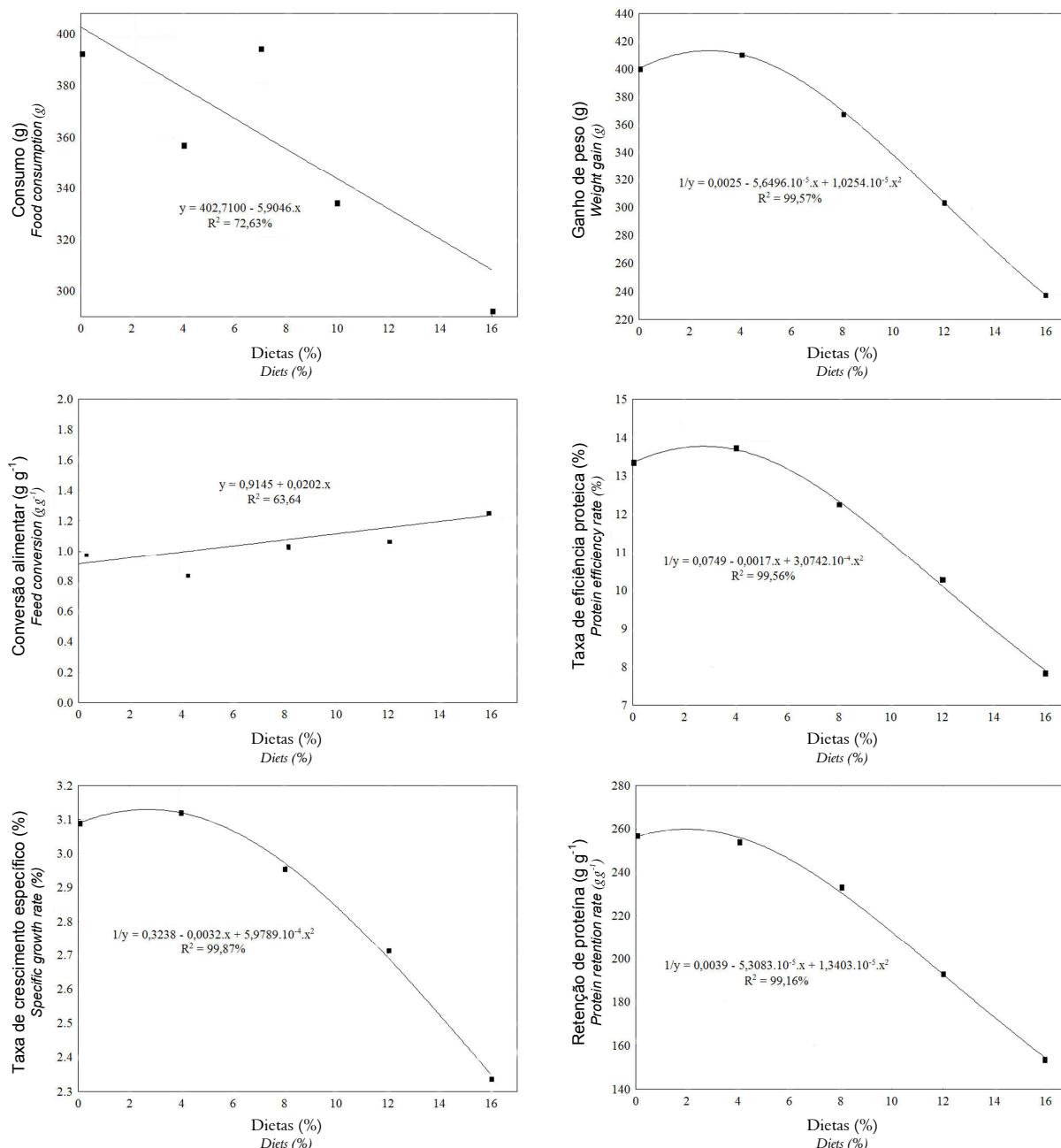


Figura 1. Dispersão das médias e equações de regressão do consumo alimentar (C), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de crescimento específico (TCE) e retenção de proteína (RP) de tilápia do Nilo alimentada com rações suplementadas com silagem de resíduo do camarão branco *L. vannamei*.

Figure 1. Averages dispersion and the regression equations of food consumption (C), weight gain (GP), feed conversion (CA), protein efficiency rate (TEP), specific growth rate (TCE) and protein retention rate (RP) of Nile tilapia fed diets supplemented with silage waste white shrimp *L. vannamei*.

