



Elaboração do autolisado ácido (silagem) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus) e acompanhamento do processo de autólise ¹

*Elaboration of acid autolysate (silage) of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus) and follow-up of the autolysis process ¹*

Ronaldo de Oliveira Sales ², Admar Costa de Oliveira ³, Judite das Graças Lapa Guimarães ⁴

Resumo: Este trabalho teve como objetivo estudar o processo de autólise da silagem ácida produzida a partir de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)), pela trituração dos peixes inteiros e adição de 3% (p/p) de ácido fórmico, até a completa liquefação da mistura. A silagem armazenada em temperatura ambiente foi observada através de determinações de pH, nitrogênio não proteico, nitrogênio alfa-Amimico durante 90 dias e viscosidade medida pelo viscosímetro “Brokfield” durante os primeiros 30 dias. A composição centesimal aproximada do autolisado foi: umidade 76,64, proteína bruta 14,90, lipídios totais 4,72 e cinzas 3,74%. Os valores médios para pH, foram ligeiramente superiores no início da autólise, com valor inicial de 4.10, mostrando-se praticamente inalterado até os 90 dias de armazenagem, quando atingiu 3,82. Os resultados revelaram que os percentuais observados de nitrogênio não proteico em relação nitrogênio total, atingiram níveis entre 55% e 60% nos primeiros 5 dias de autólise, enquanto que para o nitrogênio alfa Amimico, os valores foram entre 1,54 a 3,5 g/100g, respectivamente 1 dia e 30 dias após a liquefação da mistura. Os resultados de viscosidade, utilizando-se diferentes “agulhas”, 1,5; 3; 6; 12; 30 e 60 rpm, foram, respectivamente, para o 1 e 30 dias de autólise: 7,500 e 120 centipoise, 6,600 e 60 centipoise, 4,300 e 53 centipoise, 3.600 e 45 centipoise, 3.100 e 36 centipoise, 2,800 e 31 centipoise.

Palavras -chaves: autólise, tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)), viscosímetro,

Abstract: The objective of this work was to study the process of autolysis of the acid silage produced from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)), by grinding the whole fish and adding 3% (w/w) of formic acid, until the complete liquefaction of the mixture. The silage stored at room temperature was observed through determinations of pH, non-protein nitrogen, alpha-Amimic nitrogen during 90 days and viscosity measured by the “Brokfield” viscometer during the first 30 days. The approximate chemical composition of the autolysate was: moisture 76.64, crude protein 14.90, total lipids 4.72 and ash 3.74%. The average values for pH were slightly higher at the beginning of autolysis, with an initial value of 4.10, remaining practically unchanged until 90 days of storage, when it reached 3.82. The results revealed that the observed percentages of non-protein nitrogen in relation to total nitrogen, reached levels between 55% and 60% in the first 5 days of autolysis, while for alpha-amimic nitrogen, the values were between 1.54 to 3.5 g/100g, respectively 1 day and 30 days after the liquefaction of

the mixture. Viscosity results, using different “needles”, 1.5; 3; 6; 12; 30 and 60 rpm were, respectively, for the 1st and 30th day of autolysis: 7,500 and 120 centipoise, 6,600 and 60 centipoise, 4,300 and 53 centipoise, 3,600 and 45 centipoise, 3,100 and 36 centipoise, 2,800 and 31 centipoise.

Key – Words: autolysis, Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus), viscometer

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20230030>

Recebido em 21.1.2020 Aceito em 30.09.2023

*Autor Correspondente: ronaldo.sales@ufc.br

¹. III Mostra Interna de trabalhos científicos na FEA / UNICAMP 16/10/1992

². Prof. Doutor do Departamento de Zootecnia do CCA/UFC

³. Prof. Dr. Depan / FEA / Unicamp, Campinas – S.P.

⁴. Depan / FEA / Unicamp, Campinas – S.P.

Introdução

A silagem de peixe surgiu nos países escandinavos, sendo a Suécia o primeiro país a produzir silagem de pescado em 1936, em experimentos com a utilização de misturas de ácido sulfúrico, clorídrico, fórmico e na adição de outros ingredientes como melão (DISNEY & JAMES, 1980)

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 prosseguiu em escala comercial. 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 (JOHNSON, 1981). Na Polônia, onde o ácido sulfúrico e o ácido fórmico são usados em mistura ou separadamente, a produção foi por volta de 7.000 toneladas por ano (RAA & GILDBERG, 1976). Posteriormente, houve um esforço substancial no sentido 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 problemas de odores ou de poluição ambiental (POULTER *et al.*, 1980, BERTULO, E. 1989.

