

FRAÇÃO NITROGENADA DE SILAGENS ÁCIDAS DE RESÍDUOS DA FILETAGEM DE TILÁPIAS (*Oreochromis niloticus*) AO LONGO DO ARMAZENAMENTO

JULIANA RIBEIRO DO CARMO¹, CARLOS JOSÉ PIMENTA², MARIA EMÍLIA DE SOUSA GOMES PIMENTA³, LUIZA MARIA FERREIRA DE SOUSA OLIVEIRA⁴, LUIS FELIPE DE FREITAS FABRÍCIO⁵

RESUMO

Objetivou-se com a presente pesquisa verificar as interferências provocadas pelo tipo de ácido e pelo tempo de armazenamento na fração nitrogenada de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápias. Para tanto, foram elaborados três tipos silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápias utilizando os ácidos orgânicos metanóico (SAM), etanóico (SAE) e propanóico (SAP) na concentração de 5% v/p e 0,1% p/p de butilhidroxitolueno. As biomassas foram monitoradas semanalmente quanto ao teor de proteína bruta, nitrogênio total, nitrogênio protéico e nitrogênio não-protéico. Os resultados demonstraram que o armazenamento provocou diminuição no teor de proteína bruta, sendo a menor média encontrada na silagem de ácido etanóico (23,48% após 28 dias de armazenamento). No tempo inicial de armazenamento e após 21 dias, todas as silagens apresentaram teores de nitrogênio não protéico estatisticamente semelhantes. No final do experimento, as silagens de ácido metanóico, etanóico e propanóico apresentaram 37,47; 38,97 e 39,13% do nitrogênio total na forma de nitrogênio não protéico, percentual bastante inferior ao relatado na literatura. Devido à alta eficiência de preservação e ao bom conteúdo de nitrogênio protéico ao final do armazenamento (28 dias), os três ácidos (metanóico, etanóico e propanóico) são indicados na elaboração de silagens ácidas de pescado.

Palavras-chave: armazenamento, proteína bruta, nitrogênio não protéico, silagens ácidas.

INTRODUÇÃO

Os processos de beneficiamento de tilápias, que visam principalmente à produção de filés, geram aproximadamente 67% de resíduos, sendo que apenas 33% do pescado é aproveitado em filés (Souza et al., 1999) sendo os resíduos descartados no ambiente, constituindo potenciais poluentes.

Para o aproveitamento dos resíduos da piscicultura surge a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que tenham o objetivo de aproveitar esse material, rico em proteínas e lipídios. A ensilagem de resíduos de pescado é uma tecnologia antiga de preservação da matéria orgânica. A preservação do material ensilado é dada pela redução do pH, o que pode ser obtido quimicamente através da acidificação direta utilizando ácidos orgânicos, tais como metanóico, etanóico, propanóico, entre outros, e/ou minerais, tais como clorídrico e sulfúrico (silagem ácida), pela adição de microorganismos produtores de ácido láctico (silagem biológica) ou pela combinação dos dois métodos (Kompang, 1981; Tatterson & Windsor, 1974; Borghesi, 2004).

O grau de hidrólise protéica pode ser usado como critério químico para avaliar a silagem de pescado (Espe et al., 1989). Essa variável mensura a extensão da degradação da hidrólise da proteína, que pode ser hidrolisada por via química (por meio da adição de ácido ou base) ou por via enzimática.

Durante o processo de ensilagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas naturalmente presentes no pescado e o nitrogênio torna-se mais solúvel. Essa autólise é acelerada ao se acrescentarem ácidos fracos ou fortes, sendo que a mais alta atividade proteolítica é alcançada em pH entre 2 e 4. Como resultados da hidrólise surgem pequenos peptídeos de tamanhos diversos, obtendo-se produtos com características específicas, distribuição de aminoácidos e de peso molecular variado e certa quantidade de proteína residual intacta. Essas alterações podem melhorar a digestibilidade da

¹ Doutoranda em Ciência dos Alimentos; DCA/UFLA; julianaribeirocarmo@hotmail.com;

² Professor Adjunto do DCA, carlos_pimenta@dca.ufla.br;

³ Professora Adjunto do DCA, maria.emilia@dca.ufla.br;

⁴ Mestranda em Ciências Veterinárias; DMV/UFLA; quimicaufaster@gmail.com;

⁵ Graduando do 9º período de Zootecnia, DZO/UFLA; luisfelipe_ufla@hotmail.com.

silagem (Morales-Ulloa & Oetterer, 1997), favorecendo seu uso como alimento alternativo para peixes, por exemplo.