Por outro lado, Nwana (2003), avaliando a silagem de resíduo de cabeça de camarão em rações para alevinos de bagre africano *Clarias gariepinus*, observou que os níveis utilizados de 0; 5; 10; 20; 30 e 40% de substituição da proteína da farinha de peixe, que corresponderam à inclusão de 0; 2,12; 4,43; 8,86; 13,29 e 17,72% na ração, não provocaram efeito significativo para o consumo das rações.

Para o ganho de peso, foi observado efeito

quadrático, com o nível ótimo estimado de 2,75% de inclusão de silagem de camarão, expressa por $1/\hat{Y} = 0,0025 - 5,6496 \cdot 10^{-5} \cdot x + 1,0254 \cdot 10^{-5} \cdot x^2$, com coeficiente de determinação ($R^2 = 99,57\%$) e que pode ser visualizado na Figura 1.

De acordo com Cavalheiro et al. (2007), em estudo com alevinos de tilápia do Nilo, níveis de 0, 10, 20 e 30% de silagem ácida de resíduo de camarão não proporcionaram diferenças estatísticas na

resposta para o ganho de peso para os diferentes tratamentos. Por outro lado, segundo observações de Nwanna (2003), o maior nível de inclusão de silagem de camarão (17,72%) proporcionou pior resposta de ganho de peso para o bagre africano. Essa tendência de piores resultados também foi constatada por Nwanna et al. (2004), com a mesma espécie acima citada, ao utilizarem níveis de inclusão de silagem de camarão entre 13,25 e 17,67% e por Plascencia-Jatomea et al. (2002), quando acrescentaram níveis superiores a 10% de hidrolisado protéico de camarão em rações para tilápia do Nilo.

A conversão alimentar apresentou efeito linear crescente, com a equação $\hat{Y} = 0,9145 + 0,0202x$ e respectivo coeficiente de determinação $R^2 = 63,64\%$ (Figura 1), indicando que, quando do aumento da inclusão de silagem de camarão, houve piora na conversão alimentar.

Corroborando com os resultados do estudo, Nwanna et al. (2004) também observaram piora na conversão alimentar de bagres africanos quando substituíram 30 e 40% da proteína da farinha de peixe pela da silagem de camarão, o que correspondeu a 13,25 e 17,67% de inclusão, quando comparado aos tratamentos com níveis menores 2,12; 4,42 e 8,84% de inclusão de silagem. Por outro lado, Nwanna (2003), objetivando substituir a proteína da soja por silagem de camarão, não observou diferença significativa para a conversão alimentar entre os diferentes níveis. Plascencia-Jatomea et al. (2002), em ensaio com a mesma espécie utilizada no presente estudo, observaram que a conversão alimentar para o tratamento contendo 10% de hidrolisado protéico de camarão foi melhor que os que continham 20, 25 e 30% de hidrolisado.

Para taxa de eficiência proteica, taxa de crescimento específico e retenção de proteína de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com rações suplementadas com silagem de resíduo do camarão branco do Pacífico, houve efeito quadrático descrito pelas respectivas equações, coeficientes de determinação e níveis ótimos estimados: $1/\hat{Y} = 0,0749 - 0,0017x^2 + 3,0742 \cdot 10^{-4}x$ ($R^2 = 99,56\%$) e nível ótimo de 2,75% de inclusão de silagem de camarão; $1/\hat{Y} = 0,3238 - 0,0032x + 5,9789 \cdot 10^{-4}x^2$ ($R^2 = 99,87\%$) e nível de 2,67% e $1/\hat{Y} = 0,0039 - 5,3083 \cdot 10^{-5}x + 1,3403 \cdot 10^{-5}x^2$ ($R^2 = 99,16\%$) com nível estimado em 1,97% de silagem (Figura 1).

Em ensaio com bagre africano, Nwanna (2003) não observou diferença na taxa de eficiência proteica com inclusão de 2,12; 4,43; 8,86; 13,29 e 17,72% de silagem de camarão, no entanto, para a taxa de crescimento específico, o maior nível de inclusão foi significativamente inferior aos demais. Em outro

estudo com a silagem de camarão, Nwanna et al. (2004), ao utilizarem níveis semelhantes, não encontraram diferença significativa para taxa de eficiência proteica e taxa de crescimento específico.

Plascencia-Jatomea et al. (2002) avaliaram seis níveis de inclusão (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30%) do hidrolisado proteico de camarão *Litopenaeus* sp. em rações para tilápia do Nilo e observaram melhores respostas de desempenho produtivo, quando da utilização de 10%. Para ganho de peso, taxa de crescimento específico, taxa de eficiência proteica e conversão alimentar, esse tratamento apresentou resultado superior ($p < 0,05$), quando comparado aos tratamentos que continham 20, 25 e 30% do hidrolisado proteico. Nesse estudo, os autores ressaltam que níveis de até 20% não afetaram o desempenho e a eficiência alimentar.

