

Artigo Número 67

**CARACTERIZAÇÃO DE SILAGENS ÁCIDAS DE RESÍDUOS DE TILÁPIA
(*Oreochromis niloticus*)**

Juliana Ribeiro do Carmo¹, Carlos José Pimenta², Maria Emília de Sousa Gomes Pimenta³,
Marinez Moraes de Oliveira⁴, Priscila Vieira Rosa Logato⁵, Larissa de Oliveira Ferreira⁶.

RESUMO

Foram elaborados e caracterizados três tipos de silagens ácidas de resíduos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). As silagens foram formuladas com resíduo de tilápia com: 5% ácido acético (SAA), 5% de ácido propiônico (SAP) e 5% de ácido fórmico (SAF). Foram efetuadas análises para a determinação de umidade, lipídeos, proteínas e cinzas, após 20 dias de processo. SAA, SAP e SAF apresentaram respectivamente 70,49; 68,73 e 63,54% de umidade; 14,18; 12,13 e 10,35% de lipídeos na MS, 67,40; 67,56 e 56,58 % de proteína na MS, 20,81; 20,97 e 27,97 % de cinza na MS. As análises microbiológicas apontaram ausência de bolores, leveduras e microorganismos mesófilos no material ensilado. As silagens apresentaram bom valor nutricional após o período de 20 dias de armazenamento.

Palavras-chave: resíduos de tilápia, silagens ácidas, valor nutricional.

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma época onde a disposição final de resíduos é indispensável à sobrevivência. Nesse aspecto, qualquer atividade que degrade o meio ambiente, em qualquer extensão, torna-se inadmissível.

Os resíduos orgânicos estão intimamente relacionados a problemas ambientais como a poluição dos recursos naturais (ar, água e solo). As indústrias de alimentos descartam grande volume de matéria orgânica, de alto valor nutricional, que poderia ser aproveitada na alimentação humana ou animal.

Nesse contexto, o termo resíduo refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento de alimentos que são de valor relativamente baixo. No caso de pescado, o material residual pode ser constituído de aparas do "toilete" antes do enlatamento, carne escura, peixe fora do tamanho ideal para industrialização, cabeças e carcaças (OETTERER, 1993/94).

¹ Química, mestranda-UFLA-MG, quimicaufaster@gmail.com;

² Eng. Agrônomo, Professor Adjunto do Depto. De Ciência dos Alimentos, UFLA-MG.

³ Zootecnista, Pesquisadora - EPAMIG.

⁴ Bióloga, Bolsista UFLA, Lavras-MG, marinez.moraes@ig.com.br

⁵ Zootecnista, Professora Adjunta do Depto. de Zootecnia, UFLA-MG.

⁶ Eng. de alimentos, mestranda - UFLA-MG.

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).

Uma forma eficiente de aproveitamento dos resíduos de pescado consiste na ensilagem de pescado.

A ensilagem de resíduos de pescado é uma técnica antiga de preservação da matéria orgânica (ARRUDA, 2004). É definida por Tatterson & Windsor (1974) como um produto líquido elaborado a partir de peixes inteiros ou partes desses aos quais são acrescentados ácidos, enzimas ou bactérias produtoras de ácido láctico, onde a liquefação da massa é oriunda da ação de enzimas naturalmente presentes no pescado.

Objetivou-se com o presente trabalho a elaboração e caracterização química de silagens ácidas produzidas utilizando-se os ácidos acético, propiônico e fórmico.

SILAGEM DE PESCADO

A silagem de pescado é um método antigo de preservação da matéria orgânica (SHIRAI et al., 2001). É definida por Tatterson & Windsor (1974) como um produto líquido elaborado a partir de peixes inteiros ou partes desses, aos quais são acrescentados ácidos, enzimas ou bactérias produtoras de ácido láctico, onde a liquefação da massa é oriunda da ação de enzimas naturalmente presentes no pescado.

