



**Princípios e métodos de elaboração da silagem biológica de resíduo de pescado para alimentação animal. Uma Revisão**

*Principles and methods of preparing biological silage from fish waste for animal feed. A review*

**Ronaldo de Oliveira Sales<sup>1</sup>**

Artigo

**Resumo:** Dentre os principais métodos utilizados na produção de silagem de pescado, um faz uso da adição de ácidos minerais ou orgânicos (silagem química), tais como fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético ao pescado inteiro triturado (WIGNALL & TATTERSON, 1976; DISNEY & JAMES, 1980), e o outro é obtido pela utilização de microrganismos produtores de ácido láctico adicionados ao pescado. Este último produto é conhecido como silagem biológica de pescado que pode ser obtido a partir dos resíduos de diferentes espécies juntamente com fontes de carboidratos e microrganismos produtores de ácido láctico (LINDGREN & PLEJE, 1983; STROM & EGGUM, 1981; RAA & GILDBERG, 1982; LESI et. al., 1989), sendo a liquefação conduzida pela atividade de enzimas proteolíticas naturalmente presentes nos peixes e/ou adicionadas (silagem enzimática) (KOMPIANG ET. AL., 1981).

**Palavras-chave:** silagem biológica, silagem química, silagem enzimática

**Abstract:** Among the main methods used in the production of fish silage, one makes use of the addition of mineral or organic acids (chemical silage), such as formic, sulfuric, hydrochloric, propionic and acetic to the whole crushed fish (WIGNALL & TATTERSON, 1976; DISNEY & JAMES, 1980), and the other is obtained by using lactic acid-producing microorganisms added to fish. This last product is known as biological fish silage that can be obtained from the residues of different species together with sources of carbohydrates and microorganisms that produce lactic acid (LINDGREN & PLEJE, 1983; STROM & EGGUM, 1981; RAA & GILDBERG, 1982; LESI et. al., 1989), with liquefaction conducted by the activity of proteolytic enzymes naturally present in fish and/or added (enzymatic silage) (KOMPIANG ET. AL., 1981).

**Key words:** biological silage, chemical silage, enzymatic silage

<http://dx.doi.org/>

Recebido em 21.1.2020 Aceito em 30.09.2023

\*Autor Correspondente: ronaldo.sales@ufc.br

<sup>1</sup>. Prof. Doutor do Departamento de Zootecnia do CCA/UFC,

## **Introdução**

### **1. Histórico**

Foram os romanos os primeiros a converterem subprodutos da pesca para algo semelhante ao que hoje é conhecido como silagem de pescado, um molho de peixe espesso, conhecido como “garum”, mencionado por volta de 525 a.C. Era preparado de guelras e vísceras de uma grande variedade de espécies de peixes, onde as sobras do pescado eram acondicionadas compactamente em recipientes lacrados hermeticamente e deixados para decompôr completamente. As vísceras de peixe forneciam uma potente fonte de enzimas proteolíticas para a autólise. A decantação do licor autolisado deixava um resíduo conhecido como “alec”, ao qual eram adicionados mais pescado e salmoura para produzir uma substância semi-sólida chamada “putrilage”. Ambos, “garum” e “putrilage”, tornaram-se iguarias que eram exportadas do sul da Itália para todo o Império Romano (MANDELLI, 1972).

Desde a década de 40, a silagem tem sido produzida em muitos países, incluindo o Canadá (FREEMAN & HOOGLAND, 1956), Reino Unido

(TATTERSON & WINDSOR, 1974), Austrália (Batterman & Gorman, 1980), Noruega e Alemanha (Strom & Eggum, 1981), mas foi somente na Dinamarca, Polônia e Noruega que o processamento da silagem seguiu em escala industrial. Na Dinamarca, a produção de silagem de peixe pelo uso de uma mistura de ácido fórmico e ácido sulfúrico aumentou de 16.000 para 25.000 toneladas entre 1969 e 1972 (RAA & GILDBERG, 1982). No mesmo país atingiu em 1980 a produção anual de 46.000 toneladas (JOHNSEN, 1981). Na Polônia, onde o ácido sulfúrico e ácido fórmico são usados em misturas ou separadamente, a produção foi por volta de 7.000 toneladas por ano (RAA & GILDBERG, 1982). Posteriormente, houve um esforço substancial de se implantar a silagem de peixe nos países do sudeste asiático, como forma de aproveitamento das perdas de captura e do pescado de baixo valor comercial para elaboração da silagem de pescado, com pequeno investimento, sem causar problema de odores ou de poluição ambiental (PETERSEN, 1953; POULTER et. al, 1980; VAN WYK et. al., 1985).