A silagem ácida de resíduos de pescado (SARP) 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, JACKSON et al., 1984). O valor nutricional da SARP 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 e BACKHOFF, 1976, DISNEY, J.G. & JAMES, D. 1980).

Na SARP 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, H. 1953, SIEBERG, G. 1961).

Na silagem, intervêm 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 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 (OETTERER DE ANDRADE, 1992). SANTOS et al., 2011).

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-proteicos (tais como, aminoácidos livres, amônia, mono e dietilaminas), 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 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; OLIVEIRA et al., 2013., SALES, 1995 e SALES et al., 2013).

Este trabalho teve como objetivo o processo de autólise da silagem produzida a partir de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)), pela trituração dos peixes inteiros e adição de 3% (p/p) de ácido fórmico, até a completa liquefação da mistura. Durante os experimentos, foi verificada a utilidade dos produtos da degradação proteica, particularmente os “solúveis totais”, o nitrogênio alfa-Amimico, pH e viscosidade, como indicadores do processo de conservação do autolisado e alterações decorrentes da armazenagem. Tal procedimento justificase visto que a autólise em silagens feitas a partir do peixe inteiro é principalmente devida às enzimas do intestino, que são espalhadas pela massa do pescado após a trituração. Apesar da disponibilidade de resíduos de pescado no Brasil para processamento na forma de silagem biológica, há necessidade de pesquisas visando seu uso na alimentação de ruminantes.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos

da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas – S.P.

A matéria-prima para obtenção da silagem química de pescado, constituiu-se de despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)) proveniente do cultivo comercial, na região de Indaiatuba, S.P. fragmentada posteriormente em triturador, equipamento elétrico modelo ML-4,0/Weguline, totalizando 5 kg em cada lote. Em seguida foi homogeneizada, pesada e distribuída uniformemente em recipientes de plástico rígido, adicionando-se ácido fórmico na relação de 3% (p/p) do volume da solução ácida para a massa do resíduo.

A agitação do material foi realizada frequentemente para espalhar as enzimas e, assim, acelerar a taxa de liquefação (Marchi, 1997) obtendo-se a silagem química de tilápia, na qual foi feito o controle diário de pH para que permanecesse próximo a 4,0. Em seguida o material foi submetido a um processo de decantação durante (15 - 20 dias) para separação das partes integral e parcialmente desengordurada, com a silagem permanecendo ao ambiente (27°C + 1°C) por 72 horas, quando foram submetidas às análises da composição química. O peixe refrigerado foi moído inteiro sem a retirada

das escamas, barbatanas, guelras e vísceras, utilizando-se um moedor de carne elétrico marca Filizola, modelo "luxo" Brasil I/3 HP, usando-se de um disco de 8 mm e 1/4 de diâmetro, obtendo-se uma polpa fina e homogênea.

À polpa assim obtida, adicionou-se 3% (p/p) de ácido fórmico até a completa liquefação da mistura, de modo a evitar bolsas de ar no material não tratado, que poderiam se constituir em fontes de contaminação microbiológica (Ferraz de Arruda et al., (2005), com agitação do material realizada frequentemente para espalhar as enzimas e, assim, acelerar a taxa de liquefação (BERAQUET & GALACHO, 2013).

Após a liquefação, a silagem foi filtrada em pano com pequenas perfurações, onde foi realizada a separação das partículas

maiores, tais como ossos, escamas e espinhas, obtendo-se desta forma um produto totalmente líquido. Em seguida o material era submetido a um processo de decantação durante (15 -20 dias) para separação das partes integral e parcialmente desengordurada e armazenada por 180 dias em prateleira no laboratório, à temperatura ambiente e retiradas para análises químicas, físico-químicas e reológicas.

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma de elaboração do autolisado ácido (silagem) de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus (Linnaeus)*) e acompanhamento do processo de autólise, que foi preparada com a despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus (Linnaeus)*), pela trituração dos peixes inteiros quando da fase de despesca.