A técnica para a elaboração da silagem de pescado foi modificada por Edin na década de 30, a partir da adaptação de um método patenteado por Virtanen, que visava à preservação de forragens por meio da adição dos ácidos inorgânicos sulfúrico e clorídrico (RAA & GILBERG, 1982).

Surgiu nos países escandinavos, sendo a Suécia, o primeiro país a produzi-la, em 1936, em experimentos utilizando-se misturas de ácido sulfúrico, clorídrico, fórmico e outros ingredientes como melão (DISNEY & JAMES, 1980; OETTERER & BORGHESI, 2007).

Na Noruega, Polônia e Dinamarca, a preservação dos resíduos pela técnica de silagem vem sendo estudada desde 1930. Países como o Canadá, Inglaterra e Alemanha iniciaram a produção de silagem a partir da década de 40. No Brasil, o interesse por este processo só apareceu na década de 80 (SALES 1995; OGAWA & MAIA, 1999; BENITES, 2003).

De acordo com Benites (2003) e Gonçalves & Viegas (2007), o princípio da preservação dos resíduos do processamento de pescado utilizando-se a técnica de silagem, deve-se principalmente à redução do pH e à hidrólise protéica da massa residual, por três métodos principais: adição de ácidos orgânicos e/ou minerais (silagem ácida), processo biológico de fermentação por bactérias lácticas, o qual gera ácido láctico aumentando conseqüentemente a acidez do meio ou uso de enzimas proteolíticas (silagem enzimática).

Como vantagens da tecnologia de silagem destacam-se: a conservação das propriedades nutricionais em relação ao produto de origem, uma vez que o conteúdo protéico não sofre tratamento térmico; a produção é independente da escala, não requerendo altos custos para a sua fabricação; os odores produzidos são praticamente imperceptíveis e o produto ensilado não necessita de refrigeração para a sua conservação, mantendo-se estável por mais de um ano à temperatura ambiente. A necessidade de

grandes espaços para o armazenamento do produto final semilíquido constitui a principal desvantagem da técnica (WINDSOR & BARLOW, 1984; BARRAL et al., 1989; RAA & GILDBERG, 1982; TATTERSON & WINDSOR, 1974).

SILAGEM ÁCIDA DE PESCADO

A silagem ácida (ou química) de pescado é o produto resultante da mistura de ácido aos subprodutos da pesca. O princípio fundamental para que ocorra a preservação do ensilado de pescado é que o ácido utilizado diminua o pH e evite a putrefação bacteriológica do pescado, enquanto as enzimas presentes se encarregam da liquefação.

Nas silagens ácidas os reagentes de preservação utilizados podem ser: ácidos orgânicos, ácidos minerais ou uma mistura desses dois. Tais reagentes são adicionados aos resíduos de pescado picados ou moídos com o objetivo de diminuir o pH provocando inibição do crescimento bacteriano (BERAQUET & GALACHO, 1984).

A ensilagem ácida é um processo seguro nos países tropicais, sendo produzida com muita facilidade. Podem ser utilizados quaisquer tipos de pescado ou de resíduos de pescado.

A atividade das enzimas proteolíticas presentes no pescado, responsáveis pela autólise protéica e lipídica do material ensilado, é acelerada por meio da adição de ácidos fracos ou fortes, sendo que essas enzimas alcançam atividade mais alta em valores de pH na faixa de 2,0 a 4,0 (SANTANA-DELAGADO et al., 2008).

Um dos pontos cruciais na elaboração da silagem química de pescado é a escolha do agente acidificante. Segundo Benites (2003) a escolha depende basicamente do custo, disponibilidade e ação bactericida. Podem ser usados ácidos inorgânicos, orgânicos ou uma mistura desses dois.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

A matéria-prima utilizada na elaboração das silagens foi constituída de resíduos de tilápias nilóticas (*Oreochromis niloticus*) formados por espinhas, nadadeiras, caudas, cabeças, escamas e peixes inteiros (sem as vísceras) provenientes de sucessivos descongelamentos. Tais resíduos foram adquiridos de produtores da região de Perdões, MG.

