

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

**Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão
(*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos**

Sidely Gil Alves Vieira¹, Fabíola Helena dos Santos Fogaça², Irani Alves Ferreira³, Thiago Nobre Gomes⁴, Anastácia Amália Damasceno Rodrigues¹, João Avelar Magalhães⁵, Newton de Lucena Costa⁶

¹ Estudante de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, Piauí

² Zootecnista, D.Sc., Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, Piauí.

³ Bióloga, D.Sc., University of Maryland, College Park, Maryland, USA.

⁴ Biólogo, B.Sc., Parnaíba, Piauí.

⁵ Méd. Vet., D.Sc., Embrapa Meio Norte, Parnaíba, Piauí.

⁶ Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Roraima, Boa Vista, Roraima.

Resumo

O trabalho avaliou o rendimento e a composição da silagem de cabeça de camarão marinho cultivado, testando-se o efeito da adição e interação de ácidos orgânicos (fosfórico e acético). Foram elaboradas quatro formulações diferentes de silagens ácidas, com combinações de diferentes níveis de ácido acético e de ácido fosfórico (1,0%, 2,0% e 3,0%), e o grupo controle contendo 1,5% de cada ácido. Avaliando-se os efeitos de cada ácido, houve efeito significativo para a adição do ácido acético na umidade da fração sólida. O ácido fosfórico foi o responsável pela queda e manutenção do pH abaixo de

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

4,0. A interação apresentou efeito na umidade e PB da fração líquida. Quanto ao rendimento, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a fração sólida e líquida. Na análise de composição centesimal, todas as formulações apresentaram altas porcentagens de PB, variando de 35,09% a 49,21% na fração sólida, e de 54,43% a 63,14% na fração líquida. A inclusão de 2% de ácido fosfórico + 1% de ácido acético melhora a formulação da silagem da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*).

Termos para indexação: hidrólise, pH, proteína bruta, resíduo

Physicochemical characteristics of the silage head shrimp (*Litopenaeus vannamei*) under the influence of organic acids

Abstract

The work evaluated the yield and composition of farmed marine shrimp head silage, testing the effects of organic acids adding and interaction (phosphoric and acetic acid). Four different acid silage formulations were prepared, with different acetic and phosphoric acid levels (1.0%, 2.0%, and 3%), and the control contained 1.5% of each acid. Evaluating the effects of each acid, there was significant effect for the addition of acetic acid to the moisture of solid fraction. The phosphoric acid was the responsible for the decrease and keeping the pH below 4.0. The interaction between the acids showed effect on the moisture and CP of liquid fraction. Related to yield, there was no significant difference between treatments for solid and liquid fraction. In the analysis of chemical composition, all formulation showed high percentages of CP, ranging from 35.09% to 49.21% in the solid fraction, and from 54.43% to 63.14% in the liquid fraction. The inclusion of 2% phosphoric acid + 1% acetic acid improves the formulation of silage head shrimp (*Litopenaeus vannamei*).

Index terms: crude protein, hydrolyze, pH, waste shrimp

Introdução

A aquicultura é uma atividade econômica com crescimento considerável nos últimos anos em diversos países. No Brasil, a produção aquícola (continental e marinha), no ano de 2008, atingiu a marca de 415.649 toneladas, ocupando o 2º lugar no ranking da aquicultura na América do Sul e o 16º lugar no cenário mundial. Dentre os organismos aquáticos produzidos destaca-se o camarão marinho cultivado, que apresentou aumento significativo na sua produção em 2010, atingindo 80.000 toneladas (ABCC, 2011), sendo o Nordeste a maior região produtora (Ministério da Pesca e Aquicultura, 2010).

Com o aumento relevante da produção de pescado, em geral, eleva-se também a quantidade de resíduos gerados durante seu processamento. O beneficiamento de peixes desperdiça anualmente 50-70% da matéria-prima, o que pode corresponder a 3,17 milhões de toneladas de resíduos/ano (Benites & Souza-Soares, 2010; Ferraro et al., 2010). O processamento de crustáceos e moluscos apresenta descarte de 20-50% da matéria-prima (Ferraro et al., 2010). Atualmente, 98% de toda a produção brasileira de camarão marinho destinam-se ao mercado interno (ABCC, 2011), sendo que tanto o mercado interno como o externo prefere o produto descabeçado e descascado. Nas indústrias processadoras, cerca de 50% da matéria-prima (Lima et al., 2007) corresponde aos subprodutos como o cefalotórax e a casca. Estes resíduos, descartados pelas unidades beneficiadoras, sem qualquer tipo de aproveitamento tecnológico, causam sérios problemas para a planta industrial, pois diminuem a eficiência do processo produtivo (Guilherme et al., 2007) e poluem o meio ambiente.