Os valores da composição centesimal do tecido muscular estão apresentados na Tabela 3. Pôde-se verificar que para umidade, proteína bruta e cinzas, não foi observada diferença significativa em diferentes níveis de inclusão da silagem ácida de resíduo de camarão. No entanto, para o lipídio bruto, houve efeito linear com equação determinada em $\hat{Y} = 0,0403 + 1,358x$ ($R^2 = 93,81\%$). Semelhante ao ocorrido no presente estudo, Cavalheiro et al. (2007), utilizando 10, 20 e 30% de silagem de camarão, também observaram diferença significativa para o lipídio bruto no tecido muscular entre os diferentes tratamentos. Para cinzas, também se observaram diferenças significativas na composição do tecido muscular, enquanto que, para a umidade e proteína bruta, não houve diferença ($p > 0,05$) entre os diferentes níveis avaliados.

Tabela 3. Composição centesimal do tecido muscular das tilápias alimentadas com diferentes níveis de silagem de resíduo de camarão *L. vannamei*.

Table 3. Proximate composition of tilapia muscular tissue fed with different levels of shrimp waste *L. vannamei* silage.

Dietas Diets	Umidade Humidity	Proteína Protein	Cinzas Ash	Lipídio Bruto Crude Lipid
0%	80,61 ± 0,69	19,29 ± 1,14	1,17 ± 0,07	1,37 ± 0,19
4%	80,18 ± 1,10	18,41 ± 0,83	1,17 ± 0,05	1,24 ± 0,25
8%	79,72 ± 0,62	19,50 ± 0,28	1,22 ± 0,06	0,99 ± 0,42
12%	80,23 ± 1,05	18,84 ± 0,89	1,15 ± 0,21	0,79 ± 0,21
16%	79,32 ± 0,42	19,58 ± 0,41	1,27 ± 0,06	0,79 ± 0,14
Erro-padrão Standard error	0,41	0,39	0,07	0,13
Anova (Pr>Fc)	0,260	0,225	0,740	0,020

Lipídio bruto (Crude fat): $\hat{Y} = 0,0403 + 1,358x$ ($R^2 = 93,81\%$).

Altos níveis de inclusão de silagem de resíduos de pescado podem interferir no crescimento de peixes. Fernandes et al. (2007) verificaram que a silagem de resíduos da filetagem de tilápias, com até 8% de inclusão na dieta do piaçu, não prejudicou a sobrevivência nem o crescimento e composição da carcaça. Os mesmo autores sugerem a retirada do

excesso de gordura na silagem de tilápia para permitir uma possível substituição da farinha de peixe na dieta do piauçu.

Foi observado que, a partir da inclusão de 4% de silagem ácida de resíduo de camarão, já se percebeu uma tendência de piora no desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo. Tal fato pode ser explicado pelo aumento da quantidade de quitina na ração que, segundo Shiau e Yu (1999), diminui o crescimento de peixe pela baixa digestibilidade desse produto. Por outro lado, baixos níveis de quitina adicionados em rações para peixes podem melhorar a resposta imunológica (SAKAI, 1999). De acordo com Esteban et al. (2001), a suplementação de quitina (25, 50 e 100 mg kg⁻¹) em rações para gilthead seabream *Sparus aurata*, aumenta a atividade do sistema imune não-específico dessa espécie.

Em função do conteúdo de quitina proveniente do exoesqueleto do camarão, talvez essas dosagens estabelecidas para o melhor desempenho possam ser adequadas para se melhorar o sistema imunológico, uma vez que, no tratamento com 4% de inclusão de silagem, não houve mortalidade durante o período experimental. Entretanto, estudos mais conclusivos ainda são necessários para se quantificar a quitina na silagem de camarão e inter-relacionar sua ação sobre o desempenho e sistema imunológico de tilápias.

A silagem de camarão se apresenta como forma viável de conservação e aproveitamento do resíduo da indústria do beneficiamento do camarão *L. vannamei* para a alimentação de peixes, podendo contribuir significativamente para diminuição do preço da ração. Segundo cálculos estimados, o custo da tonelada da ração com o nível de 2,75% de silagem seria de U\$ 189,65 t⁻¹, contra U\$ 196,12 t⁻¹ das rações sem esse alimento, o que poderia proporcionar redução de custo de 3,3%, sem prejuízos ao desempenho produtivo de alevinos de tilápia do Nilo. Dessa forma, pode-se destacar a silagem de resíduos de camarão como promissora fonte proteica alternativa para alimentação da tilápia do Nilo e das demais espécies de peixes tropicais.