Preparo das silagens

Os resíduos descritos no item anterior foram triturados em moedor elétrico. O conteúdo total após a moagem foi pesado em balança analítica. O peso total de resíduo triturado foi de 5,55 kg. Após a homogeneização manual, a biomassa foi dividida em três partes iguais de 1,85 kg. Adicionou-se 0,1% (p/p) de BHT (butilhidróxitolueno) a cada parte. Em seguida acrescentou-se os ácidos acético, propiônico e fórmico na concentração de 5% p/v, conforme a Figura 1.

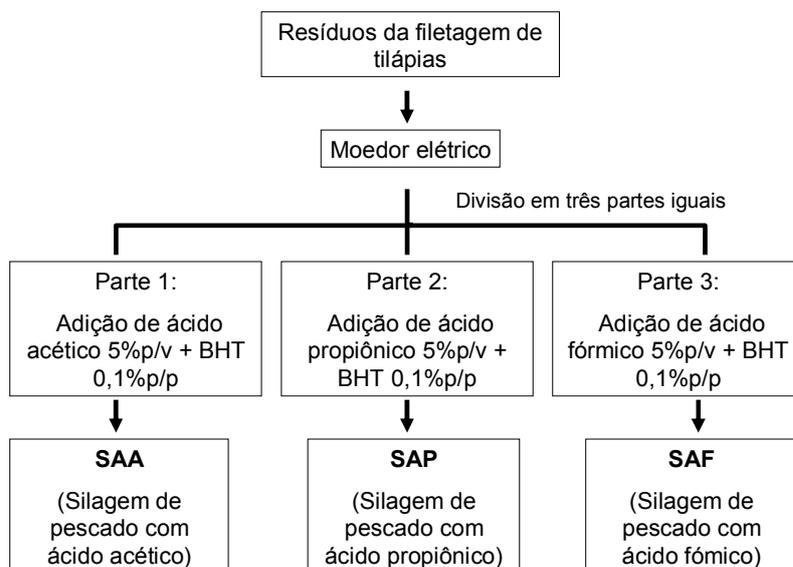


Figura 1 - Fluxograma das etapas seguidas para a elaboração de silagens ácidas de resíduos da filetagem de tilápias (*Oreochromis niloticus*).

As silagens foram armazenadas por 20 dias a temperatura ambiente. O armazenamento iniciou-se no dia 19 de julho de 2007 e terminou-se no dia 08 de agosto de 2007. Durante todos os dias de armazenamento os sistemas foram agitados a fim de provocar o maior contato possível entre ácido (agente de preservação) e a biomassa.

Análises efetuadas

O pH foi determinado em peagâmetro digital, com resultados compostos por duas casas decimais. As análises de composição centesimal das silagens realizadas no experimento foram: umidade (método gravimétrico em estufa à 65°C até peso constante), extrato etéreo (método de Soxhlet utilizando-se éter etílico como solvente), cinzas (método gravimétrico em mufla à 550° C com incineração anterior em fogão a gás) e proteína bruta (método Microkejeldhal sendo o teor protéico determinado pela multiplicação do teor de Nitrogênio Total pelo fator 6,25). Todas as análises foram realizadas em quatro repetições seguindo procedimentos descritos pela A.O.A.C (1990) no Laboratório de Produtos Vegetais – DCA/UFLA.

As análises de contagem total de microorganismos mesófilos e contagem total de bolores e leveduras foram realizadas baseando-se em Silva (1997). Para a contagem total de microorganismos aeróbios mesófilos foi utilizado o meio PCA (Ágar Padrão para Contagem) e a estufa incubadora regulada a 35°C. Já para a contagem de bolores e leveduras utilizou-se o meio PDA-antibióticos (Ágar Batata Dextrose com antibiótico). O método de plaqueamento utilizado foi o plaqueamento em superfície. Os ensaios microbiológicos foram desenvolvidos no Laboratório de Microbiologia da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – Centro Tecnológico do Sul de Minas - EPAMIG/CTSM, localizado no campus da UFLA.