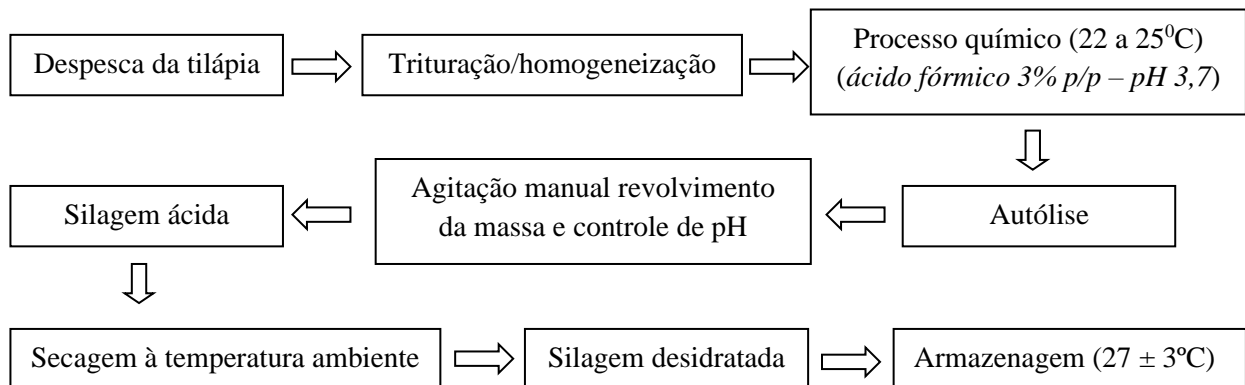


Figura 1. Fluxograma do processamento para elaboração da silagem ácida de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus (Linnaeus)*).

As determinações químicas, umidade, proteína (N x 6,25), lipídios (Extrato Etéreo), e cinzas, segundo método padrão da AOAC (1984). O pH foi determinado de acordo com (FOEGEDING, 1987). 10 ml das amostras foram homogeneizadas com 50 mL de água destilada durante 1 minuto em liquidificador, com posterior leitura em pHmetro Micronal previamente calibrado.

O Nitrogênio não Protéico, determinado pelo método de (Becker et al, 1940), no qual o nitrogênio protéico é precipitado com ácido tricloroacético a 10% e o nitrogênio não-protéico determinado no sobrenadante após repouso e filtração, O Nitrogênio Alfa-amínico, determinado pela titulação ao formol de Sorensen em alíquotas de 10 ml dos extratos obtidos na determinação do nitrogênio não protéico, conforme o método 24.043, da (AOAC, 1975). E as medidas de viscosidade da silagem foram realizadas nos primeiros 30 dias de autólise da silagem em viscosímetro Brookfield, à temperatura de 27°C, segundo (HAARD et al.,1985).

Resultados e Discussão

Composição centesimal da tilápia do Nilo.

Os resultados dos teores de

umidade, proteína bruta, lipídios e cinzas obtidos nos ensaios nas diversas amostras de tilápia do Nilo estão apresentados na Tabela 1. Observou-se que para as 4 amostras de tilápia do Nilo capturadas em períodos diferentes com relação a época de despesca, tendo um peso médio de 150 g (150-152 g), a média dos teores de umidade, lipídios e proteínas e cinzas corresponderam a 76,62% (76,61 - 76,64%) para umidade, 17,7 (17,7 -17,8%) para proteína, 3,57% (3,55 - 3,59%) para lipídios e 2,33% (2,33 - 2,34%) para cinzas.

Não houve diferença ($P > 0,05$) da composição centesimal entre os lotes analisados de tilápia do Nilo utilizados para preparação da silagem ácida de pescado, com valores médios de 76,62%, 17,7%, 3,57% e 2,33% respectivamente para umidade, proteína, lipídios e cinzas. O maior coeficiente de variação (CV%) ocorreu nos teores de cinza com 26,29%, em seguida e em menor grau pelos teores de lipídios, com 9,20%, proteína, com 2,24% e finalmente umidade com 1,30%.

Estes dados estão de acordo com o relato de Freitas et al (1976), que analisando a composição do híbrido de *Tilapia nilotica* com *Tilapia hornorum* verificaram que a proteína apresentou de 17,52 a 17,62%,

umidade, de 74,32% a 75,63%, cinzas, de 1,73 a 2,32% e 3,75 a 7,48% para lipídios de acordo com o lote analisado, com essa variação no teor de lipídios, devendo-se da presença de gordura cavitária, em diferentes proporções nas amostras analisadas.

Dados esses compatíveis com os relatados por Seibel & Souza-Soares (2003) que analisando a composição do híbrido de *Tilapia nilotica* com *Tilapia hornorum*, verificaram que a umidade de se apresentou na faixa de 74,32% a 75,63%, a proteína de

17,52 a 17,62%, os lipídios de 3,75 a 7,48% e as cinzas, de 1,73 a 2,32%.

Freitas et al (1979) relatam que a composição da tilápia do Nilo, apresenta variações mais acentuadas nos teores de cinzas (0,7 - 4,2%), estando as menores variações nos teores de umidade e proteína, onde quase todas as espécies apresentam valores semelhantes, podendo a tilápia ser enquadrada como peixe magro de alto teor protéico.