Com base no exposto acima, este trabalho teve como objetivo o estudo das modificações ocorridas nas frações nitrogenadas de silagens de resíduos da filetagem de tilápias, elaboradas com os ácidos orgânicos: metanóico, etanóico e propanóico, durante 28 dias de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração das silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápias

A matéria-prima utilizada na elaboração das silagens constituiu-se de resíduos da filetagem de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) compostos por espinhas, nadadeiras, caudas, aparas (carne entre as espinhas) e poucas escamas, adquiridos de produtores da região de Boa Esperança, Minas Gerais. Tais resíduos foram moídos em máquina elétrica de moer carne no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, resultando em 29,1 kg de resíduos moídos.

Após a homogeneização manual, a biomassa triturada foi dividida em três partes iguais de 9,70 kg, utilizadas na elaboração de silagens com as seguintes formulações: (a) Silagem de resíduo da filetagem de tilápias utilizando ácido metanóico: 9,70kg de resíduos da filetagem de tilápias moídos, 0,1% p/p de antioxidante butilhidroxitolueno e 5%v/p de ácido metanóico; (b) Silagem de resíduo da filetagem de tilápias utilizando ácido etanóico: 9,70 kg de resíduos da filetagem de tilápias moídos, 0,1% p/p de antioxidante butilhidroxitolueno e 5%v/p de ácido etanóico; (c) Silagem de resíduo da filetagem de tilápias utilizando ácido propanóico: 9,70 kg de resíduos da filetagem de tilápias moídos, 0,1% p/p de antioxidante butilhidroxitolueno e 5%v/p de ácido propanóico.

As silagens foram armazenadas por 28 dias à temperatura ambiente, em baldes de polietileno com capacidade para 15 kg, nos quais as tampas continham 3 orifícios para escape de gases decorrentes de transformações ocorridas na biomassa ensilada.

Para a dosagem das variáveis a serem analisadas, procedeu-se à coleta das amostras logo após o preparo das silagens e semanalmente, ou seja, 0, 7º, 14º, 21º e 28º dia do processo de ensilagem. As silagens foram elaboradas e analisadas no Laboratório Central de Análises do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Determinação da proteína bruta

Para a determinação do conteúdo de proteína bruta presente nas silagens ácidas utilizou-se o método Microkjeldhal, de acordo com a AOAC (1990), multiplicando-se o conteúdo de nitrogênio total pelo fator de conversão de valor igual a 6,25.

Determinação de nitrogênio total

O teor de nitrogênio total foi obtido pelo método Microkjeldhal, sem a multiplicação pelo fator 6,25, de acordo com a AOAC (1990).

Determinação de nitrogênio não protéico (NNP)

O teor de nitrogênio não protéico foi determinado utilizando o ácido tricloroacético para precipitar o nitrogênio oriundo da porção protéica (AOAC, 1990).

Determinação de nitrogênio protéico

O teor de nitrogênio protéico foi determinado pela subtração do conteúdo de nitrogênio não protéico do teor de nitrogênio total, conforme realizado por Valério (1994).

Análises estatísticas

O experimento seguiu um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em esquema fatorial, sendo os fatores: tipo de silagem ácida (silagem de ácido metanóico, silagem de ácido etanóico e silagem de ácido propanóico) e tempos de armazenamento (0, 7, 14, 21 e 28 dias). Em cada período de armazenamento foram retiradas 7 repetições de cada tratamento, totalizando 105 parcelas. O modelo estatístico utilizado foi: $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$, onde: y_{ijk} = variável resposta; μ =

constante associada a cada observação; α_i = efeito do i -ésimo nível do fator tipo de silagem; β_j = efeito do j -ésimo nível do fator tempo de armazenamento; $\alpha\beta_{ij}$ = efeito da interação entre os dois fatores; e_{ijk} = erro observado a cada observação.