Análises estatísticas

As médias dos tratamentos (tipos de silagens) foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH ao final do tempo de armazenamento para SAA, SAP e SAF foram de 4,37; 4,81 e 4,82 respectivamente. Os baixos valores de pH contribuíram para a manutenção da qualidade microbiológica das silagens produzidas.

Após 20 dias de ensilagem as silagens foram submetidas à análise de composição centesimal. Os dados referentes à composição centesimal das silagens ácidas estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição centesimal das silagens ácidas de resíduos de tilápia-do-Nilo após 20 dias de ensilagem

Ácido preservante	Umidade (%)	Extrato etéreo MS* (%)	Proteína bruta MS (%)	Cinza MS(%)
Acético	70,87 b	14,18 b	67,40 b	20,81 a
Propiônico	68,69 b	12,13 a	67,56 b	20,97 a
Fórmico	63,29 a	10,35 a	56,58 a	27,97 b

Letras distintas na mesma coluna indicam diferença estatística *MS: matéria seca

As silagens formuladas com o ácido acético e com o ácido propiônico apresentaram teores de umidade próximos e maiores que o teor de umidade da silagem de ácido fórmico. Esse resultado foi superior ao encontrado por Oliveira (2005), onde a autora encontrou após trinta dias de ensilagem ácida (utilizando o ácido fórmico 3% p/p como agente preservante) um teor de umidade de 40,20%. Em contrapartida, Arruda (2004) observou um teor de 78,32% de umidade na silagem de resíduos de tilápia produzida com o uso de 3% de uma mistura de ácido fórmico e propiônico (1:1).

Verificou-se que a silagem de ácido acético apresentou o maior teor de lipídeos. Oliveira (2005) utilizando o ácido fórmico encontrou 19,25% de extrato etéreo na silagem seca e Geron (2003) encontrou 35,37% de extrato etéreo na silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias ao se usar 2% de ácido sulfúrico e 2% de ácido fórmico. Vale a pena ressaltar que cada resíduo apresenta uma composição diferente. Os sucessivos descongelamentos sofridos pelo material de origem para a confecção das silagens pode ter afetado o teor lipídico. O uso de antioxidante evita a oxidação desses lipídeos e a conseqüente diminuição do valor nutricional das silagens.

O percentual de proteína bruta das silagens de ácido acético e propiônico foram maiores em relação à silagem de ácido fórmico. Os teores de proteína bruta ficaram próximos aos obtidos por Arruda (2004) e Borghesi (2004) onde os teores encontrados para silagens ácidas formuladas com 3% de ácido fórmico e propiônico (1:1) foram de

59,27% e 54,25%, respectivamente. Todavia, os teores obtidos se distanciaram dos valores observados por Oliveira (2005) e Geron (2003) que obtiveram, respectivamente, 48,30% e 35,37%.

O maior teor de matéria mineral foi observado na silagem de ácido fórmico. Os ácidos orgânicos empregados solubilizam a matéria orgânica, deixando em solução os minerais, resultando em alta concentração desses na matéria seca. Os teores ficaram próximos aos valores encontrados por Geron (2003), Borghesi (2004) e Oliveira (2005), que obtiveram 23,47%, 26,62% e 29,38%, respectivamente, e se distanciaram dos valores encontrados por Vidotti & Gonçalves (2006) em silagem ácida (ácido fórmico + ácido sulfúrico) que observou 5,09% de cinzas.

Nas Tabelas 2 e 3 estão listados os resultados das análises microbiológicas realizadas no experimento.