Tabela 1. Composição centesimal do autolisado ácido (silagem) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus) e acompanhamento do processo de autólise.

Amostra	Umidade %	Proteína %	Lipídios %	Cinzas %
Lote 1	76,64 a ± 1,50	17,07 a ± 0,53	3,56 a ± 0,00	2,33 a ± 1,09
Lote 2	76,63 a ± 0,71	17,08 a ± 0,45	3,59 a ± 0,14	2,34 a ± 0,50
Lote 3	76,62 a ± 0,48	17,07 a ± 0,31	3,58 a ± 0,05	2,35 a ± 0,19
Lote 4	76,61 a ± 1,01	17,08 a ± 0,09	3,55 a ± 0,64	2,33 a ± 0,19
F	0,00 ^{NS}	0,00 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,00 ^{NS}
CV (%)	1,30	2,24	9,20	26,29
DMS	2,6162	1,0022	0,8590	1,6067
Média	76,62	17,07	3,57	2,33

Valores médios e desvios-padrão de 3 determinações. Valores médios na mesma coluna assinalados com letras iguais não apresentam diferença pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados similares foram obtidos por Sales (1995) que trabalhando com

diferentes espécies de tilápia do Nilo, não observaram diferença (P >0,05) entre as

amostras analisadas, apresentando variações mais acentuadas nos teores de cinzas (0,7 - 4,2%), estando as menores, nos teores de umidade e proteína, onde quase todas as espécies apresentam valores semelhantes, podendo a tilápia ser enquadrada como peixe magro (3,25 a 6,26%) a de alto teor protéico.

Segundo Freitas et al (1979), a composição do híbrido de Tilápia nilótica com Tilápia hornorum foi de 17,52% de proteínas, 74,32% de umidade, 2,75% de cinzas e 5,41% de lipídios totais.

Os mesmos autores relatados anteriormente, estudando a composição química da tilápia do Nilo, verificaram variações menos acentuadas nos teores de cinzas (0,7 - 3,1%), estando as maiores variações entre os teores de proteína, onde quase todas as espécies apresentam valores diferenciados (14,3% - 21,1%), podendo a tilápia do Nilo ser enquadrada como peixe magro de alto teor protéico.

Junk (1985), relatou flutuações sazonais pronunciadas nos teores de lipídios (2-12%) e de umidade (72-80%) para o híbrido de tilápia (n=56 peixes), embora não tenha havido controle da procedência e as variações no mesmo mês foram amplas, sendo que o conteúdo de proteína variou de

17 a 19%, sem qualquer sazonalidade.

A Figura 2 ilustra valores de pH na silagem de tilápia do Nilo durante 180 dias de armazenagem. O material se liquefaz já na primeira semana sob efeito do ácido fórmico, mostrando-se praticamente inalterado até os 180 dias de armazenagem, quando apresentou em média pH de 3,80.

Bueno (2006) faz 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*.

Cisse et al. (1995), relatam 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, não havendo crescimento de microrganismos, conservando a qualidade da silagem por muitos meses.

Raa & Gildberg (1982) relatam 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.

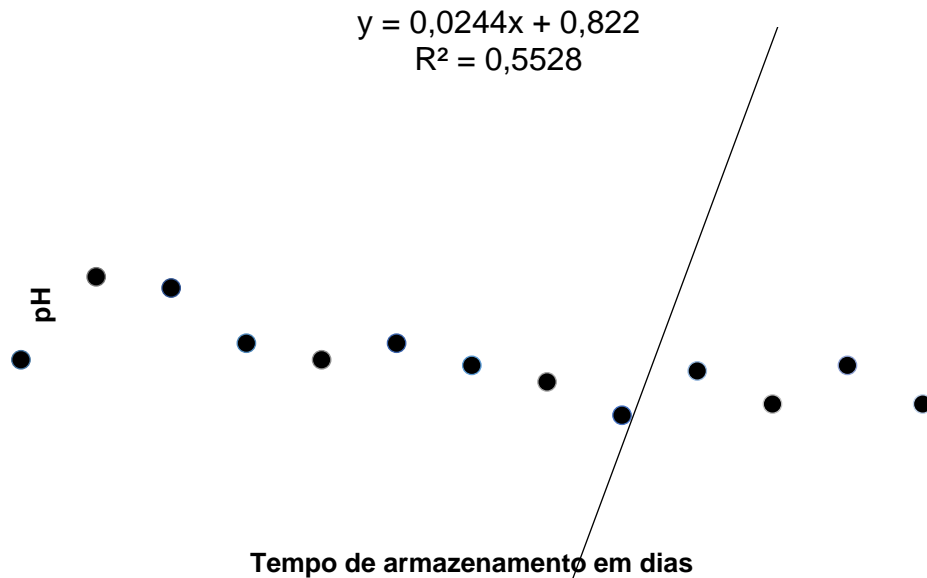


Figura 2. Valores de pH no autolisado ácido (silagem) de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus) e acompanhamento do processo de autólise armazenada à temperatura de 22-25°C durante 180 dias.