A silagem de peixe surgiu nos países escandinavos, sendo a Finlândia em 1920 o primeiro país a produzir a silagem de pescado. A Suécia em 1936 realizou experimentos com a utilização de misturas de ácido sulfúrico, clorídrico, fórmico e na adição de outros ingredientes como melaço (DISNEY & JAMES, 1979).

Alguns povos do sudeste asiático, notadamente os indochineses, complementavam a sua ração rizícola com concentrados protéicos obtidos da autólise da carne e vísceras de certos clupeídeos de origem marinha. Os anamidas, entre outras tribos da Indochina, preparavam aqueles autolisados que receberam o nome local “mans” quando de peixe e “nuoc man” quando de camarões, sendo a mistura sal e pescado, mantida por meses e agitada ocasionalmente no período inicial da preparação. Tais produtos são encontrados tanto na forma líquida quanto semi-líquida e pastosa, tendo os líquidos, densidades em torno de 1,1 a 1,2 e pH de 5 a 7 (MANDELLI, 1972). De acordo com o mesmo autor, os teores de nitrogênio uréico e indólico constituem os principais índices da qualidade do produto.

## **2. Revisão Bibliográfica**

### **2.1. Princípios na elaboração da silagem biológica de resíduo de pescado**

No Brasil, trabalhos nesse sentido foram realizados com pescado rejeitado (Mandelli, 1972), silagens de resíduos de peixe e de camarão (Beraquet & Galacho, 1983) que, pela curva de digestão, relata que em 30 dias o processo autolítico cessa e, já nas primeiras horas e uma semana após o início do processo de autólise o grau de digestão, atinge 60% e 80% aproximadamente. Dada esta diversidade, o grau de degradação do músculo não é determinado simplesmente pelo nível de enzimas proteolíticas no peixe, mas pela ação conjunta de inibidores enzimáticos na faixa de pH alcalino e de enzimas específicas solubilizantes mais ativas em pH mais baixo (GILDBERG & RAA, 1977).

Após a morte do pescado, as enzimas proteolíticas das vísceras continuam ativas sendo responsáveis, juntamente com as enzimas bacterianas, pela deterioração do pescado. Esse processo é lento, mas a ação proteolítica pode ser acelerada se o crescimento de

microrganismos for contido (pela mudança de pH, por exemplo), sendo que estas enzimas podem continuar ativas produzindo alterações no flavor e na textura (SIEBERT, 1961).

Segundo Oetterer de Andrade (1992), as enzimas proteolíticas envolvidas na digestão de peixes podem prontamente ser classificadas em quatro grupos: a) enzimas das vísceras e do trato digestivo (tripsina, quimiotripsina e pepsina); b) enzimas do tecido do muscular (catepsinas); c) enzimas das plantas (papaína, ficina e bromelina) e d) enzimas dos microrganismos.

Em casos específicos com relação aos microrganismos, Lindgren & Pleje (1983) observaram que, durante o armazenamento da silagem de pescado, só se observa a presença de bactérias ácido lácticas, indicando que os microrganismos patogênicos como, coliformes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella ssp.* encontram-se restringidos pelo baixo pH e pelas condições de anaerobiose nas quais se observa a presença de certas substâncias antibacterianas produzidas pelas bactérias lácticas, que também são responsáveis pela produção do sabor (MACKIE et al., 1971).

Dentro do conceito de industrialização, diversos autores têm mostrado que o sucesso na produção de silagem de peixe requer certos cuidados. O material para silagem deve ser picado ou moído resultando em partículas de 3 a 4 mm de diâmetro; o ácido deve ser bem misturado com o peixe picado para evitar acúmulo de material sem tratamento onde as bactérias deterioradoras possam permanecer. A agitação periódica é necessária para facilitar a rápida liquefação e a temperatura da silagem deve ser no mínimo 20°C pois abaixo deste nível, a liquefação acontece lentamente (DISNEY *et alii*, 1978).