Apesar do baixo valor comercial, os resíduos e subprodutos do pescado constituem matéria-prima de boa qualidade nutricional, com alto teor de proteínas, aminoácidos, minerais e substâncias antioxidantes (Tacon, 1989). Nesse sentido, vários trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aproveitá-los, utilizando seus componentes estruturais e químicos (Damasceno et al., 2009; Sánchez-Camargo et al., 2011). Dentre as alternativas viáveis para o aproveitamento de resíduos inclui-se a produção de silagens, farinhas,

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

fertilizantes, substâncias farmacêuticas e alimentícias, e a confecção de acessórios.

A produção de silagem de resíduos de camarão é uma tecnologia simples e de baixo custo, e gera um produto microbiologicamente estável e de fácil armazenamento, que pode ser utilizada na formulação de rações animais, em função da biodisponibilidade de proteínas de alto valor biológico (Abimorad et al., 2009; Costa et al., 2009). O princípio é obter a preservação dos resíduos por meio da diminuição do pH e melhorar a digestibilidade do produto pela hidrólise proteica da massa residual, com adição de microrganismos produtores de ácido lático ou de ácidos minerais ou orgânicos, tais como fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético (Gonçalves & Viegas, 2007; Carmo et al., 2008; Feltes et al., 2010).

Parte do nitrogênio presente na proteína do camarão está associada à quitina, aminopolissacarídeo natural dos exoesqueletos de crustáceos (Weska et al., 2007). A quitina está presente em produtos a base de camarão, e pode estar relacionada a diminuição nas taxas de conversão alimentar e ganho de peso em dietas para animais (Mizani et al., 2005). No entanto, estudos comprovam que a silagem de cabeça de camarão (*Penaeus* spp.) pode substituir em até 15% a farinha de peixe em dietas para tilápia do Nilo (Plascencia-Jatomea et al., 2002), pois o processo de ensilagem quebra essa ligação quitina-proteína, melhorando a digestibilidade das rações. Fagbenro (1996) observou valores de até 90,8% de conversão aparente da proteína bruta em dietas com silagens fermentadas de cabeça de camarão oferecidas para bagre africano (*Clarias gariepinus*).

Apesar de comprovadamente testada, alguns trabalhos produzem silagem biológica ou fermentativa, enquanto outros preferem a utilização dos ácidos minerais ou orgânicos, não existindo uma padronização da quantidade de microrganismos ou de ácidos a serem utilizados. Para a silagem biológica existem na literatura variações entre 2,5% e 5,0% no uso de microrganismos e entre 7,5% e 15% de melaço de cana de açúcar (Vidotti et al., 2003, Bueno-Solano et al., 2009). Já para as silagens ácidas, a quantidade de ácido usado

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

pode variar de 1,0%, 3,0%, 5,0%, 10,0% ou 17,0% em relação ao peso do resíduo (Cavalheiro et al., 2007; Abimorad et al., 2009, Costa et al., 2009; Enke et al., 2009).

No entanto, para padronizar a formulação da silagem ácida, é preciso qualificar seus atributos físicos e químicos, estabelecendo níveis mínimos de garantia que viabilizem sua utilização. Por isso, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o rendimento, a hidrólise e a composição da silagem de cabeça de camarão marinho cultivado, testando-se o efeito da adição e interação de ácidos orgânicos (fosfórico e acético) nesses parâmetros, no intuito de estabelecer uma melhor formulação.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos, pertencente a Embrapa Meio-Norte/Unidade de Execução de Pesquisa (UEP/Parnaíba), Piauí. Foi utilizado, como matéria-prima, o resíduo (cefalotórax) do processamento do camarão *Litopenaeus vannamei*, obtido da Pesqueira Maguary, Camocim – CE. Este resíduo foi acondicionado em sacos plásticos estéreis, contendo 10 kg cada, e transportado em caixas térmicas com gelo ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) para o laboratório, onde foi congelado (-18°C) até o momento da produção da silagem.

