

Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal

Print version ISSN 1981 – 2965

Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 07, n. 2, p. 68-85, jul-dez, 2013

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130011>

Artigo Científico

Biotecnologia

Avaliação microbiológica da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)¹

André Luiz Torres de Oliveira ², Ronaldo de Oliveira Sales ³, Fillipe Herbert Sales

Bruno ⁴; João Batista Santiago Freitas ⁵

RESUMO: O experimento constitui em avaliar a silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Com os objetivos de aumentar a receita e a eficiência de produção da indústria e, conseqüentemente, minimizar os problemas ambientais e de sanidade, provenientes do resíduo de pescado, procedeu-se à elaboração da silagem biológica do resíduo de beneficiamento de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) após homogeneização utilizando-se de resíduos de pescado e restos de repolho (*Brassica oleracea*), mamão (*Carica papaya*), farinha de trigo, vinagre de vinho tinto e sal de cozinha, para elaboração do fermento biológico com manutenção do pH ao redor de 4,0. Foram avaliadas silagens armazenadas por realizadas análises microbiológicas de *Salmonella*, *coliformes totais*, *fecais* e *Escherichia coli* e contagem de microrganismos. Houve redução significativa da contagem de microrganismos durante o armazenamento à temperatura ambiente, sendo que este efeito foi mais acentuado a partir da segunda semana, situando-se a contagem abaixo

de 10^3 UFC / g, suficientes para garantir boa estabilidade do produto, por um período de 180 dias.

Palavras-chave: aproveitamento; silagem de peixe; fertilizantes orgânicos.

Microbiological assessment of biological silage waste industries filleting fish

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)¹

ABSTRACT: The experiment is to evaluate the biological silage waste from industrial fish filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). With the goals of increasing the income and production industry, and consequently minimize the environmental and health problems, from the fish waste, proceeded to the preparation of silage biological waste processing of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after homogenization using the fish waste and leftover cabbage (*Brassica oleracea*), papaya (*Carica papaya*), wheat flour, red wine vinegar and salt, for the preparation of yeast to maintain the pH at about 4.0. Were evaluated silages stored for microbiological analysis of *Salmonella*, total coliforms, fecal coliforms and *Escherichia coli* and microbial counts. There was a significant reduction in microorganism count during storage at room temperature, but this effect was more pronounced after the second week standing at 10 count below 3 CFU / g, sufficient to ensure good stability of the product by 180 days.

Keywords : utilization; fish silage; organic fertilizers .

¹ Parte do Trabalho de Monografia - Projeto Financiado pela FUNCAP

² Aluno de Graduação em Agronomia da UFC

³ Prof. Dr. DZ/CCA/UFC - Orientador

⁴ Aluno de Graduação em Agronomia da UFC

⁵ Laboratório de Sementes

Introdução

A silagem biológica de resíduos de pescado (SBRP) é o produto da autólise ácida da proteína do pescado, em forma pastosa, que pode constituir fonte de proteína na formulação de rações para os animais domésticos (JOHNSEN, 1981, KELLEMS, 1984, JACKSON et al., 1984).

O valor nutricional da SBRP decorre da elevada digestibilidade da proteína, devido este constituinte ser bastante hidrolisado, e da presença de lisina e triptofano, entre outros aminoácidos livres (HALL, 1985, BACKHOFF, 1976, DISNEY & JAMES, 1980, TABIOKA, 2001). Na SBRP intervêm vários fatores externos e intrínsecos, como o processamento do pescado e a degradação das proteínas e lipídeos que, em essência, resulta no seu significado (GREEN, 1984, PETERSEN, 1953, SIEBERG, 1961).

O valor nutricional da silagem de pescado está representado pela digestibilidade da proteína, que está bastante hidrolisada, além da presença de lisina e triptofano e outros aminoácidos essenciais. Após a bioconversão, o produto é uma fonte de proteínas autolisadas de alta qualidade, podendo ser usado na alimentação animal e na elaboração de novos alimentos (BACKHOFF, 1976). Assim, os procedimentos para redução dos custos das rações devem ser voltados para a redução do milho ou do farelo de soja por alimentos alternativos, energéticos ou protéicos que estejam disponíveis a preços compensadores (JOHNSEN, 1981), como também para o preparo de rações de baixo custo e alto valor nutricional para aves, bovinos, ovinos, peixes e outros animais domésticos (JOHNSEN & SKREDE, 1981).