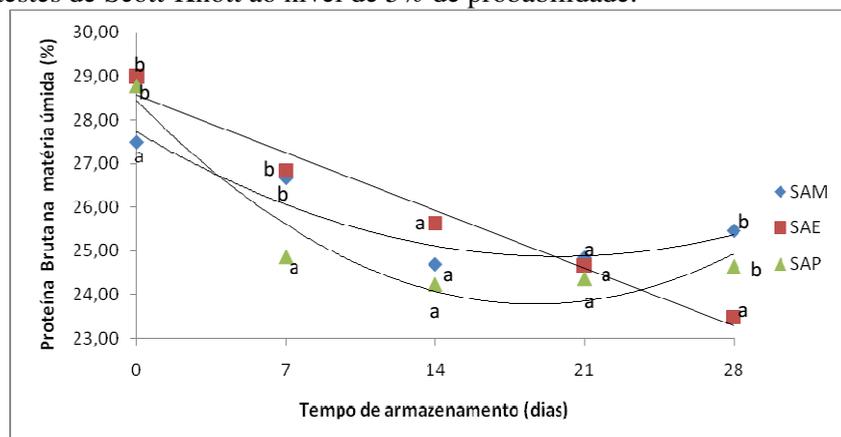
Os dados obtidos para cada variável foram submetidos à análise de variância utilizando o programa Sisvar (Ferreira, 2000). Os testes estatísticos (regressão linear e Skott-Knott para a comparação de médias) foram realizados ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Proteína bruta

Com relação ao conteúdo de proteína bruta, observou-se interação significativa entre o tempo de armazenamento e o tipo de ácido ($P < 0,01$), indicando a dependência entre esses dois fatores. A Figura 1 mostra a variação do teor de proteína bruta nas três silagens ao longo dos dias de armazenamento, bem como os resultados do teste de Scott-Knott para comparação de médias, representado por letras.

Figura 1 Variação do teor de proteína bruta na matéria úmida ao longo de 28 dias de armazenamento e resultados dos testes de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.



Siglas usadas na legenda da figura: SAM: Silagem de ácido metanóico, SAE: silagem de ácido etanóico e SAP: Silagem de ácido propanóico.

As equações ajustadas e os respectivos coeficientes de determinação foram (a) SAM: $y = 0,0073x^2 - 0,2878x + 27,7223$ com $R^2 = 0,8946$ (b) SAE: $y = -0,1888x + 28,5709$ com $R^2 = 0,9730$ (c) SAP: $y = 0,0133x^2 - 0,4979x + 28,4380$ com $R^2 = 0,9295$.

Letras iguais no mesmo tempo de armazenamento indicam que as médias são estatisticamente semelhantes ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Skott-Knott.

Após 28 dias de armazenamento, a menor média foi observada na silagem de ácido etanóico (23,48%), enquanto as silagens de ácido metanóico e de ácido propanóico apresentaram médias maiores e estatisticamente semelhantes (25,45 e 24,65 %, respectivamente). Vidotti (2001) e Arruda (2004), ambas trabalhando com matéria-prima originária da filetagem de tilápias, obtiveram 13,49 e 12,85% de proteína bruta, respectivamente. O tipo de matéria-prima (Arruda, 2004) e diferentes concentrações e tipos de ácidos levam às diferenças nas variáveis de qualidade observadas nas diferentes silagens.

Em todos os sistemas observou-se diminuição do conteúdo protéico ao longo dos dias de armazenamento. Para as silagens de ácido metanóico e de ácido propanóico foi observado efeito quadrático ao longo dos dias de ensilagem, ocorrendo valores menores de proteína bruta próximo aos tempos 20 e 19 dias, respectivamente; enquanto, para a silagem de ácido etanóico, foi observado efeito linear decrescente. A redução no conteúdo protéico é decorrente da hidrólise protéica, a qual converte as proteínas em amônio, que podem se volatilizar durante o processamento e armazenamento da silagem (Santana-Delgado et al., 2008).

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Pela avaliação da Figura 1, pode-se notar que o valor nutritivo, em termos do teor de proteína bruta, está indiretamente relacionado com o tempo de estocagem. O maior valor nutricional é atribuído ao período logo após o preparo, ou seja, a silagem fresca é nutricionalmente superior à silagem estocada (Stone & Haardy, 1986; Espe et al., 1989; Valério, 1994).

Cabe ressaltar que, mesmo havendo diminuição do teor de proteína com o tempo de armazenamento, o conteúdo remanescente é alto após 28 dias, e os possíveis benefícios de melhoria na digestibilidade (transformação de proteínas em peptídeos de mais fácil absorção) seguramente podem suprir essa pequena perda de valor nutricional.