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. 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).

Tatterson (1976) fazem referências à produção de ácido lático, 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.

**Alterações na fração protéica
Conteúdo de nitrogênio não-protéico em
relação ao nitrogênio total na silagem
ácida de Tilápia do Nilo (*Oreochromis
niloticus* (Linnaeus)).**

A Figura 3 ilustra os valores da variação do nitrogênio não-protéico que sofreram aumento no conteúdo de nitrogênio em relação ao nitrogênio total durante 30 dias de armazenagem à temperatura de 25°C, sendo rápida nos primeiros dias, atingindo níveis entre 55 a 60 %, para em seguida tornar-se mais lenta, exprimindo valores constantes sem muito acréscimo dos valores iniciais, representada

pela equação do tipo $y = a.x/b + x$, que representa uma hipérbole.

Observou-se, que os valores da variação do nitrogênio não-protéico, sofreram um aumento no conteúdo de nitrogênio em relação ao nitrogênio total, durante 30 dias de armazenagem à temperatura de 25°C, sendo rápida nos primeiros dias, atingindo níveis entre 55 a 60 %, para em seguida tornar-se mais lenta.

A partir desta data os valores de nitrogênio não-protéico exprimem valores constantes sem muito acréscimo dos valores iniciais, representada pela equação do tipo $y = a.x/b + x$, que representa uma hipérbole.

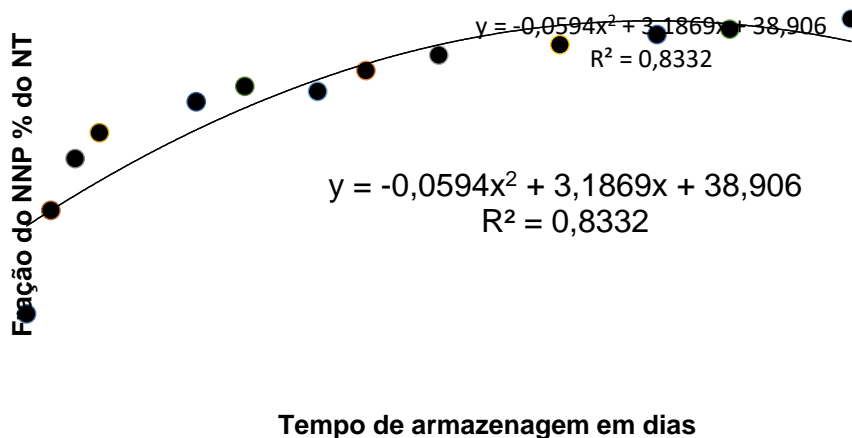


Figura 3 - Formação de nitrogênio não-protéico no autolisado ácido (silagem) de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)) e acompanhamento do processo de autólise armazenada à temperatura de 22-25°C durante 30 dias.

A extensão da autólise (% de NNP) de diferentes partes do pescado está relacionada com o material utilizado, com o peixe inteiro ou em partes, pois, durante o processo de acidificação da silagem as proteínas são degradadas a peptídes de baixo peso molecular e aminoácidos livres pela ação de enzimas naturalmente presentes no pescado.

Conseqüentemente, a fração solúvel, isto é, não, precipitada pelo ácido tricloroacético a 10% (p/v), aumenta, e a relação entre esse nitrogênio não-protéico e o nitrogênio total serve como índice do grau de solubilização da silagem.

Segundo Stone et al (1983), durante o processo de silagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas e o nitrogênio se torna mais solúvel. A proteólise na pele e vísceras é maior durante as primeiras 24 horas. O teor de solúvel aumenta de 10 a 20% nos primeiros dias de armazenagem a, por exemplo, 23°C. Após 10 dias, o aumento é de 75% e após 1 mês, de 85%. Após 3 dias de silagem 50% do total de nitrogênio está sob a forma não protéica e o teor de aminoácidos livres aumenta rapidamente durante os cinco primeiros dias (BACKHOFF, 1976).