O material autolisado caracteriza-se por uma degradação do

material protéico original do produto da pesca, a estado de peptídios, oligopeptídios e aminoácidos, em maior ou menor grau, dependendo da técnica empregada na sua elaboração, degradação essa que resulta num aumento no nível dos componentes nitrogenados não-protéicos (tais como, aminoácidos livres, amônia, mono e dimetilaminas), como indicado no estudo da silagem ácida de peixe de vísceras de bacalhau (BACKHOFF, 1976; STONE & HARDY, 1986).

Tais condições criadas pelo abaixamento do pH, devido à glicólise durante o "rigor-mortis", acabam por causar o rompimento das paredes do lisossoma, liberando as enzimas contidas, iniciando-se a hidrólise de proteínas e a ação de aminoácidos e peptídios, ocorrendo também a formação de pequenas quantidades de pirimidinas e bases purínicas, provenientes da desintegração dos ácidos nucléicos e

lipídios, constituindo-se no fenômeno da autólise (RAA & GILDBERG, 1976). Em geral os resultados de alguns trabalhos mostram que a autólise em silagens feitas a partir dos resíduos seja principalmente devido às enzimas do intestino que são espalhadas pela massa do peixe após a trituração (BACKHOFF, 1976; POTTER, 1973). Isto é suportado pelo fato de que na silagem feita apenas com filés de pescado, a liquefação é pequena (TATTERSON & WINDSOR, 1974; WIGNALL & TATTERSON, 1976).

Na silagem, intervém uma série de fatores externos e outros intrínsecos, como o tipo de pré-processamento do peixe, temperatura ambiente, qualidade do ácido usado, época da captura e outros fatores cuja inter-relação resulta em uma degradação controlada das proteínas e lipídios (GREEN, 1984).

O presente trabalho objetivou a avaliação química e microbiológica da silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) com inclusão de fermento biológico a fim de determinar a qualidade desta silagem armazenada por um período de 90 dias dando visibilidade o pH, o Nitrogênio Não Proteico, N alfa-aminico, bases voláteis total, peróxido, determinação do TBA e a contaminação dos micro-organismo.

Material e Métodos

A parte experimental deste trabalho foi desenvolvida no Laboratório de carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Departamento de Zootecnia no Campus do Pici na Universidade Federal do Ceará (UFC).

3.1. Material

Para elaboração da silagem biológica (S.B.) utilizou-se: resíduos de pescado classificados como refugos provenientes das indústrias de pesca de

Fortaleza-Ce, e, para o fermento biológico, repolho (*Brassica oleracea*); mamão (*Carica papaya*), farinha de trigo, vinagre de vinho tinto e sal de cozinha, adquiridos no mercado local.

3.2 - Preparo da silagem

A silagem biológica foi preparada a partir do fermento biológico, farinha de trigo, sal de cozinha, sal mineral e resíduos de pescado triturados em moinho, com matriz contendo furos de 8 mm de diâmetro. A ração padrão utilizada foi a FRI-PEIXE 2, doada pelo Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará e serviu de termo de comparação. Os três outros tratamentos constituíram-se de três rações à base de milho e soja, triturados em moinho de martelos, da Fábrica-Escola de ração do Centro de Ciências Agrárias da UFC, aos quais foram acrescidos de 10, 20 e 30 % de silagem biológica e suplementada com vitaminas e sais minerais.

3.3. Elaboração do fermento biológico

Para obtenção do fermento biológico utilizou-se; mamão e repolho que foram triturados e homogeneizados, e

| | |
|------------------|------|
| Repolho | 41 % |
| Mamão | 31 % |
| Farinha de trigo | 17 % |

Após homogeneização, foi acondicionado em saco de polietileno opaco para propiciar condições anaeróbias e evitar a influência de luz. O produto foi incubado durante 7 dias à temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) verificando-se o pH a cada 24 horas.