Tabela 2 - Resultado da Contagem total de Microrganismos Aeróbios Mesófilos 20 dias após a adição dos ácidos: acético, propiônico e fórmico

Tratamento	Contagem Total
Silagem de ácido acético	Ausente
Silagem de ácido propiônico	Ausente
Silagem de ácido fórmico	Ausente

Tabela 3 - Resultado da Contagem Total de Bolores e Leveduras 20 dias após a adição dos ácidos: acético, propiônico e fórmico

Tratamento	Contagem Total
Silagem de ácido acético	Ausente
Silagem de ácido propiônico	Ausente
Silagem de ácido fórmico	Ausente

Os testes microbiológicos efetuados evidenciam o poder de preservação dos ácidos testados. Santana-Delgado et al. (2008) encontraram valores abaixo de 10 UFC/g para a contagem de bolores e leveduras e para a contagem de mesófilos utilizando uma mistura dos ácidos sulfúrico (13 mL.kg^{-1}) e propiônico (10 mL.kg^{-1}) como agente preservante.

CONCLUSÃO

Observando as características bromatológicas das silagens elaboradas pode-se perceber que o valor nutricional após 20 dias de armazenamento foi alto. É importante salientar que a escolha do ácido empregado deve aliar preço à baixa toxicidade, sendo os

ácidos: acético, propiônico e fórmico, igualmente indicados no tocante às características nutricionais finais do material ensilado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de bolsas e a Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto.

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. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of analyses of the Association of Official Analytical Chemists. 15.ed. Washington, 1990. 1117p.

BARRAL, A.; CASTAÑON, C.; BERGAMASCHI, N. Y ROTH, R. (1989): Ensilados ácidos de pescado. *La Industria Cárnica*. 17:76. 43-47.

BENITES, C. I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies.** 2003. 159p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos). Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, RS

BENITES, C. I. **Farinha de silagem de resíduo de pescado: elaboração, complementação com farelo de arroz e avaliação biológica em diferentes espécies.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos). Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande, RS.

BERAQUET, N. J.; GALACHO, S. A. A. **Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilados de resíduos de peixe e camarão.** Campinas: Coleção ITAL, 13, p. 149-174, 1983.

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. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciências)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DISNEY, J.G.; JAMES, D. **Fish silage production and its use**. Rome, FAO, 1980. 105p. (FAO Fish Rep. nº 230).

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **In...**45ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258

GERON, L. J. V. **Produção e utilização da silagem do resíduo da filetagem de tilápias na alimentação de ruminates**. 2003. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade de Estadual de Maringá, Maringá, PR.

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**, vol.59 no.4 Belo Horizonte Aug. 2007.

KOMPIANG, I.P. Fish silage: its prospect and future in Indonesia. **Indonesian Agriculture Resource & Development Journal**, v.3, n.1, p. 9-12, 1981.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v.5, p.119-134, 1993/1994.

OETTERER, M.; BORGHESI, R. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 25, p. 329-339, 2007

OGAWA, M. & MAIA, E. L. **Manual de Pesca**. São Paulo: Varela, 1999, 332p.

OLIVEIRA, M.M. **Caracterização química, biológica e utilização da silagem ácida de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, LINNAEUS), para alevinos de tilápia e girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802)**. 2005. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) Unifenas, Alfenas, MG.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish Silage; a review. **CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** v.16, nº 4, p.383-419, 1982.

SALES, R. O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da despesca da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) em dietas experimentais com ratos**. Tese de Doutorado em Tecnologia de Alimentos, UNICAMP. Campinas. 1995.

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**, 2008; 141 (1)

SHIRAI, K.; GUERRERO, I.; HUERTA, S.; SAUCEDO, G.; CASTILLO, A.; GONZALEZ, R.O.; HALL, G.M. Effect of initial glucose concentration and inoculation level of lactic acid bacteria in shrimp waste ensilation. **Enzyme and Microbial Technology**, v.28, p. 446-452, 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997 295

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.

TATTERSON, I.N.; WINDSOR, M.L. Fish Silage. *J. Sci. Food Agric.* v. 25, p. 369-379, 1974.

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Artigo disponibilizado na página do Instituto de Pesca <<http://www.pesca.sp.gov.br>> em outubro de 2006 acesso em 18 de maio de 2008.

WINDSOR, M. Y BARLOW, S. (1984): Introducción a los subproductos de pesquería. Ed. ACRIBIA. España.