Conclusão

A silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* proporciona melhores resultados de desempenho, sem alterações prejudiciais no tecido muscular, quando incluída em 2,75% em rações para alevinos de tilápia do Nilo.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudos e à Fundação de Amparo à Pesquisa da Bahia – Fapesb, pelo recurso financeiro.

Referências

- ANDERSON, D. P.; SIWICKI, A. K. Duration of protection against *Aeromonas salmonicida* in brook trout immunostimulated with glucan or chitosan by injection or immersion. **The Progressive Fish Culturist**, v. 56, n. 4, p. 258-261, 1994.
- AOAC-Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15th ed. Arlington: AOAC, 1990. v.1-2. (Official methods of analysis, 16).
- BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A.; SIGNOR, A. A.; BARD, J. J.; ISHIDA, F. A. Desempenho e características de carcaça de macho revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1391-1396, 2001.
- CAVALHEIRO, J. M. O.; SOUZA, E. O.; BORA, P. S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 3, p. 602-606, 2007.
- CUNHA, F. S. A.; RABELLO, C. B. V.; DUTRA JUNIOR, W. M.; LUDKE, M. C. M. M.; LOUREIRO, R. R. S.; FREITAS, C. R. G. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 273-279, 2006.
- ESTEBAN, M. A.; CUESTA, A.; ORTUÑO, J.; MESEGUER, J. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin on gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) innate immune system. **Fish and Shellfish Immunology**, v. 11, n. 4, p. 303-315, 2001.
- FAGBENRO, O. A.; BELLO-OLUSOJI, O. A. Preparation, nutrient composition and digestibility of fermented shrimp head silage. **Food Chemistry**, v. 60, n. 4, p. 489-493, 1997.
- FERNANDES, J. B. K.; BUENO, R. J.; RODRIGUES, L. A.; FABREGAT, T. E.; SAKOMURA, N. K. Silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápias em rações de juvenis de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007.
- GOPALAKANNAN, A.; ARUL, V. Immunomodulatory effects of dietary intake of chitin, chitosan and levamisole on the immune system of *Cyprinus carpio* and control of *Aeromonas hydrophila* infection in ponds. **Aquaculture**, v. 255, n. 1-4, p. 179-187, 2006.
- GUILLOU, A.; SOUCY, P.; KHALIL, M.; ADAMBOUNOU, L. Effects of dietary vegetable and marine lipid on growth, muscle fatty acid composition and organoleptic quality of fresh of brook char *Salvelinus fontinalis*. **Aquaculture**, v. 136, n. 3-4, p. 351-362, 1995.
- HISANO, H.; PORTZ, L. Redução de custos de rações para tilápia: A importância da proteína. **Bahia Agrícola**, v. 8, n. 1, p. 42-45, 2007.
- KLEEMANN, G. K.; BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E. Valor nutricional do farelo de algodão para alor a tilápia do

- Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 1, p. 87-94, 2009.
- NRC-National Research Council. Committee on Animal Nutrition. **Nutrient requirements of fish**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1993.
- NUNES, A. J. P. Panorama de cultivo de camarões marinhos no Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária**, v. 1, p. 40-41, 2001.
- NWANNA, L. C. Nutritional value and digestibility of fermented shrimp head waste meal by African catfish *Clarias gariepinus*. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 6, n. 6, p. 339-345, 2003.
- NWANNA, L. C.; BALOGUN, A. M.; AJENIFUJA, Y. F.; ENUJIUGHA, V. N. Replacement of fish meal with chemically preserved shrimp head in the diets of African catfish, *Clarias gariepinus*. **Food, Agriculture and Environment**, v. 2, n. 1, p. 79-83, 2004.
- OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- PEZZATO, L. E.; MIRANDA, E. C.; BARROS, M. M.; QUINTERO-PINTO, G.; FURUYA, W. M.; PEZZATO, A. C. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 31, p. 1595-1604, 2002.
- PLASCENCIA-JATOMEA, M.; OLVERA-NOVOA, M. A.; ARREDONDO-FIGUEROA, J. L.; HALL, G. M.; SHIRAI, K. Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 1, p. 753-759, 2002.
- POPMA, T. J.; GREEN, B. W. **Aquacultural production manual: sex reversal of tilapia in earthen ponds**. Auburn: Auburn University. International Center for Aquaculture, 1990.
- SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. **Aquaculture**, v. 172, n. 1-2, p. 63-92, 1999.
- SEIBEL, N. F.; SOUZA-SOARES, L. A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 333-337, 2003.
- SHIAU, S. Y.; YU, Y. P. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. **Aquaculture**, v. 179, n. 1-4, p. 439-446, 1999.
- VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v. 105, n. 1-4, p. 199-204, 2003.

Received on September 10, 2007.

Accepted on July 25, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.