Para a produção da silagem o resíduo ficou sob refrigeração (10°C) por 24 horas para descongelamento, sendo o mesmo, posteriormente, separado da fauna acompanhante. Imediatamente após a separação, o resíduo foi moído em moedor de carne elétrico (G. PANIZ, modelo MCR-10) até a obtenção de uma massa "pastosa" que foi triturada novamente em processador (ARNO, modelo FOOD PRE), durante 10 minutos, a fim de se obter melhor homogeneização. A massa obtida foi dividida em 15 recipientes plásticos, com tampa, com capacidade para 500 ml. Em cada recipiente foram colocadas 400g de amostra.

Foram formuladas quatro silagens ácidas, com adição ou não de diferentes níveis de ácido acético (99,7%) e de ácido fosfórico (85%),

resultando nos seguintes tratamentos: 1) 3,0% de ácido fosfórico; 2) 1,0% de ácido acético + 2,0% de ácido fosfórico; 3) 3,0% de ácido acético; 4) 2,0% de ácido acético + 1,0% de ácido fosfórico, mais o grupo controle (1,5% de ácido acético + 1,5% de ácido fosfórico). Todas as silagens mantiveram uma proporção de ácidos em 3% do volume peso⁻¹ (Costa et al., 2009). Houve adição de 0,2% de antifúngico (sorbato de sódio) e antioxidante BHT (butil-hidroxi-tolueno). A mistura foi homogeneizada com o auxílio de espátula e mantida em temperatura ambiente (28 a 30°C), durante nove dias. A acidez foi controlada em torno do pH 4,0 e medida diariamente com o auxílio de potenciômetro digital (Del Lab, modelo DLA-PH).

Para a análise da composição centesimal, porcentagem de hidrólise e rendimento, a silagem foi separada com o auxílio de uma peneira de aço (malha 0,4mm) em duas partes: a fração líquida (totalmente hidrolisada) e a sólida. A composição centesimal das amostras foi determinada de acordo com a metodologia da AOAC (2000). A umidade foi verificada por secagem em estufa a 105°C por 24 horas e a proteína bruta (PB) pelo método semimicro Kjeldahl ($N \times 6,25$). A porcentagem de hidrólise foi definida como a porcentagem da fração sólida. O rendimento foi calculado em relação ao peso inicial da amostra (400g) sobre o rendimento da fração líquida (hidrolisada) e da fração sólida, conforme a equação: $\text{Rendimento do líquido/sólido} = (\text{Peso do líquido/sólido} \times 100) / \text{Peso inicial}$.

Para avaliação dos efeitos de cada ácido e de sua interação nos parâmetros avaliados, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições, mais o grupo controle. Para verificar diferenças entre as médias foi realizada análise de variância, e nos casos onde houve diferença significativa entre os tratamentos, foi aplicado o teste de comparação múltipla de Tukey ($P < 0,05$). O programa estatístico utilizado foi o ASSISTAT, versão 7.6, desenvolvido por Silva e Azevedo (2002).

Resultados e Discussão

Os valores médios de pH diminuíram de 7,8 (inicial) para 3,5 ao final dos nove dias de estocagem a temperatura ambiente (Figura 1). Houve redução acentuada do pH nos primeiros dois dias, seguida de uma estabilidade do terceiro ao quarto dia, e de uma estagnação a partir do quinto dia de estocagem, quando a silagem estava pronta. O tratamento que apresentou maior acidez foi o 1 (3,38), enquanto o tratamento três apresentou maior pH final (4,91) (Tabela 2).

Avaliando-se os efeitos de cada ácido (Tabela 1), não houve efeito significativo ($p > 0,05$) para a adição do ácido acético no pH, independentemente do nível utilizado (1,0%, 2,0% ou 3,0%). Observou-se que o ácido fosfórico é predominante e responsável pela queda e manutenção do pH abaixo de 4,0 (Tabela 1). Estudos realizados com níveis crescentes de ácido muriático (de 1,5% a 3,5%) em silagens ácidas de truta (*Oncorhynchus mykiss*) observaram esse mesmo efeito, isto é, quanto maior o nível do ácido predominante, menor o pH do produto final (Beerli et al., 2004).