Resultados obtidos por Beraquet & Galacho (1983) trabalhando com três tipos

de silagens de pescado, concluíram que, a solubilização foi mais rápida para a silagem de resíduos de pescada (*Cynosion steindachner*) e, que após uma semana apresentava cerca de 35% do nitrogênio total solubilizado, enquanto para as silagens de resíduos de sardinha (*Sardinella brasiliensis*) os valores correspondentes foram de 25 a 32%. Para outros autores, a atividade autolítica na silagem é determinada principalmente pela atividade das enzimas digestivas no peixe inteiro, a qual por sua vez é afetada pela acidez e temperatura (BACKHOFF, 1976; GREEN, 1984).

Tatterson (1976), afirma que a extensão da autólise (% de NNP) de diferentes partes do pescado está relacionada com o material utilizado, com o peixe inteiro ou em partes, pois, durante o processo de acidificação da silagem as proteínas são degradadas a peptídes de baixo peso molecular e aminoácidos livres pela ação de enzimas naturalmente presentes no pescado. Conseqüentemente, a fração solúvel, isto é, não precipitada pelo ácido tricloroacético a 10% (p/v), aumenta, e a relação entre esse nitrogênio não-protéico e o nitrogênio total serve como índice do grau de solubilização da silagem (RAA & GILDBERG (1982).

Corroborando com esses resultados, Backhoff (1976) afirma que durante o processo de silagem, as proteínas são hidrolisadas pelas enzimas e o nitrogênio se torna mais solúvel, a proteólise na pele e vísceras é maior durante as primeiras 24 horas, sendo que o teor de solúvel aumenta de 10 a 20% nos primeiros dias de armazenagem a, por exemplo, 23°C. Após 10 dias, o aumento é de 75% e após 1 mês, de 85%. Após 3 dias de silagem 50% do total de nitrogênio está sob a forma não protéica e o teor de aminoácidos livres aumenta rapidamente durante os cinco primeiros dias.

Conteúdo de nitrogênio alfa-Amimico na silagem de tilápia do Nilo.

A Figura 4, ilustra a variação do teor de nitrogênio alfa-Amimico ao longo do experimento na silagem ácida de tilápia do Nilo observando-se um aumento gradual com o tempo de armazenagem da silagem, sendo acelerada no início do processo, tornando-se praticamente estável dos 60 aos 90 dias, voltando a crescer após os 90 dias de forma menos acentuada, de 1,54 g a 4,34 g / 100g, respectivamente 1 a 180 dias após a liquefação da mistura, utilizando-se da equação $y = x^{1/a} = b$.

Essa acentuada inclinação, durante as primeiras semanas de armazenagem a 25°C foi simultânea à elevação no conteúdo de nitrogênio não-protéico em relação ao nitrogênio total, decorrente, na formação dos produtos de degradação protéica, ocorrendo também a formação de pequenas quantidades de pirimidinas e peptídios, iniciando-se a hidrólise, dificultando a capacidade de armazenagem do material como também a liberação de aminoácidos de reação alcalina pelo processo autolítico, no entanto, deve-se considerar os produtos secundários próprios da hidrólise protéico, mono e dimetilamina, necessários para desenvolver as características desejáveis da silagem (HALL (1985)).

Em estudo conduzido com as silagens de vísceras do bacalhau (*Gadus morrhua*) Raa & Gildberg (1976) relataram que a concentração de nitrogênio alfa-amínico aumenta durante a armazenagem, sendo bastante nítido no início do processo para em seguida tornar-se mais lento.

O mesmo autor observou valores entre 1,62 a 4,45 g /100 g de nitrogênio alfa-amínico em silagens de vísceras de bacalhau (*Gadus morhua*) armazenada à temperatura ambiente durante 160 dias.