Muitos estudos sobre a estabilidade das silagens de peixe têm se concentrado em silagens feitas a partir de peixe com baixo conteúdo de óleo ou de silagens desengorduradas (Backhoff, 1976; Gildberg & Raa, 1977). Além disso, a maioria dos testes de crescimento em suínos e aves utilizando silagem de peixe tem-se concentrado apenas nas silagens com baixo teor de lipídios (TIBBETTS *et alii*, 1981).

Vários autores, na tentativa de minimizar os custos de produção com a

silagem ácida de pescado, trabalharam com a mistura de ácidos minerais e orgânicos, por períodos longos de armazenagem e melhores condições de aceitação do produto final. No caso específico da combinação dos ácidos, Disney et al. (1978) utilizaram alguns ácidos, tais como, fórmico e sulfúrico, para baixar o pH e aumentar a ação bacteriostática das silagens na faixa dos 160 dias de armazenagem.

A autólise é o resultado da ação de enzimas endógenas, uma vez que o peixe homogeneizado sendo submetido a um tratamento a alta temperatura se liquefaz totalmente (TATTERSON & WINDSOR, 1974). O material autolisado se caracteriza 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 (MEINKE & MATIL, 1973), 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).

Gildbeerg & Raa (1977), citam que o princípio envolvido na manufatura da silagem é o de que vários ácidos ou misturas de ácidos possam ser utilizados. Entretanto, quando silagens são produzidas utilizando-se ácidos inorgânicos o pH do produto final deve se situar em torno de 2,0 para evitar o crescimento bacteriano, sendo necessário neutralizar o produto antes que o mesmo seja usado com propósitos alimentares.

## **2.2. Métodos na elaboração da silagem biológica de resíduo de pescado**

Dentre os principais métodos utilizados na produção de silagem de pescado, um faz uso da adição de ácidos minerais ou orgânicos (silagem química), tais como fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético ao pescado inteiro triturado (Wignall & Tattersson, 1976; Disney & James, 1980), e o outro é obtido pela utilização de microrganismos produtores de ácido láctico adicionados ao pescado. Este último produto é conhecido como silagem biológica de pescado que pode ser obtido a partir dos resíduos de diferentes espécies juntamente com fontes de carboidratos e microrganismos produtores de ácido láctico (Lindgren &

Pleje, 1983; Strom & Eggum, 1981; Raa & Gildberg, 1982; Lesi et. al., 1989), sendo a liquefação conduzida pela atividade de enzimas proteolíticas naturalmente presentes nos peixes e/ou adicionadas (silagem enzimática) (KOMPIANG et. al., 1981).

O material autolisado se caracteriza pela degradação da proteína original do produto da pesca, a estado de peptídios, oligopeptídios e aminoácidos, em maior ou menor grau, dependendo da técnica empregada na sua elaboração (Meinke & Matil, 1973), resultando no aumento do nível dos componentes nitrogenados não-protéicos. Esta fração inclui aminoácidos livres, bases nitrogenadas voláteis, particularmente amônia, certas bases como óxido de trimetilamina, creatina, taurina, betaínas, ácido úrico, anserina e a carnosina, como indicado no estudo da silagem ácida de peixe e de vísceras de bacalhau (BACKHOFF, 1976).

Beraquet & Galacho (1983), trabalhando com a adição de 3% em peso de ácido fórmico a 90%, concluíram ser este o teor suficiente para preservar a silagem de peixe inteiro e de resíduos de camarões durante o período de 30 dias de

armazenagem.

De acordo com Tatterson & Windsor (1974), as células do tecido muscular do pescado contêm pequenas organelas denominadas de lisossomas que possuem no seu interior um grande número de enzimas hidrolíticas, tais como catepsinas, fosfatases, nucleases, lipases, proteases e collagenases que se caracterizam por apresentarem um pH ótimo de atividade dentro da faixa ácida.

Tais condições criadas pelo abaixamento do pH, devido a glicólise durante o “rigor-mortis”, acabam por causar o rompimento das paredes dos lisossomas, liberando as enzimas contidas, iniciando-se então, a hidrólise de proteínas e a ação de aminoácidos e peptídeos, ocorrendo também a formação de pequenas quantidades de pirimidinas e bases purínicas, provenientes da desintegração dos ácidos nucléicos e dos lipídios, constituindo-se no fenômeno da autólise (RAA & GILDBERG, 1976).