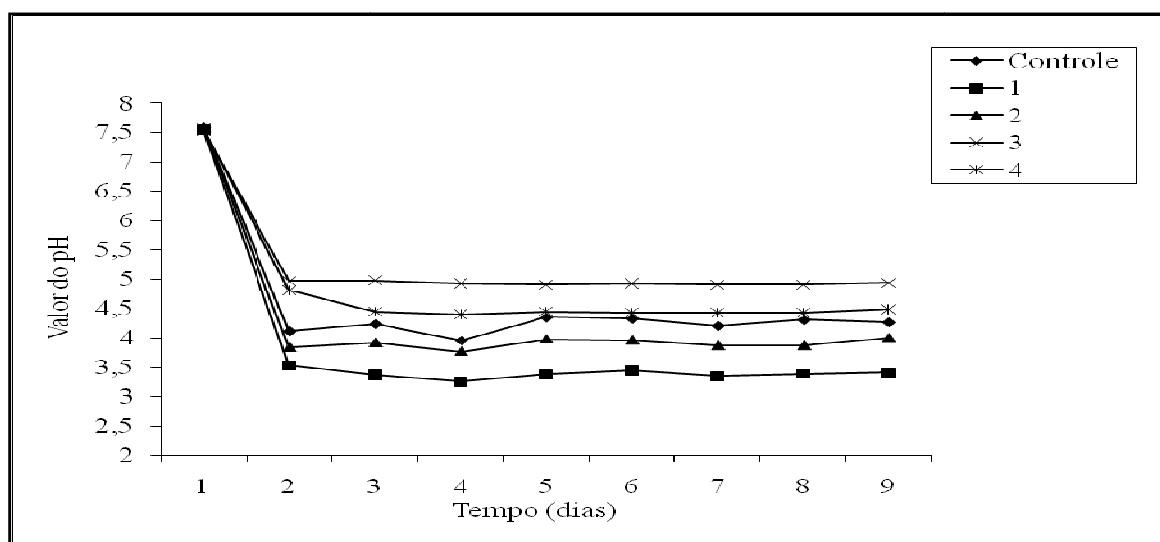


Figura 1 – Médias de valores do pH das silagens ácidas de resíduos de camarão marinho. Tratamentos: controle) 1,5% de ácido acético + 1,5% de ácido fosfórico; 1) 3,0% de ácido fosfórico; 2) 1,0% de ácido acético + 2,0% de ácido fosfórico; 3) 3,0% de ácido acético; 4) 2,0% de ácido acético + 1,0% de ácido fosfórico.

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

Tabela 1. Análise de Variância para o pH, o rendimento e a composição das silagens ácidas de resíduos de camarão marinho.

Fontes de Variação	Valores de F						
	pH	RFS ¹	RFL ²	UFS ³	UFL ⁴	PBFS ⁵	PBFL ⁶
Nível de ácido acético (AA)	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Nível de ácido fosfórico (AF)	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Nível AA x nível AF	ns	ns	ns	ns	*	ns	*

ns - não significativo, * - significativo (P<0,05). ¹Rendimento da Fração Sólida; ²Rendimento da Fração Líquida; ³Umidade da Fração Sólida; ⁴Umidade da Fração Líquida; ⁵ Proteína Bruta da Fração Sólida; ⁶ Proteína Bruta da Fração Líquida.

Com relação ao rendimento, a análise estatística não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (p>0,05) para rendimento da fração sólida e líquida, o que representa que todas as formulações utilizadas proporcionaram mesma taxa de degradação no resíduo (Tabela 2). A porcentagem hidrolisada, representada pela fração líquida, ficou em torno de 49,0%. Como os objetivos da silagem são a conservação e hidrólise do material, quanto menor a porcentagem do sólido, melhor a eficiência do processo. A hidrólise ácida observada no presente trabalho foi maior do que a da fermentação biológica dos resíduos de camarão (*Penaeus mondon*) com rendimento médio da fração sólida de 44,0% (Narayan et al., 2009).

Tabelas 2. Médias de pH e de rendimento das silagens ácidas de resíduos de camarão marinho.

Tratamentos	pH	Rendimento Sólido (%)	Rendimento Líquido (%)
Controle [◊]	4,35 ^b	33,28	50,78
1	3,38 ^d	27,18	50,29
2	3,98 ^c	33,35	44,88
3	4,91 ^a	24,57	53,26
4	4,45 ^b	27,83	48,79
CV (%)	2,61	12,20	6,54

Tratamentos: [◊]Controle: 1,5% de ácido acético + 1,5% de ácido fosfórico; 1) 3,0% de ácido fosfórico; 2) 1,0% de ácido acético + 2,0% de ácido fosfórico; 3) 3,0% de ácido acético; 4) 2,0% de ácido acético + 1,0% de ácido fosfórico.

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (P > 0,05).

A fração sólida é composta por compostos insolúveis como a quitina (Cira et al., 2002), que podem ser extraídos por processos de descalcificação e extração proteica do material, em lavagens sucessivas com ácidos e bases. No entanto, o pH ácido da silagem, nas formulações testadas, não foi suficiente

para total hidrólise do material. Estudos consideram que o valor do pH da silagem estável deva ser inferior a 4,5 (Bello, 2004), tanto para inibir o crescimento microbiano como para proporcionar aumento da hidrólise do material (Dapkevicius et al., 1998). No presente trabalho, observou-se que mesmo nos tratamentos que apresentaram pH final abaixo de 4,5, não houve diferença ($p > 0,05$) no rendimento da fração líquida ou sólida (Tabela 2).

Além do pH, a liquefação que ocorre durante o processo de ensilagem também resulta da hidrólise enzimática proporcionada pelas enzimas proteolíticas endógenas presentes no cefalotórax do camarão, distribuídas em toda massa após a moagem (Borghesi et al., 2007). Esse fator explicaria as altas porcentagens de rendimento da fração líquida dos tratamentos, em torno de 49% (Tabela 2).

As silagens também foram submetidas à análise de composição centesimal (Tabela 3) para avaliação de sua qualidade nutricional. Nesse sentido, priorizaram-se as análises de umidade e PB, já que o produto final é usualmente utilizado como fonte proteica.

Para umidade da fração sólida, houve diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que o tratamento três (3,0% de ácido acético) apresentou a maior porcentagem (68,34%) (Tabela 3). Comparando-se a umidade da fração sólida, houve diferença ($p < 0,05$) entre os tratamentos 1 (62%) e 3 (68%). É importante observar que o tratamento 1 continha somente ácido fosfórico (3,0%), enquanto o tratamento três continha apenas ácido acético (3,0%). Assim, conclui-se que o ácido acético proporcionou maior umidade da fração sólida, enquanto o ácido fosfórico, menor umidade. Esse mesmo comportamento foi observado em silagens ácidas de resíduos de tilápia, onde o tratamento contendo ácido acético apresentou maiores teores de umidade (70,87%) (Carmo et al., 2008).

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

Tabela 3. Composição centesimal das silagens ácidas de resíduos de camarão marinho.

Tratamentos	Umidade (%)		Proteína Bruta (%)	
	Fração Sólida	Fração Líquida	Fração Sólida	Fração Líquida
Controle [◊]	65,68 ^{ab}	78,30 ^a	38,00	60,04 ^b
1	62,08 ^b	76,11 ^c	35,09	54,43 ^c
2	65,38 ^{ab}	78,00 ^{ab}	41,42	59,94 ^b
3	68,34 ^a	77,13 ^{bc}	49,21	58,29 ^b
4	64,52 ^{ab}	78,60 ^a	41,70	63,14 ^a
CV (%)	2,94	0,51	11,59	1,59

Tratamentos: [◊]Controle: 1,5% de ácido acético + 1,5% de ácido fosfórico; 1) 3,0% de ácido fosfórico; 2) 1,0% de ácido acético + 2,0% de ácido fosfórico; 3) 3,0% de ácido acético; 4) 2,0% de ácido acético + 1,0% de ácido fosfórico.

Nas colunas, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$).

Para a fração líquida, os tratamentos controle e quatro apresentaram os maiores teores de umidade (Tabela 3), demonstrando que o efeito da interação entre os ácidos elevou a umidade da silagem. A obtenção de silagem com teor mais baixo de umidade é importante para a formulação de rações, visando melhor estabilidade microbológica (Oliveira et al., 2006) e menor gasto com secagem do material. Nesse caso, o melhor tratamento foi o 1 (76,11% de umidade) seguido pelo tratamento 3 (Tabela 3).

Todas as formulações apresentaram altas porcentagens de PB, variando de 35,09% a 49,21% na fração sólida, e de 54,43% a 63,14% na fração líquida (Tabela 3). Não houve diferença ($p > 0,05$) entre a porcentagem de PB da fração sólida para as formulações testadas. Para a fração líquida, o tratamento quatro apresentou os maiores índices (63,14%), seguido pelos tratamentos três, dois e controle (média de 59,0%), e por último o tratamento 1 (54,43%). No entanto, os tratamentos quatro, três e controle apresentaram pH acima de 4,0 (Tabela 2), e nesse caso, a formulação mais indicada seria a do tratamento dois (1,0% de ácido acético + 2,0% de ácido fosfórico).

Segundo a literatura, apesar de altas porcentagens proteicas, as frações sólidas são constituídas principalmente por ligações quitina-proteína. Esses compostos são degradados somente por enzimas proteolíticas (alcalose, quimotripsina, papaína, etc.), usadas na extração de proteínas e da quitina (Gildberg & Stenberg, 2001). No intuito de melhorar a extração da proteína, a

VIEIRA, S.G.A. et al. Características físico-químicas da silagem da cabeça de camarão (*Litopenaeus vannamei*) sob influência de ácidos orgânicos. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 18, Ed. 241, Art. 1591, Setembro, 2013.

fermentação ácida pode ser usada antes da hidrólise enzimática (Mizani et al., 2005). Assim, recomenda-se a ensilagem para obtenção do concentrado proteico líquido, usado na alimentação animal, e, para a fração sólida residual pode-se usar um processo enzimático para extração de biomoléculas como a quitina. Porém, estudos posteriores devem ser conduzidos para aperfeiçoar esses processos, que atualmente apresentam altos custos e gera elevadas quantidades de resíduos químicos (Fagberno, 1996).

Conclusões

A inclusão de 2% de ácido fosfórico + 1% de ácido acético melhora a formulação da silagem da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*).

Agradecimentos

Ao MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura) pelo financiamento do Laboratório de Análise e Processamento de Alimentos, à CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba) pela aquisição de equipamentos, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e à FAPEPI (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Piauí) pelo apoio financeiro.

Referências Bibliográficas

ABCC. **Estatísticas do setor pesqueiro e da carcinicultura brasileira**. http://www.abccam.com.br/abcc/images/stories/estatisticas/Estatstica_DO_SETOR_PESQUEIRO.pdf.

ABIMORAD, E.G.; STRADA, W.L.; SCHALCH, S.H C.; GARCIA, F.; CASTELLANI, D.; MANZATTO, M. da R. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.519-525, 2009.

AOAC. **Official Methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 17th ed. Arlington: AOAC, 2000.

BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, P.V.R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. **Ciência Agrotécnica**, v.28, n.1, p.195-198, 2004.

BELLO, R.A. **Experiências com ensilado de pescado em Venezuela**. Instituto de Ciências y Tecnología de Alimentos. Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2004. <http://www.fao.org/livestock/aphp134/cap1.htm>.

BENITES, C.I.; SOUZA-SOARES, L.A. Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.447-450, 2010.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L F.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim CEPPA**, v.25, n.2, p.329-339, 2007.

BUENO-SOLANO, C.; LÓPEZ-CERVANTES, J.; CAMPAS-BAYPOLI, O.N.; LAUTERIO-GARCÍA, R.; ADAN-BANTE, N.P.; SÁNCHEZ-MACHADO, D.I. Chemical and biological characteristics of protein hydrolysates from fermented shrimp by-products. **Food Chemistry**, v.112, p.671-675, 2009.

CARMO, J.R.; PIMENTA, C.J.; PIMENTA, M.E.S.G.; OLIVEIRA, M.M.; LOGATO, P.V.R.; FERREIRA, L.O. Caracterização de silagens ácidas de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.664-672, set/out, 2008.

CAVALHEIRO, J.M.O.; SOUZA, E O., BORA, P.S. Utilization of shrimp industry waste in the formulation of tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus) feed. **Bioresource Technology**, v.98, p.602-606, 2007.

CIRA, L.A.; HUERTA, S.; HALL, G.M. Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp waste for chitin recovery. **Process Biochemistry**, v.37, p.1359-1366, 2002.

COSTA, C.N.; PORTZ, L.; HISANO, H.; LEDO, C.A.S.; DRUZIAN, J.I. Silagem ácida do resíduo do camarão *Litopenaeus vannamei* em rações para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.161-167, 2009.

DAMASCENO, K.S.F. da S.C.; ANDRADE, S.A.C.; STAMFORD, T.L.M. Aproveitamento do resíduo de camarão. **Boletim CEPPA**, v.27, n.2, p.213-224, 2009.

DAPKEVICIUS, M.L.E.; BAPTISTA, I.; NOUT, M.J.R.; ROMBOUTS, F.M.; HOUBEN, J.H. Lipids and protein changes during the ensilage of blue whiting (*Micromesistius poutassou* Risso) by acid and biological methods. **Food Chemistry**, v.63, n.1, p.97-102, 1998.

ENKE, D.B.S.; LOPES, P.S.; KICH, H.A.; BRITTO, A.P.; SOQUETTA, M.; POUHEY, J.L.O.F. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.871-877, 2009.

FAGBERNO, O.A. Preparation, properties and preservation of lactic acid fermented shrimp heads. **Food Research International**, v.29, p.595-599, 1996.

FELTES, M.M.C.; CORREIA, J.F.G.; BEIRÃO, L.H.; BLOCK, J.M.; NINOW, J.L.; SPILLER, V.R. Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.669-677, 2010.

FERRARO, V.; CRUZ, I.B.; JORGE, R F.; MALCATA, F.X.; PINTADO, M.E.; CASTRO, P.M.L. Valorization of natural extracts from marine source focused on marine by-products: A review. **Food Research International**, v.43, p.2221-2233, 2010.

GILDBERG, A.; STENBERG, E. A new process for advanced utilization of shrimp waste. **Process Biochemistry**, v.36, p.809-812, 2001.

GONÇALVES, L.U.; VIEGAS, E.M.M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia-do-Nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1021-1028, 2007.

GUILHERME, R.F.; CAVALHEIRO, J M O.; SOUZA, P.A.S. Caracterização química e perfil aminoácídico da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciência Agrotécnica**, v.31, n.3, p.793-797, 2007.

LIMA, S.B.P.; RABELLO, C.B.V.; DUTRA JUNIOR, W.M.; LUDKE, M.C.M.M.; COSTA, F.G.P. Avaliação nutricional da farinha da cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus Vannamei*) para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v.20, n.3, p.35-39, 2007.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura: Brasil 2008-2009**. Brasília: MPA, 2010. p.99.

MIZANI, M.; AMINLARI, M.; KHODABANDEH, M. An effective method for producing a nutritive protein extract powder from shrimp-head waste. **Food Science and Technology International**, v.11; n.1, p.49-54, 2005.

NARAYAN, B.; VELAPPAN, S.P.; ZITUJI, S.P.; MANJABHATTA, S.N. Yield and chemical composition of fractions from fermented shrimp biowaste. **Waste Management & Research**, v.28, p.64-70, 2010.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; PIMENTA, C.J. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico - análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

PLASCENCIA-JATOMEA, M.; OLVERA-NOVOA, M.A.; ARREDONDO-FIGUEROA, J.L. 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, p.753-759, 2002.

SÁNCHEZ-CAMARGO, A.P.; MEIRELES, M.A.A.; LOPES, B.L.F.; CABRAL, F.A. Proximate composition and extraction of carotenoids and lipids from Brazilian redspotted shrimp waste (*Farfantepenaeus paulensis*). **Journal of Food Engineering**, v.102, p.87-93, 2011.

SILVA, F. de A.S.E; AZEVEDO, C.A.V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4,n.1, p.71-78,2002

TACON, A.J. **Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados**. Brasília: FAO, 1989, 572 p.

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, p.199-204, 2003.

WESKA, R.F.; MOURA, J. de M.; RIZZI, J.; PINTO, L.A. de A. Obtenção de quitosana a partir de carapaças de siri. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.1, n.1, p.48-52, 2007.