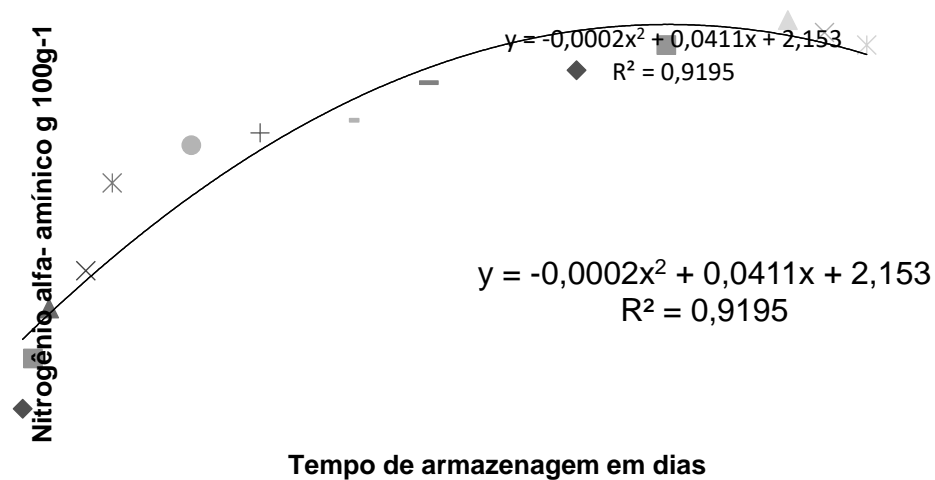


Figura 4 - Valores do nitrogênio alfa-amínico no autolisado ácido (silagem) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus) e acompanhamento do processo de autólise armazenada à temperatura de 22-25°C durante 180 dias.

A Figura 5 ilustra os resultados de viscosidade, utilizando-se diferentes “cilindros”, (1,5), (3), (6), (12), (30) e (60) rpm (rotação por minuto), foram, respectivamente, para 1 e 30 dias de autólise: 10,800 e 55 centipoise, 8.200 e 45 centipoise, 6.080 e 42 centipoise, 5.500 e 31 centipoise, 4.500 e 18 centipoise, 3.200 e 10 centipoise, o que demonstra que durante o período de armazenamento da silagem de tilápia a viscosidade aparente no processo de autólise caiu gradativamente a medida que se realizava a autólise, sendo mais intensa nos primeiros dias onde a viscosidade era reduzida de 10.000 cP a 100 cP ou menos até o 30º dia de

armazenamento, onde se notou uma pequena estabilidade por volta dos últimos 3 dias.

Entre as diferentes viscosidades observadas, a (1,5 rpm) foi a que resultou em maiores valores de viscosidade, indicando que foram diferentes significativamente ($p < 0,05$) e superiores às demais. Essa intensa redução na viscosidade foi simultânea à elevação nos valores de TBARS, indicando que a presença de lipídios oxidados pode ter contribuído para a redução da solubilidade, causado principalmente nas proteínas insolúveis ou ainda em função do próprio processo de adição de ácido, o qual rompe

completamente as fibras musculares, levando a uma insolubilização inicial das proteínas miofibrilares GREEN (1984).

Resultados obtidos por Nunes (1992) indicam mais uma vez que essa liquefação acentuada na viscosidade durante o processo de autólise, é uma indicação de maior atividade enzimica no processo autolítico, o que se explica devido a uma

maior quantidade de vísceras na matéria-prima para fabricação de silagem, sendo a viscosidade do fluido expressa pelo coeficiente de viscosidade, η , cuja unidade é o Poiseulle (P) e corresponde a viscosidade de um fluido que escorre a velocidade de 1 cm/s quando sujeito a uma força de 1 dina / cm² ou 1 m/s para uma força de 1 Newton/ m² (MANDELLI, 1972).

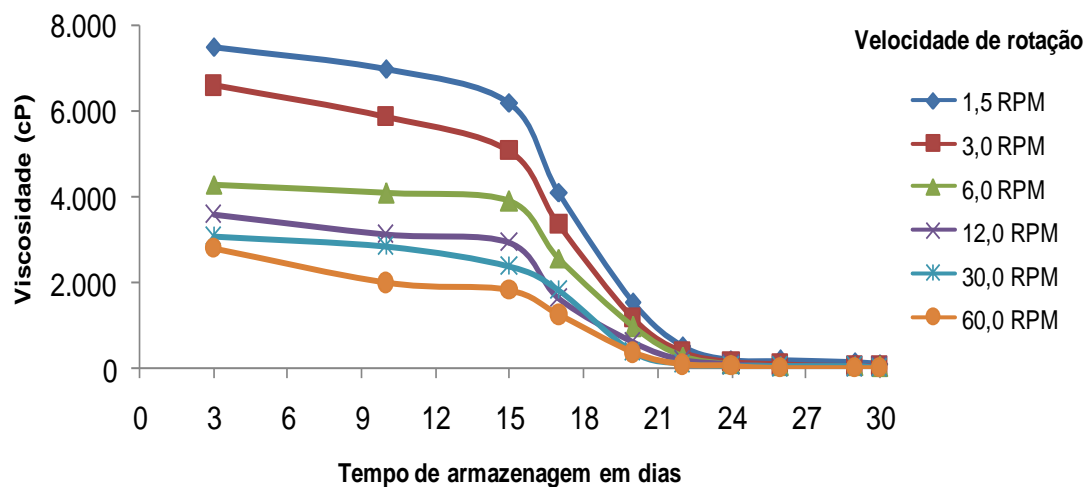


Figura 5 - Viscosidade do autolisado ácido (silagem) de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus) e acompanhamento do processo de autólise armazenada à temperatura de 27°C durante 30 dias.