Segundo Oetterer de Andrade (1991), as enzimas proteolíticas envolvidas na digestão de peixes podem prontamente ser classificadas em quatro grupos: a) enzimas das vísceras e do trato digestivo

(tripsinas, quimiotripsinas e pepsinas); b) enzima do tecido muscular (catepsinas); c) enzimas das plantas (papaína, ficina e bromelina) e d) enzimas dos microrganismos.

Em casos específicos relacionados aos microrganismos, Lindgren & Pleje (1983) observaram que, durante o armazenamento da silagem de pescado, só se observa a presença de bactérias ácido-láticas, indicando que os microrganismos patogênicos tais como coliformes, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella ssp.* encontram-se inibidos pelo baixo pH e pelas condições de anaerobiose nas quais se observa a presença de certas substâncias antibacterianas produzidas pelas bactérias láticas, que também são responsáveis pela produção de sabor (MACKIE et al., 1971).

Lindgren & Pleje (1983) demonstraram existir uma relação entre o pH e o teor de nitrogênio não protéico, sendo que à medida que diminui o pH a atividade proteolítica de certas enzimas é favorecida, atuando sobre as proteínas do tecido muscular do pescado e favorecendo desta forma, a formação de nitrogênio não protéico.

Após a morte do pescado, as enzimas proteolíticas das vísceras

continuam ativas, sendo responsáveis juntamente com as enzimas bacterianas pela deterioração do pescado. Esse processo é lento, mas a ação proteolítica pode ser acelerada se o crescimento de microrganismos for contido (pela mudança de pH por exemplo) sendo que estas enzimas podem continuar ativas produzindo alterações no sabor e na textura (SIEBERT, 1961).

Segundo Connel & Howgate (1959), o músculo do peixe tem ocasionalmente maiores teores de lisina e histidina e mais baixos teores de metionina, triptofano, fenilalanina e isoleucina do que outros tecidos musculares. Geralmente, os teores dos aminoácidos de diferentes espécies de peixe variam não significativamente e em algumas espécies foi relatado que a lisina se acumula durante a desova dos peixes, fato observado em maior parcela nos machos do que nas fêmeas.

Em geral, os resultados de alguns trabalhos mostraram que a autólise em silagens feitas a partir do peixe inteiro seja principalmente devido às enzimas do intestino que são espalhadas pela massa do peixe após a trituração (BACKHOFF, 1976; HAARD et. al., 1985).

Isto é suportado pelo fato de que, na silagem feita apenas com filés, a liquefação é pequena (Tatterson & Windsor, 1974), sendo que o uso do ácido fórmico promove o abaixamento do pH a níveis entre 3,8 a 4,0, sendo que se constitui numa vantagem, uma vez que o uso de ácidos minerais abaixa o pH para cerca de 2,0, necessitando, porém, de uma neutralização posterior à hidrólise (WIGNALL & TATTERSON, 1976).

É também extremamente importante na elaboração da silagem de pescado a preparação inicial da matéria prima, triturada e misturada com ácido (sulfúrico, fórmico ou acético), sendo obtido desta forma, um produto estável com aroma maltado e boas características de armazenamento. Sendo assim, Stron & Eggum (1981), trabalhando com vísceras de peixes trituradas, misturadas em ácido fórmico e ácido propiônico (1:1, p/p), concluíram que as mesmas sofreram autólise entre dois e três dias à temperatura de 30° C. A formação de aminas biogênicas pode também ser um problema se a silagem de peixe for produzida a partir de matéria-prima parcialmente deteriorada (DISNEY & HOFFMAN, 1978).

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 antissépticas 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 se separem mais facilmente das proteínas (HARDY *et al.*, 1983).

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

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.

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.

### Discussão

A Figura 1 apresenta os valores de pH na silagem de resíduos de filetagem durante 60 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.

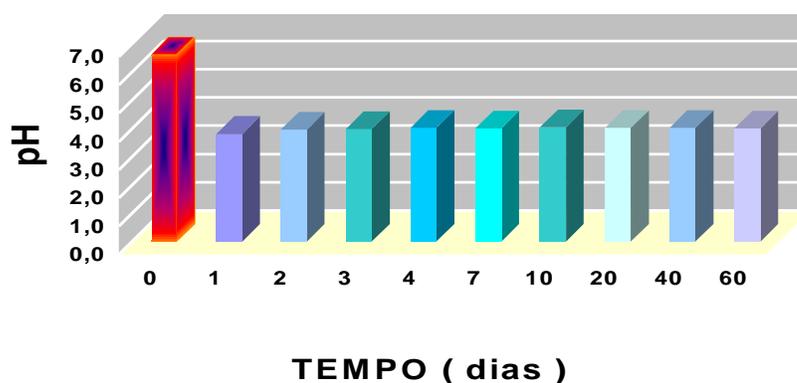


Figura 1. Valores de pH da silagem de resíduos do fileteamento de tilápia

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 peptídeos, 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).