3.4. Obtenção da silagem biológica de pescado de resíduos de pescado

Antes do preparo da silagem biológica, os resíduos foram

A essa massa, foram introduzidos os ingredientes nas seguintes proporções:

| | |
|---------------------|------|
| Resíduos de Pescado | 56% |
| Farinha de trigo | 30 % |

misturados com farinha de trigo, sal e vinagre, segundo a formulação de LUPIN (1983).

| | |
|----------------|-----|
| Sal de cozinha | 3% |
| Vinagre | 8 % |

descongelados, triturados em moinho picador de carne, equipado com placa de furos de 0,8 mm de diâmetro e misturado mediante agitação mecânica obtendo-se uma polpa fina e homogênea, quase pastosa. A silagem biológica de resíduos de pescado foi preparada a partir do fermento biológico, farinha de trigo, sal de cozinha, sal mineral e resíduos de pescado triturados em moinho, com matriz contendo furos de 8 mm de diâmetro.

| | |
|--------------------|------|
| Sal de cozinha | 4% |
| Fermento biológico | 10 % |

A mistura foi homogeneizada manualmente com espátula de madeira e acondicionada em balde plástico, durante 6 dias, à temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}\text{C}$). A cada 24 horas, determinou-se o pH. Após 6 dias de hidrólise, foi feita a avaliação das características organolépticas da silagem, que, em seguida, foi exposta ao sol, em bandejas de alumínio inoxidável, durante 20 horas descontínuas para secagem.

3.5. Determinações químicas

O pH foi determinado sobre amostras do fermento biológico, na silagem e na água dos tanques de acordo com AOAC (1980).

A acidez em ácido láctico foi determinada nas amostras do fermento e da silagem, por titulação com NaOH, 0,1 N, utilizando como indicador 0,5 ml de fenolftaleína 1,5 %. A quantidade utilizada de NaOH foi multiplicada pelo fator 0,009, que foi assumido como sendo

do ácido láctico na amostra, de acordo com as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

3.6. Secagem e estocagem da silagem

Completa a hidrólise das proteínas, após 7 dias de incubação, a silagem foi considerada concluída e, exposta ao sol por 20 horas descontínuas (temperatura média de $40^{\circ} \pm 3^{\circ}\text{C}$) até cerca de 14,34%, apresentando um rendimento de 32,73%. Este produto foi acondicionado em sacos plásticos de uso comum, em pacotes de 2 quilos, por um período de 160 dias, em temperatura ambiente, sem que houvesse nenhum desenvolvimento de microrganismos ou fungos.

3.7. Análises estatísticas

O delineamento estatístico experimental utilizado nos ensaios biológicos foi o delineamento experimental inteiramente casualizado (PIMENTEL GOMES, 1985). Para

comparação entre médias foi feita a análise de variância, que se diferentes do teste F, analisadas de acordo com Tukey. Usou-se a regressão linear, pelo método dos mínimos quadrados, para definir as

Resultados e Discussão

Valores de pH da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a armazenagem

A Figura 1 apresenta os valores de pH na silagem de resíduos de filetagem durante 180 dias de armazenagem. O material se liquefaz já na primeira semana sob efeito do ácido fórmico, mostrando-se praticamente inalterado até os 60 dias de armazenagem, quando apresentou em média pH de 3,80.

BACKHOFF (1976) relata que a silagem convencional é acidificada a um pH de 3,9 - 4,2 , liquefazendo-se em três

equações das retas de evolução ponderal dos animais nas diferentes dietas (SNEDECOR & COCHRAN, 1967).

Em estudo conduzido com silagens de peixe, ESPE et al (1989) verificaram que, o processo de liquefação pode acontecer com o ácido fórmico dentro de uma variação de pH entre 4,0 a 4,5, devido às propriedades anti-sépticas deste ácido, em relação aos ácidos inorgânicos com pH igual a 2,0. O ácido fórmico tem como vantagem de que a preservação é conseguida num pH mais alto e o alimento não necessita de neutralização, liquefazendo-se mais rapidamente, de modo que os lipídios separem-se mais facilmente das proteínas (HARDY et al., 1983) dias, à temperatura de 27 à 30°C, separando-se da camada lipídica, haja vista que, nestas condições, não haverá

crescimento de certos microrganismos que podem conduzir à putrefação da

silagem conservando a sua qualidade inicial por muitos meses.

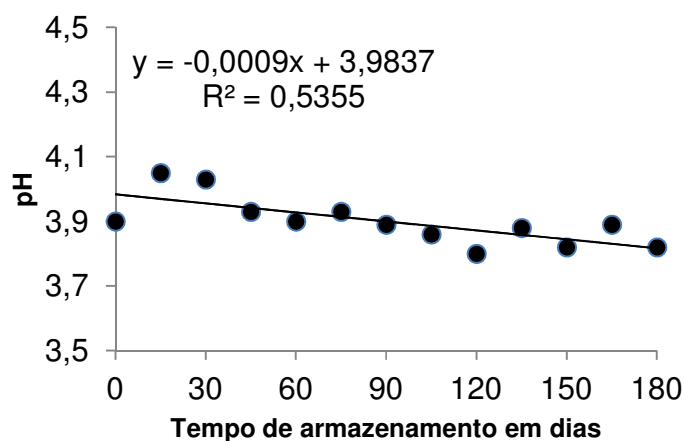


Figura 1. Valores de pH na silagem biológica dos resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo durante 180 dias de armazenagem.

Figure 1. Valores silage pH in biological waste from filleting industries Nile tilapia during 180 days of storage .

Para MAIA et al (2003) níveis de pH muito baixo ou muito altos reduzem ou até inibem a atividade microbiana. Mas de qualquer forma, e se principalmente a relação C/N da mistura

LINDGREN & PLEJE (1983) demonstraram existir uma relação entre o pH e teor de nitrogênio não-protéico, sendo que, à medida que diminui o pH, a atividade proteolítica de certas enzimas é

for satisfatória, o pH geralmente não é um fator crítico, visto que os microrganismos são capazes de produzir subprodutos ácidos ou básicos em função da necessidade do meio

favorecida. Tais enzimas atuam sobre as proteínas do tecido muscular do pescado produzindo a autólise que conduz ao aumento do conteúdo de amônia, aminas, aminoácidos e peptídios dificultando a

capacidade de armazenagem do material. Por outro lado, incrementando-se o pH,

Diversos autores, GILDBERG & RAA (1977); BACHOFF (1976), analisando o pH de diferentes silagens de pescado encontraram resultados semelhantes, na faixa de 3,8 a 4,2 enquanto BERAQUET & GALACHO (1983) obtiveram na faixa de 3,2 a 3,9 para sardinha (*Sardinella brasiliensis*) inteira.

TATTEERSON & WINNDSOR (1974) fazem referências à produção de ácido láctico, que é importante na diminuição do pH, que fica em torno de 4,2 diminuindo o crescimento de bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Schromobacter*, *Pseudomonas*, etc.

4.2. Contagem de mesófilos na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo.

Na Figura 2 estão os resultados das contagens totais de mesófilos na

favorece-se a produção de ácido por parte das bactérias lácticas.

Outros autores mostraram que a liquefação completa das silagens de peixe é favorecida por valores ácidos de pH 3,8 a 4,0 e temperatura acima de 27°C, sendo que as transformações mais óbvias que ocorrem durante a armazenagem da silagem de peixe são a autólise dos tecidos e liberação de amônia (DISNEY et al., 1979).

matéria-prima e na silagem de tilápia do Nilo, onde contatou-se que a população bacteriana total de mesófilos na matéria-prima, antes do processamento, e expressa em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g), variou de $1,7 \times 10^7$ UFC/g onde se observa que a contagem microbiana encontrava-se acima dos padrões estabelecidos pela COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS (CNNPA, 1978).

Na etapa seguinte, na silagem de tilápia logo após o processamento com adição de ácido, os valores decresceram com contagens inferiores a 10^3 UFC/g, havendo decréscimo significativo das amostras, indicando boas condições gerais do produto armazenado por longo período de tempo, suficiente para garantir boa estabilidade do produto final durante 160 dias.

Vale salientar que a silagem se manteve preservada, durante e o período de armazenagem com uma diminuição no crescimento de microrganismos o que sem dúvida deve-se principalmente a boa qualidade do método empregado sendo de primordial importância, principalmente na alimentação animal, fato observado por outros autores (LINDGREN &

PLEJE, 1983; JAMES et al., 1977; LOPEZ, 1990; SALES & FREITAS, 1998c).

Com relação aos microrganismos, LINDGREN; PLEJE (1983) verificaram que, durante o armazenamento da silagem de pescado, só se observa a presença de bactérias ácido-láticas, indicando que os microrganismos patogênicos como coliformes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. encontram-se restringidos pelo baixo pH, pelas condições de anaerobiose, e pela presença de certas substâncias antibacterianas produzidas pelas bactérias lácticas, que também são responsáveis pela produção do odor (MACKIE et al., 1971 a, b).

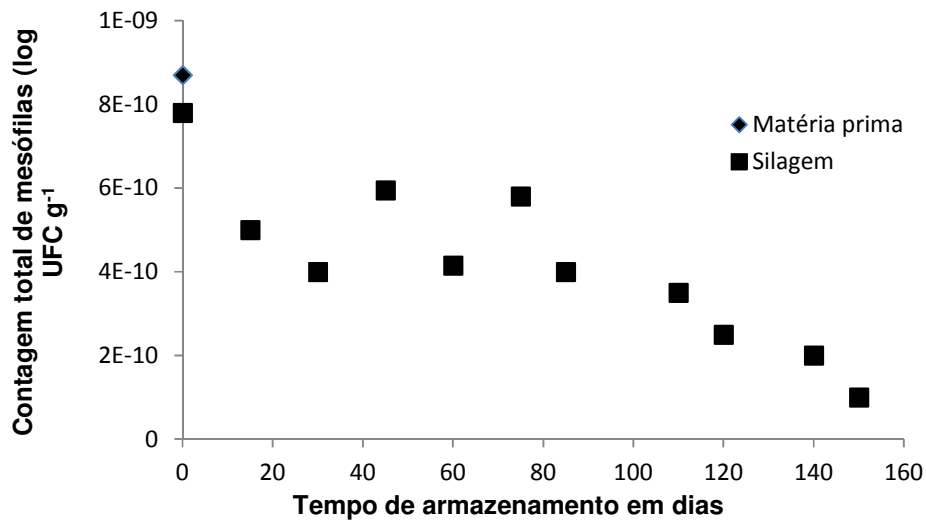


Figura 2. Contagem total de mesófilos na silagem biológica de resíduos das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis (Oreochromis) niloticus (Linnaeus)*) armazenada à temperatura de 22 -25°C e pH 3,8 durante 160 dias.

Figure 2. Total count of mesophilic silage biological waste from the filleting of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus (Linnaeus)*) stored at 22 - 25oC and pH 3.8 for 160 days .

Da mesma forma KOMPIANG et al (1980) observaram que, durante o armazenamento da silagem de pescado, só há presença de bactérias ácido-láticas, indicando que os microrganismos patogênicos tais como: coliformes, *staphylococcus aureus* e *salmonella ssp.* encontram-se restringidos pelo baixo pH do produto, as condições de anaerobiose nas quais este produto foi armazenado.

Após a morte do pescado, as enzimas proteolíticas das vísceras continuam ativas, sendo responsáveis, juntamente com as enzimas bacterianas, pela deterioração do pescado. Este processo é lento, mas a ação proteolítica pode ser acelerada se o crescimento de microrganismos for contido, por exemplo, pela mudança de pH, sendo que estas enzimas podem continuar ativas,

produzindo alterações no flavour e na consistência (SIEBERT, 1961).

Conclusões

Durante o armazenamento da silagem de tilápia houve diminuição do nível de bactérias mesófilas, ocorrendo uma redução significativa da contagem de microrganismos durante o armazenamento à temperatura ambiente, sendo que este efeito foi mais acentuado a partir da segunda semana, situando-se a contagem abaixo de 10^3 UFC / g, suficientes para garantir boa estabilidade do produto, por um período de 160 dias.

Referências Bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 13. ed. Washington, 1980. 650p. 1. ARECHE, T. N., BERENZ, V. Z. Ensilados de pescado utilizando bactérias láticas (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*). Peru: Instituto Pesquero del Peru, 1987. 26p.

BACKHOFF, H.P. Some chemical changes in fish silage. **J. Food Technol.**, v. 11, p. 353-63, 1976.

BALOGUN, A.M. & OYEYEMI, I.E. Cost analysis of a small scale fish silage production from cannery wastes in Nigeria. **J. West Afr. Fish.**, v. 2, p. 66-77, 1986.

BATISTA, I. Fish silage: preparation and uses. In: BRUNO, A. ed. Nutrition in marine aquaculture. Tunis, **FAO/UNDP/MEDRAP**, 1987. p. 227-248. BATTERHAM, E.S.; GORMAN, T.B.S. Fish silage for growing pigs. In: FARRELL, D.J. ed. **Recent advances in animal nutrition**, Armidale, University of New England, 1980, p. 111-5.

BERAQUET, N.J. & GALACHO, S.A.A. Composição, estabilidade e alterações na fração protéica e no óleo de ensilados de resíduos de peixe e de camarão. **Col. ITAL**, v. 13, p. 149-74, 1983.

BERTULO, E. Ensilado de pescado en la pesqueria artesanal. In: **FAO. Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina**. 2. Montevideo. Roma, FAO. 49p. 1989.

BREMER, A.H.; OLLEY, J.; THROWER, J.S. **Course notes on fish**

- handling and quality control.** Tunis, Tasmanian, Editora Hobart, 1978. 53p.
- CAVALCANTE JÚNIOR, V.; ANDRADE, L. N.; BEZERRA, L. N.; GURJÃO, L.M.; FARIAS, W. R. L. Reúso de água em um sistema integrado com peixes, sedimentação, ostras e macroalgas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9 (supl.), p.118-122, 2005.
- CNNPA - COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS. Padrões Microbiológicos. Resol. no. 13/78. Brasília, 1978.
- DISNEY, J.G. & HOFFMAN A. Development of a fish silage/ carbohydrate animal feed for use in the tropics. **Tropical Sci.**, v. 20, n. 2, p. 129-135, 1978.
- DISNEY, J.G.; TATTERSON, I.N.; OLLEY, J.; CLUCAS, I.J.; BARRANCO, A.; FRANCIS, B.J. Development of a fish silage/carbohydrate animal feed for use in the tropics. **Tropical Science.**, v. 20, n. 2, p. 129-44, 1979.
- DISNEY, J.G. & JAMES, D. (ed) Fish silage production and its use. Rome, FAO, 1980. 105p. (FAO Fish Rep. No. 230).
- ESPE, M.; RAA, J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. **J. Sci. Food Agric.**, v. 49, n. 2. p. 259-70, 1989.
- FREEMAN, H.C.; HOOGLAND, P.L. Processing of cod and haddock viscera. Laboratory experiments. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, v. 13, n. 6. p. 869-877, 1956.
- FREITAS, J.F.F.; GURGEL, J.J.S.; MACHADO, Z.L. Estudos de alguns parâmetros biométricos e da composição química, inclusive sua variação sazonal, da tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (L.), do açude público "Paulo Sarasate" (Reriutaba, Ceará, Brasil), durante os anos de 1978 e 1979. **Bol. Tecn. DNOCS**, v. 37, n. 1. p. 135-51, 1979.
- GEIGER, E. & BORGSTROM, G. In: BORGSTROM, G. ed. Fish as food. New York: Academic Press, v. 2. p. 74-92, 1962.
- GILDBERG, A. & RAA J. Properties of propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. **J. Sci. Food Agric.**, v. 28, n. 3, p. 647-53, 1977.
- GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation. A review. **J. Am. Oil. Chem. Soc.**, v. 55, n. 7 p. 539-46, 1978.
- GREEN, S. The use of fish silage in pig nutrition. Nottingham, 1984. 230p. Thesis(Ph.D.) UNiversity of Nottingham.

- GREEN, S.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Examination of stability, and its effect on nutritive value, of fish silage in diets for growing pigs. **Animal Feed Sci. Technol.**, v. **21**, n. 1, p. 43-56, 1988.
- GREEN, S. **The use of fish silage in pig nutrition**. Nottingham, 1984. 230p. Thesis (Ph.D.) UNiversity of Nottingham.
- HALL, G.M. **Silage from tropical fish. Norttingham**, 1985. 278p. Thesis (Ph.D.) - University of Norttingham.
- HALLIWELL, B. & GUTTERIDGE, J.M.C. Role of free radicals and catalytic metals ions in human diseases: an overview. **Methods Enzymol.**, v. 186, n. 1 p. 1-85, 1990.
- JOHNSEN, F. & SKREDE, A. Evaluation of fish viscera silage as a feed resource. **Acta. Agric. Scand.**, v. 31, p. 21-8, 1981
- IGENE, J.O. & PEARSON, A.M. Role of phospholipids and triglycerids in warmed-over-flavor developement in meat model system. **J. Food Sci.**, v. **44**, n. 12 p. 1285-8, 1979.
- KOMPIANG. I.P.; YUSHADI, S.; CRESSWELL, D.C. Microbial fish silage: chemical composition, fermentation characteristics and nutritional value. In: DISNEY, J.G.; JAMES, D. ed. **Fish silage production and its use**. Rome, FAO, 1980. p. 38-43 (FAO Fish Rep. 230)
- SCHULTZ, H.W. DAY, E.A.; SINNHUBER, R.O. ed. Westport, AVI, 1962. p. 5-12.
- LEE, C. F. Processing fish meal and oil. In: Stansby, E. M. Industrial fishery technology, New York: Reinhold Publishing Corporation, 1963. cap. 16, p.219-235.
- LESSI, E.; XIMENES CARNEIRO, A.R.; LUPIN, H.M. Obtencion de ensilado biologico de pescado. In: HARDY, D.E. ed. Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina, 2. Montevideo. Roma, FAO, 1989. 8pp.
- LINDGREN, S. & PLEJE, M. Silage fermentation on fish waste products with lactic acid bacteria. **J. Sci. Food Agric.**, v. **34**, p. 1057-67, 1983.
- LOGANI, M.K. & DAVIS, S. Lipid oxidation: biological effects and antioxidants: a review. **Lipids**. v. **15**, n. 6, p. 485-95, 1980.
- LOPEZ, C.S. Microbial ensilage of trash fish for animal feeds. In: REILLY, P.J.A.; PARRY, R.W.H.; BARILE, L.E. ed. **Post-harvest technology. preservation and quality of fish in**

- South-east Asia.** Stockholm, IFS. 1990. p. 189-92.
- LUNDBERG, W.O. & JARVI, P. Peroxidation of polynsaturated fatty compounds. In: HOMAN, R.T.ed. **Progress in the chemistry of fats and other lipids**, Oxford; Pergamon Press, 1968.v. 9, pt.3, p. 35-52.
- MACKIE, I.M.; HADY, R.; HOBBS, G. **Fermented fish products.** Rome, FAO, 1971. 54p. (FAO. Fish Rep., 100).
- MAIA, C.M.B.F.; BUDIAK, C.R.; PAIXÃO, R.E MARGRICH, A.S. **Compostagem de Resíduos Florestais:** um guia para produção de húmus através da reciclagem e aproveitamento de resíduos florestais. Colombo: Embrapa Florestais, 2003. 28p. (EMBRAPA, documentos, 87).
- MANDELLI, M.Q. A preservação ácida no aproveitamento econômico do pescado e dos resíduos de sua industrialização. **Equipesca J.**, v. **44**, p. 47-52,1972.
- MARCH, B.E.; BIELY, J.; TARR, H.L.A. Nutrient composition and evolution of British Colombia whole herring meal. **J. Fish. Res. Bd. Can.**, v. **20**, p. 229-33, 1963
- OLIVEIRA, A.L.T. ; RONALDO.O.S. ; FREITAS, J.B.S.; LIMA LOPES, J.E. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 06, n. 2, p. 1-16, jul-dez, 2012.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** II ed. rev. ampl. Piracicaba, Nobel, 1985. p. 56-76.
- POULTER, R.G.; JAYAWARDENA, K.M.; GANEGODA, P.; RANAWEERA, K.N.P. Studies on fish silage in Sri Lanka - A summary. In: GILDBERG, A. ed. **Fish silage production and its use.** Sri Lanka, Editora, 1980 (FAO Fisheries Report, n.230). p. 64-6.
- RAA, J. & GILDBERG, A. Fish Silage; a review. **CRC. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. **16**, n. 4, p. 383-419, 1982.
- SALES, R. O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos,** 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- SOUZA, J.M.L.; SALES, R.O.; AZEVEDO, A.R. Avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado.

Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.3, n. 1, p. 01 – 14, 2009. 19p,

SANTOS, N.F. & SALES. R.O. Avaliação da qualidade nutritiva das silagens biológicas de resíduos de pescado armazenada por 30 dias e 90 dias em temperatura ambiente. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.5, n. 1, p. 01 – 11, 2011. 16p

SALES, R.O.; SOUZA, J.M.L.; AZEVEDO, A.R. ; FREITAS, J.W.C. Elaboração e caracterização química, funcional e nutricional da silagem biológica de resíduos de pescado para alimentação de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*).. **In: I Congresso Nordeste de Produção Animal**, 1998, Fortaleza-CE. 1 CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. Fortaleza-CE: Sociedade Nordeste de Produção Animal, 1998a. v. 2. p. 212-212.

SALES, R.O.; RODRIGUES, A.C.O.; AZEVEDO, A.R.; BISERRA, F.J.; ALVES, A.A. Utilização do nitrogênio de dietas para ovinos com diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescado. **In: 39º CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA**. Anais.... 2002. Recife – PE.

SALES, R.O.; RODRIGUES, A.C.O.; AZEVEDO, A.R. DE; BESERRA, F.J.; ALVES, A.A. Utilização do nitrogênio de dietas para ovinos com diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescado. **In: 39º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2002, Recife - PE. Anais.... da 39º REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Recife - PE: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. v. 01. p. 1-3.

SHAHIDI, F. & HONG, C. Evaluation of malonaldehyde as a marker of oxidative rancidity in meat products. **J. Food Biochem.**, v.21, n. 2, p. 145-9, 1991.

SIEBERT, G. Enzymes of marine fish muscle and their role in fish spoilage. **In: HEEN, E.; KREUZER, R. ed. Fish in nutrition**. London, Fishing News Books, 1961. p 80-7.

SMITH, K.J. Soybean meal: production, composition and utilization. **Feedstuffs Jan.**, 17th, 22, 1977.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., **Statistical methods**. 6 ed. Ames, Iowa State College Press, 1967. p 45-69.

STROM, T. & EGGUM, B.O., Nutritional value of fish viscera silage. **J. Sci.**, Food Agric. v. **32**, p. 115-7, 1981.

TATTERSON, I.N. & WINDSOR, M.L.
Fish Silage. **J. Sci. Food Agric.**, v. **25**, p.
369-79, 1974.

TIBBETS, G.W.; SEERLEY, R.W.;
McCAMPBELL, H.C.; VEZEY, S.A. An
evaluation of an ensiled waste fish
product in swine diets. **J. Animal Sc.**, v.
52, p. 93-100, 1981.

XIMENES CARNEIRO, A.R.
**Elaboração e uso e ensilado biológico
de pescado na alimentação de alevinos
de tambaqui (*Colossoma
macropomum*)**. Manaus: IMPA/FUA-
Intituto Nacional de Pesquisa da
Amazônia. Universidade Federal de
Amazonas. 1991, 81p. (Dissertação de
Mestrado)

VAN WYK, H.J.; HEYDENEYCH,
C.M.S. The production of naturally
fermented fish silage using various
lactobacilli and different carbohydrate
sources. **J. Sci. Food Agric.**, v. **36**, p.
1093-1103, 1985.

WIGNALL, J. & TATTERSON, I.N.
Fish silage. Process. **Biochem.**, v. **11**, p.
17-22, 1976.