Gildberg & Raa (1977) observaram também que, quando a silagem de peixe se constituía de um líquido homogêneo, de fluxo livre, a viscosidade era reduzida de 500 cP a cada dois dias de armazenamento, à temperatura acima de 25°C.

Hall (1985) observou também que, quando a silagem de peixe se constituía de um líquido homogêneo, de fluxo livre, a viscosidade era reduzida de 500 cP a cada dois dias de armazenamento, à temperatura acima de 25°C.

Conclusões

Conclui-se que é possível o aproveitamento da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* (Linnaeus)) para elaboração da silagem ácida, que se adaptou bem à formulação 3% (p/p) de ácido fórmico até a completa liquefação da mistura, resultando num produto estável (devido as suas características químicas) não necessitando de refrigeração para sua conservação.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 12. ed. Washington, 1984.620p.
- BACKHOFF, H.P. Some chemical changes in fish silage. **J. Food Technol.**, v. **11**, p. 353-63, 1976.
- 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.
- BECKER, H.C.; MILNER, R.T.; NAGEL, R.H. A method for the determination of nonprotein nitrogen in soybean meal. **Cereal Chem.** v. **17**, p. 447-57, 1940.
- 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.
- BUENO, J.R. **Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia em dietas de alevinos de piauí (*Leporinus macrocephalus*).** 2006. 45f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Curso de pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista.
- CISSE, A., LUQUET, P., ETCHIAN, A. Use of chemical or biological fish silage as feed for *Chrysichthys nigrodigitatus* (Bagridae). **Aquatic Living Resources**, Montrouge, v.8, n.4, p.373-377, 1995.
- 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.
- FERRAZ DE ARRUDA, L.; OETTERER, M. (2005), Silagem Ácida- uma tecnologia alternativa para aproveitamento do resíduo o processamento do pescado. **Revista Aqüicultura and Pesca**, 14 (1), 3033.
- FOEGEDING, E.A. Functional properties of turkey salt-soluble proteins. **J. Food Sc.** v. **52**, n. 6. p 1495-9, 1987.
- 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.

- FREITAS, J. V. F.; GURGEL, J. J. S. Sobre o aproveitamento de resíduos de pescado dos açudes do Nordeste, na elaboração de subprodutos. **Bol. Tecn. DNOCS**, v. 32, p. 139 - 147, jul-dez., 1976.
- 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.
- 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.
- HAARD, N.F.; KARIEL, N.; HERZBERG, G.; FELTHAM, L.A.W.; WINTER, K., Stabilisation of protein and Oil in Fish Silage for use as a Ruminant Feed Supplement. **J. Sci. Food Agric.** v. 36, p. 229-241, 1985.
- HARDY, R. W.; SHEARER, K. D.; STONE, F. E. & WIEG, D. H. Fish silage in aquaculture diets. **J. World Maricul. Soc.**, v. 14, p. 695-703, 1983.
- JACKSON, A.J.; KERR, A.K.; COWEY, C.B. Fish silage as a dietary ingrediente for salmon. I. Nutritional and storage characteristics. **Aquaculture.** v. 38, p. 211-20, 1984
- JOHNSEN, F. **Fish viscera silage as a feed for ruminants.** Norway, 1981. Thesis (Ph.D). Agriculture UNiversity of Norway,
- 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.
- MARCHI, J. F. **Desenvolvimento e avaliação de produtos à base de surimi produzidos a partir de tilápia nilótica, Oreochromis niloticus L.** 1997. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 1997.
- NUNES, M. L. Resíduos de pescado: aproveitamento sob forma de silagem. In CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 13, São Paulo, **Resumos...** p 137, 1992.
- 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, Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindústria. dá 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>
- PETERSEN, H. Acid preserved of fish and fish offal. **FAO Fish. Bull.** v. 6, n. 1, p. 18-22, 1953.
- 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. 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*) em dietas experimentais com ratos**, 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

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>

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduo de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

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.

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.

STONE, F.E.; HARDY, R.W. Nutritional value of acid stabilised silage and liquified fish protein. **J. Sci. Food Agric**. v. **37**. p. 797-802, 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. 369-379, 1974.

TATTERSON, I.N. The preparation and storage of fish silage. In: TORRY RESEARCH STATION SYMPOSIUM ON FISH SILAGE, Aberdeen. **Proceeding...** v. **I**, p. 1-14, 1976.



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/).