Nitrogênio total (NT), nitrogênio protéico (NP) e nitrogênio não protéico (NNP)

Foi observada interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores silagem e tempo de armazenamento para as variáveis: nitrogênio total, nitrogênio protéico e nitrogênio não protéico. As médias dessas variáveis para cada tempo de armazenamento em cada uma das silagens, bem como os resultados das análises estatísticas, podem ser observadas pela Tabela 2.

Tabela 2 Médias das variáveis: nitrogênio total, nitrogênio protéico e nitrogênio não protéico* nas silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápias.

Variável	Tempo (dias)	SAM	SAE	SAP
NT (%)	0	4,40 a	4,64 b	4,60 b
	7	4,27 b	4,30 b	4,60 b
	14	3,95 a	4,10 b	3,88 a
	21	3,97 a	3,95 a	3,90 a
	28	4,07 b	3,76 a	3,94 a
CV (%)	4,22			
NP (%)	0	3,70 a	3,91 b	3,89 b
	7	3,24 b	3,32 b	3,06 a
	14	2,68 a	3,00 b	2,67 a
	21	2,55 a	2,54 a	2,50 a
	28	2,55 a	2,29 a	2,40 b
CV (%)	4,47			
NNP (%)	0	0,70 a	0,73 a	0,72 a
	7	1,03 b	0,97 a	0,92 a
	14	1,28 b	1,10 a	1,21 b
	21	1,42 a	1,41 a	1,40 a
	28	1,53 a	1,46 a	1,54 a
CV (%)	5,73			

* Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Scott Knott.

Símbolos utilizados: NT= Nitrogênio total, NNP = Nitrogênio não protéico, NP= Nitrogênio protéico, SAM= Silagem de ácido metanóico, SAE= silagem de ácido etanóico e SAP=Silagem de ácido propanóico.

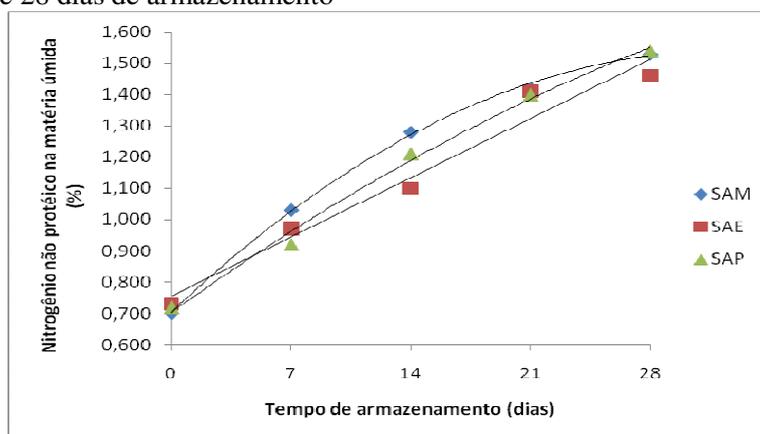
O grau de hidrólise protéica é um importante critério químico na avaliação da qualidade nutricional das silagens de pescado. De acordo com Valério (1994), o grau de hidrólise pode ser aferido pela observação visual, pelas taxas de conversão do nitrogênio (quanto maior o NNP em relação ao NP, mais hidrolisado estará o sistema) e pela digestibilidade após os dias de ensilagem. A atividade autolítica que ocorre durante o período de armazenamento provoca o aumento de substâncias nitrogenadas, como amônio, aminas, aminoácidos e peptídeos, as quais são quantificadas como nitrogênio não protéico (González & Marín, 2005).

Com relação ao NNP observa-se, pelos dados contidos na Tabela 2, que no tempo inicial (0 dia) todas as silagens apresentaram valores estatisticamente semelhantes. As diferenças entre os tipos de silagens começaram a se pronunciar a partir da primeira semana de ensilagem, quando foi verificado o maior valor de NNP para a silagem de ácido metanóico (1,03%), enquanto, na silagem de ácido etanóico e na de ácido propanóico, foram obtidos valores estatisticamente semelhantes.

Entretanto, na terceira semana (14 dias) de ensilagem, o valor de NNP da silagem de ácido propanóico se equiparou ao valor da silagem de ácido metanóico, sendo o menor valor para essa variável, no referido período, constatado na silagem de ácido etanóico. A partir do tempo 21 dias, os valores de NNP para todas as silagens foram estatisticamente semelhantes. Após 28 dias de armazenamento, os percentuais de NNP em relação o NT para as silagens de ácido metanóico, etanóico e propanóico foram de 37,47; 38,97 e 39,13%, respectivamente. Esses valores se distanciaram dos obtidos por Santana-Delgado et al. (2008), os quais observaram, após 1, 13 e 60 dias de armazenamento, teores de NNP de 40% do NT, 64-70% do NT e 87-88% do NT, respectivamente, em silagem ácida de resíduo de cavala espanhola.