No Brasil, trabalhos nesse sentido foram realizados com pescado rejeitado (Mandelli, 1972), silagens de resíduos de peixe e de camarão (Beraquet & Galacho, 1983) que, pela curva de digestão, relata que em 30 dias o processo autolítico cessa e, já nas primeiras horas e uma semana após o início do processo de autólise o grau de digestão, atinge 60% e 80% aproximadamente. Dada esta diversidade, o grau de degradação do músculo não é determinado simplesmente pelo nível de enzimas proteolíticas no peixe, mas pela ação conjunta de inibidores enzimáticos na faixa de pH alcalino e de enzimas específicas solubilizantes mais ativas em pH mais baixo (GILDBERG & RAA, 1977).

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.*, 1978).

### **2.3. Qualidade nutricional e utilização da silagem de pescado na alimentação animal**

O produto final do processo de silagem ácida ou microbiana pode ser considerado como importante fonte de proteína na alimentação, podendo substituir total ou parcialmente fontes convencionais de proteína na alimentação de peixes, porcos, patos, carneiros, vacas.

Diversos autores constataram que o uso da silagem de pescado na alimentação de aves e suínos não altera o sabor da carne, as características da carcaça e nem o desempenho final destes animais (ganho de peso e conversão alimentar). Em países de clima tropical e subtropical, nos quais a qualidade e quantidade de pastagens e forragens tende a diminuir durante o inverno e conseqüentemente, a produção de leite tende a cair, o fornecimento da silagem na alimentação de ruminantes pode assumir grande importância.

A utilização da silagem de pescado na alimentação de peixes tem sido, nos últimos tempos, amplamente estudada, e muitos autores creditam à silagem elevado potencial para utilização na aqüicultura, que agrega uma fonte de lipídeos de alta qualidade e baixo custo.

Como alimento de origem animal, a silagem de tilápia é considerada uma boa fonte de vários minerais, incluindo cálcio, fósforo, magnésio, ferro, manganês, potássio, zinco e cobre (TIBBETTS *et al.*, 1981). Os minerais estão menos biodisponíveis nas fontes vegetais do que nas fontes animais. Fatores que afetam a utilização biológica dos minerais provenientes dos alimentos incluem a digestibilidade do alimento que contém o mineral, as formas químicas do mineral, os níveis dietéticos de outros nutrientes, a presença de quelatos para os animais, o tamanho da partícula, e as condições de processamento do alimento. Muitas operações no processamento de alimentos podem alterar, direta ou indiretamente, o nível ou a forma química de minerais ou a associação de minerais com outros componentes do alimento (SATHE *et al.*, 1984). O cálcio é requerido por muitas enzimas, sendo necessário, também, para o funcionamento das membranas, sendo essencial na coagulação sanguínea e para transmissão nervosa e contração muscular.

Deficiências severas de cálcio resultam em atraso do crescimento, incremento na taxa do metabolismo basal,

osteoporose, paralisia e hemorragias (CHANNEY, 1986). O fósforo é o constituinte dos ácidos nucleicos, proteínas, lipídeos, carboidratos e compostos de alta energia.

O peixe inteiro apresenta um teor muito mais alto de cálcio do que na carne ou vísceras, porque a presença de cálcio está associada ao esqueleto e às escamas, os quais contêm fosfato tricálcico e carbonato de cálcio (KOMPIANG, 1981). A importância das escamas como fonte de cálcio, foi constatada por Kompiang *et al.* (1980), para a sardinha, onde o teor de cálcio no peixe inteiro é de 4,6 %, e de apenas, 2,5 % quando as escamas eram removidas.

No que diz respeito à quantidade de fósforo no pescado fresco, Stone; Hardy (1986), referem-se a variações de aproximadamente 1,1 a 2,5 % na carne de cavala e de 0,8 a 1,4 % na carne de linguado fresco. De acordo com Smith (1977), tal flutuação está associada a fatores como idade e sexo do peixe, e também ao teor de cálcio na água. O autor relata, ainda neste trabalho, que as vísceras do pescado contêm entre 0,2 e 0,3 % de fósforo na matéria seca, sendo que no peixe

inteiro contém mais fósforo do que na carne ou nas vísceras, em função da presença de ossos, ricos neste elemento.

No peixe integral ou nas sobras de peixe (cabeça, cauda e vísceras), o teor da maioria dos minerais é superior ao da carne ou das vísceras, devido à alta concentração destes minerais nos ossos, embora alguns elementos também se concentrem, em parte, nas vísceras, como por exemplo as ovas de badejo, que são ricas em ferro e cobre (MEDINA *et al.*, 1956) e zinco (KOMPIANG *et al.*, 1980).

Utilizando o método de Friel para análise de minerais em ensilados secos de resíduos de pescado da família *Lutjanidae*, Lustosa Neto (1994), encontrou valores médios de 4,6 e 2,6 g/100g, respectivamente, para cálcio e fósforo. Trabalhando com silagem de tilápia do Nilo, Sales (1995) obteve 1,4 g/100g para cálcio e 0,92 g/100g para fósforo.

Desde que o ensilado seja ácido e a maior parte do substrato esteja liquefeito, uma grande porção de minerais deverá prontamente estar disponível para os animais (WINTER & FELTHAM, 1983).

Elaborando silagem de tilápia (*Oreochromis niloticus*) com a utilização de ácido fórmico a 3,0%, Sales (1995),

concluiu que decorridos dez dias o processo de autólise à temperatura ambiente, a transformação de nitrogênio total a nitrogênio não protéico foi de 75,0 %.

Observa-se que, durante o processo de silagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas e o nitrogênio se torna mais solúvel, e a proteólise na pele e vísceras é maior durante as primeiras 24 horas. O teor de nitrogênio solúvel aumenta de 10,0 a 20,0 % nos primeiros dias de armazenagem a 23 °C, por exemplo.

Após 10 dias, o aumento é de 75,0 %, alcançando 85,0 % decorridos os 30 dias. Depois de três dias de silagem, 50,0 % do total de nitrogênio está sob a forma não protéica e o teor de aminoácidos livres aumenta rapidamente durante os primeiros cinco dias (BACKHOFF, 1976; STONE; HARDY, 1986

### **Conclusões**

O conhecimento das exigências nutricionais e maiores informações da pesquisa sobre a utilização de alimentos alternativos, como substitutos do milho e farelo de soja, sem dúvida poder contribuir para a redução dos custos de produção das rações que representam o maior dispêndio na exploração de suínos (GREEN, 1984).

### Referências bibliográficas

- BAKER, D.H.; KATZ, R.S.; EASTER, R.A. Lysinere queriment of growing pigs at two dietary proteins. **J. Anim. Sci.** v. **40**, n. 5, p. 851-6, 1975.
- BATTERHAM, E.S.; GORMAN, T.B.S. Fish silage for growing pigs. In: FARRELL, D.J. ed. **Recents advanced 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.
- BACKHOFF, H. P. Some chemical changes in fish silage. **J. Food. Technol.**, v. 11, p. 353-368, 1976.
- BRUNO, F.H.S.; SALES, R. O.; OLIVEIRA, A.L.T.; FREITAS, J.B.S. Avaliação de diferentes concentrações de adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura da cebolinha (*Allium schoenoprasum*). Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal (v.7, n.2) p. 86 -105 (2013).  
<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130012>.
- BRUNO, F.H.S.; SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.L.T.; FREITAS, J.B.S. Avaliação da composição mineral do adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura da cebolinha (*Allium schoenoprasum*). Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 07, n. 2, p. 106-125, jul-dez, 2013.  
<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130013>.
- CHANNEY, S. G. Principles of nutrition. II: Micronutrients. In: DELVIN, T. (ed.) **Textbook of biochemistry with clinical correlation**. New York, Hobart. p.964-978, 1986.
- 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. 129-35, 1978.
- DISNEY, J.G.; JAMES, D. (ed) Fish silage production and its use. Rome, FAO, 1979. 105p. (FAO Fish Rep. No. 230).
- 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 Sci.** v. **20**, n. 2, p. 129-44, 1979.
- ESPE, M.; RAA, J.; NJAA, L.R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for yong 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. I. Laboratory experiments. **J. Fish. Res. Bd. Can.** v. **13**, n. 6. p. 869-877, 1956.
- GREEN, S. **The use of fish silage in pig nutrition**. 1984, 230s. Thesis (PhD). University of Nottingham. Nottingham, 1984.
- 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.**, FAO Fish Rep. Rome, p. 38-43. 1980.

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.

LUSTOSA NETO, A. D. **Elaboração e caracterização química funcional e nutricional de ensilados de resíduos de pescado da família Lutjanidae.** 1994. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1984.

MEDINA, S.; BLANCO, M.; NIND, A.; LARRU F.; LOBILLO, E. Determination espectrofotometrica de hierro, manganes, cobre, molibdeno, cobalto y fosforo total emn la hueva de la merluza (*Merluccius merluccius* L.) **Anales bromatol.** v. 8, p. 313-315, 1956.

OETTERER DE ANDRADE, M. **Produção de silagem a partir da biomassa de pescado:** levantamento bibliográfico sobre os diferentes tipos de silagem que podem ser obtidos com pescado; silagem química, enzimática e microbiana. Piracicaba, Depto. Ciênc. Tecnol. Agroind. da ESALQ/USP, 1992.25p.

OLIVEIRA, A.L.T SALES. R.O.; BRUNO, F.H.S.; FREITAS, J.B.S Avaliação química da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal (v.7, n.2) p. 45 -67

(2013). <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130010>.

OLIVEIRA, A.L.T.; SALES, R.O.; BRUNO, F.H. S.; FREITAS, J.B.S. Avaliação microbiológica da silagem biológica de resíduos de pescado das indústrias de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal (v.7, n.2) p. 68 -85 (2013).

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

PETERSEN, H. Acid preserved of fish and fish offal. **FAO Fish. Bull.** v. 6, n. 1, p. 18-22, 1953.

RAA, J.; GILDBERG, A. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. **J. Food Technol.** v. 11, p. 619-28, 1976.

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* (Linnaeus) em dietas experimentais com ratos.** 1995. 174p. Tese (Doutorado) Tese de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C. Nutritional Evaluation of Nile Tilapia Silage (*Oreochromis niloticus*, *Linnaeus*) in Experimental Diets. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1996, Poços de Caldas - MG. XV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1996a. v. 01.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C. Perfil em Aminoácidos e Avaliação da Qualidade Nutricional da Proteína da Silagem da Despesca da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) **In:** XV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 1996, Poços de Caldas - MG. XV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Poços de Caldas - MG: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1996 d. v. 1.

SALES, R.O.; FREITAS, J.W.C. Elaboração e Contagem Total de Mesófilos na Silagem Ácida da Despesca da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Acompanhamento do Processo de Autólise. **In:** XVII ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA, 1998, Fortaleza - CE. XVII ENCONTRO UNIVERSITÁRIO DE INICIAÇÃO À PESQUISA. Fortaleza - CE: Editora da Universidade Federal do Ceará, 1998c. v. 01. p. 978.

SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.C. Evaluation nutritional of acid silage of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), whole fish discarded, farmed in Indaiatuba –SP. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal* (v.7, n.2) p. 16 –30, ago –Dez (2013). <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130008>.

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 – 12, 2011. 16p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20110001>.

SATHE, S. K.; DESHPANDEER, S. S.; SALUNKHE, D. K. Dry beans of *Phaseolus*. Part 2. Chemical composition: carbohydrates, fiber, minerals, vitamins and lipids. **CRC Crit. Rev. Food Sci. and Nutr.** v.21, p.41-93, 1984.

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.1 –14, jan – jun (2009), 19p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20090001>.

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.1 –14, jan – jun (2009), 19p. <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20090001>.

STONE, F. E.; HARDY, R. W. Nutrition value of acid stabilised silage and liquefied fish protein. **J. Sci. Food Agric.** v. 37, p. 797-803, 1986.

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.; CAMPBELL, 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.

VAN WYK, G.N.; FRANCK, F.; POTGIETER, B.J.; WESSELS, J.P.H.; ATKINSON, A. Utilization of fish silage. A study of its intake by porkers. **Agroanimalia**. v. **9**, p. 13, 1977.

WINTER, K. A.; FELTHAM, L. A. W. Fish silage: The protein solution. **Res. Branch Agric. Canada**, St. Johns. 1983. 16 p.



Todo o conteúdo deste site, exceto onde está identificado, está licenciado sob uma [Licença de Atribuição Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)