Os valores de solubilização do nitrogênio, e consequentemente de solubilização da proteína, expressos como nitrogênio não protéico, podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2 Variação do teor de nitrogênio não protéico nas silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápias ao longo de 28 dias de armazenamento



Siglas usadas na legendada figura: SAM: Silagem de ácido metanóico, SAE: silagem de ácido etanóico e SAP: Silagem de ácido propanóico.

As equações ajustadas e os respectivos coeficientes de determinação foram (a) SAM: $y = -0,0008x^2 - 0,0515x + 0,7038$ com $R^2=0,9995$; (b) SAE: $y = 0,0273x + 0,7517$ com $R^2=0,9678$; (c) SAP: $y = -0,0003x^2 - 0,0400x + 0,6978$ com $R^2=0,9937$.

Observa-se, na Figura 2, um rápido aumento na solubilização do nitrogênio durante a primeira semana em todas as silagens, que, de uma maneira geral, continuou a proceder até o final do experimento. Stone & Haardy (1986), afirmam que nos primeiros dias de ensilagem (de 3 a 7 dias) ocorre acentuada proteólise e a maioria das proteínas é transformada em aminoácidos e peptídeos de cadeia curta, aumentando a digestibilidade das silagens. Gonzáles & Marin (2005), estudando silagens biológicas de resíduos de sardinha armazenadas por 60 dias, verificaram um aumento significativo no teor de NNP até o 13º dia de ensilagem, continuando sua ascensão, porém em menor velocidade, até o final do experimento.

CONCLUSÃO

Nas condições em que o experimento foi realizado, concluiu-se que o tempo de armazenamento interferiu nas variáveis analisadas, sendo observada diminuição no teor de proteína bruta e aumento no teor de nitrogênio não protéico ao longo do armazenamento, em todas as silagens analisadas. Apesar de pequenas diferenças, todos os ácidos testados foram eficientes na manutenção da qualidade nutricional das silagens por 28 dias, pois todas apresentaram alto teor de proteína bruta ao final do experimento e os possíveis benefícios de melhoria na digestibilidade (transformação de proteínas em peptídeos de mais fácil absorção) seguramente podem suprir essa pequena perda de valor nutricional. A escolha do tipo de ácido a ser utilizado na confecção das silagens dependerá do custo e da disponibilidade desses reagentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, L. F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. 1117 p.
- BORGHESI, R. **Avaliação físico-química, nutricional e biológica das silagens ácida, biológica e enzimática elaboradas com descarte e resíduo do beneficiamento da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 108 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ESPE, M.; RAA, J.; NJAA, L. R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 49, n. 3, p. 259-270, 1989.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- GONZALEZ, D.; MARIN, M. Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinhas. **Revista Científica**, Caracas, v. 15, n. 6, p. 560-567, 2005.
- KOMPIANG, I. P. Fish silage: its prospect and future in Indonesia. **Indonesian Agriculture Resource & Development Journal**, v. 3, n. 1, p. 9-12, 1981.
- MORALES-ULLOA, D. F.; OETTERER, M. Composição em aminoácidos de silagens químicas, biológicas e enzimáticas preparadas com resíduos de sardinha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 252-258, set./dez. 1997.
- SANTANA-DELGADO, H.; AVILA, E.; STELO, A. Preparation of silage from Spanish mackerel (*Scomberomorus maculatus*) and its evaluation in broiler diets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 141, n. 1/2, p. 129-140, Mar. 2008.
- SOUZA, M. L. R.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. Influência do método de filetagem e categorias de peso sobre o rendimento da carcaça, filé e pele da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p.1-16, 1999.
- STONE, F. E.; HAARD, R. W. Nutritional value acid stabilized silage and liquefied fish protein. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 37, n. 8, p. 797-803, Aug. 1986.
- TATTERSON, I. N.; WINDSOR, M. L. Fish silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 25, n. 4, p. 369-379, Apr. 1974.
- VALÉRIO, A. C. R. **Elaboração de silagem enzimática de pescado como alternativa ao processo tradicional**. 1994. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixe na nutrição de Pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2001. 65 p. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP.