

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Avaliação nutricional da
1998 TS-2004.00013



5246-1

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM BIOLÓGICA DE RESÍDUOS
DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO DE ALEVINOS DE TILÁRIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*)**

JOANA MARIA LEITE DE SOUZA

FORTALEZA - CEARÁ

1998

98

4.00013

Avaliação nutricional da
1998 TS - 2004.00013



**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DA SILAGEM BIOLÓGICA DE RESÍDUOS
DE PESCADO NA ALIMENTAÇÃO DE ALEVINOS DE TILÁPIA DO NILO
(*Oreochromis niloticus*)**

JOANA MARIA LEITE DE SOUZA

5246

**DISSERTAÇÃO APRESENTADA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTO, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE**

TS 009/1998
SOU

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

013/2004

Fortaleza-Ceará

1998



Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

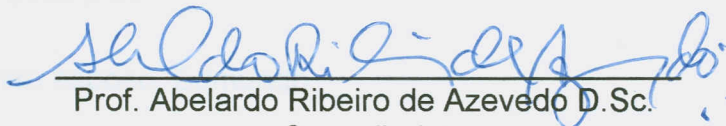
A citação de qualquer trecho da Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Joana Maria Leite de Souza

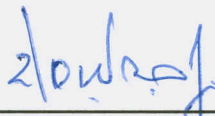
Dissertação aprovada em 14 / 08 / 1998



Prof. Ronaldo de Oliveira Sales, Ph.D.
Orientador



Prof. Abelardo Ribeiro de Azevedo D.Sc.
Conselheiro



Prof. José Wilson Calíope de Freitas M.Sc
Conselheiro



AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Ceará (UFCE), através do Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pelo apoio e pelo espírito de compreensão para concessão da cursa.

Ao Professor Rivaldo de Oliveira Sales, pela orientação segura, dedicação ao trabalho, possibilitando a realização em vida, na condição e realização desta tese.

Aos Caríssimos pesquisadores Professores Almirão Lourenço de Almeida, José Wilson Collopa de Freitas pelas sugestões e críticas que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Ao Professor Francisco José Siqueira Farias, pela ajuda na elaboração gráfica, compreensão e amizade.

Aos Professores José William Bezerra e José Carlos de Sá, José de Sá, Fernando Henrique Pereira, Francisco Manoel Filho, Manoel Siqueira, por terem auxiliado durante a realização desta pesquisa.

A Deus

Aos meus pais

Ao meu esposo, Edmundo

Aos meus filhos, Eddie, Eduardo, Edmundo Jr e Giovana

DEDICO

A Divindade Jesus Cristo e aos Professores Rivaldo de Sá, José de Sá, José Carlos de Sá, Fernando Henrique Pereira, Francisco Manoel Filho, Manoel Siqueira, por terem auxiliado durante a realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), através da Coordenação do Curso de Pos-Graduação em Tecnologia de Alimentos, pelo apoio e alto espírito de compreensão para concretização do curso.

Ao Professor Ronaldo de Oliveira Sales, pela orientação segura, dedicação ao trabalho, possibilitando e facilitando em tudo, na condução e realização deste trabalho.

Aos Conselheiros pesquisadores Professores Abelardo Ribeiro de Azevedo, José Wilson Calíope de Freitas pelas sugestões e críticas que permitiram aperfeiçoar este trabalho.

Ao Professor Francisco José Siqueira Telles, pela espírito de colaboração, presteza, compreensão e amizade.

Aos Professores José William Bezerra e Silva, José Jarbas Studart Gurgel, Fernando Hernandez Ferreira, Francisco Hiram Farias Costa, pelas sugestões apresentadas durante a realização deste trabalho.

A Todos os Professores, funcionários, colegas do Departamento e Coordenação do Mestrado em Tecnologia de Alimentos pela acolhida, como também pelo estímulo, e alto espírito de compreensão que tiveram nas situações menos fáceis

A autora deseja externar também seus agradecimentos ao técnico de laboratório Luis Alves Bitú pela ajuda substancial durante a realização das análises laboratoriais.

A Universidade Federal do Acre e aos Professores Rafael Angel Torquemada Guerra, Maria Luzenira de Souza e Maria de Fátima Souza e Silva, pela compreensão confiança e amizade.

A EMATER-ACRE pela liberação para realização do curso e por ter facultado esta oportunidade.

A Indústria INTERFRIOS, pelo fornecimento da matéria - prima.

A Bleide Pompeu, Felícia Leite, Jeruza Leite, Fernanda e Jane Souza pela colaboração, empenho e dedicação na digitação e elaboração dos gráficos e tabelas.

RESUMO

SOUZA, Joana Maria Leite de. Avaliação nutricional da silagem biológica de resíduos de pescado na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 1998. Dissertação de Mestrado. Professor Orientador: Ronaldo de Oliveira Sales (Ph.D.), Conselheiros: Prof. Abelardo Ribeiro de Azevedo (D.Sc.) e Prof. José Wilson Calíope de Freitas (M.Sc.).

A hidrólise enzimática que teve como produto final a silagem biológica foi produzida através da mistura de resíduos de peixes triturados, com um fermento biológico à base de vegetais regionais. Na silagem obtida foram realizadas as determinações de acidez, pH, composição química, energia bruta e características organolépticas.

Os níveis de adição de silagem biológica de pescado adotados foram: 0,10, 20 e 30%, incorporado a uma ração protéica (T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente) e avaliada biologicamente através do desempenho de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*), e comparado a uma ração controle cuja base protéica era constituída de farinha de carne e osso e farinha de peixe (T₁). Estas dietas foram balanceadas de tal modo que fossem isoprotéicas e isocalóricas.

Para cada tratamento foram feitas 2 repetições, em tanques quadrados de alvenaria com uma média de 6 peixes por tanque (média de peso 15,32±1,5g e 9,58±0,22cm de comprimento padrão). A duração do experimento foi de 97 dias, sendo todos os peixes amostrados a cada 15 dias e alimentados uma vez ao dia à base de 3% da biomassa total de cada tanque. Observou-se que os peixes que receberam o tratamento T₁, apresentaram ganho médio de peso 0,5g/dia, conversão alimentar aparente (CAA) de 1,8 e taxa de eficiência protéica (TEP) de 1,70 enquanto que os animais que receberam o tratamento T₂ produziram o mesmo ganho médio de peso (0,5g/dia), CAA de 2,01 e TEP de 1,58.

A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, para peso e comprimento. Os valores biológicos para CAA e TEP e composição corporal dos peixes, apontam o tratamento T₁ como mais eficiente. Este estudo sugere a viabilidade da silagem biológica de resíduos de pescado como base protéica alternativa e como substituto potencial da farinha de peixe e farinha de carne e osso nas rações para alevinos de tilápia.

ABSTRACT

SOUZA, Joana Maria Leite de. Evaluation nutrition of biology silage residue of fish on alimentation of tilapia alevins of Nilo (*Oreochromis niloticus*). Federal University of Ceará, Fortaleza, CE, 1998. Dissertacion Master of Science. Orientation Teacher: Ronaldo de Oliveira Sales (Ph.D.) Advisers Teachers: Abelardo Ribeiro de Azevedo (D.Sc.) and José Wilson Calíope de Freitas (M.Sc.).

Fish silage was obtained through the enzymatic hydrolysis of ground fish promoted by a vegetable based biological ferment. Acidity, pH, chemical composition, gross energy and organoleptic characteristics of the were determined.

The following silage levels were adopted: 0, 10, 20 and 30 5 was incorporated into the diet of tilapia alevins (*Oreochromis niloticus*) as the main protein source in the experimental treatment (T₂, T₃ and T₄, respectively), and its effect on growth was compar with a control treatment (T₁). The control included a combination of bovine (meat and bone) meal and fish meal as the main potein sorce. The experimental and control treatment were isoproteic and isocaloric balanced.

Both treatment consisted of twelve round concret tanks holding na average of 8 fish each (mean fish weight were 3,0 + 0,4g and 4.1 + 0,2 g respectively). The alevins were welghed and mesured every 15 days and twice per day (ca. 7% the fish biomass of each tank) over the 97 day experient.

Results show that tilpia in T₁ na average weight gain of 0,5g/day, a feeding conversion rate (CAA) of 1,81, and a protein efficient rate (PER) of 1,7. Fish in T₂ exhibited the same avarege weight gain (0,5g/day), higher CAA (2,01) and lower TEP (1,58). As analysis of variance indicates that there were no significant differences in growth between treatments ($p > 0,05$). However, differences in CAA and TEP indicate that the experiental treatment was most efficient. These results suggest that fish silage substituing for bovine meat and bone meal and fish meal is na efficient alternative protein source for tilapia alevins.

LISTA DE TABELAS

	Pg.
1 - Composição percentual de silagens de vários peixes com o uso de diferentes ácidos	12
2 - Comprimento e peso médios dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>) no início do experimento	15
3 - Composição química da ração T ₂ , com 10 % de silagem biológica	17
4 - Composição química da ração T ₃ , com 20 % de silagem biológica	18
5 - Composição química da ração T ₄ , com 30% de silagem biológica	19
6 - Composição química dos ingredientes usados na formulação das rações	20
7 - Composição do NUTRICORTVIT ¹ utilizado na suplementação da dieta para alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	21
8 - Composição química da silagem biológica de resíduos de pescado nas formas úmida e semi – seca	29
9 - Características organolépticas da silagem biológica de resíduos de pescado	30
10 - Comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com silagem biológica de resíduos de pescados, após 97 dias de cultivo	32
11 - Peso dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diversos níveis de inclusão de silagem biológica de resíduos de pescados após 97 dias de cultivo.....	36
12 - Ganho de biomassa dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas contendo 0, 10, 20, e 30% de silagem biológica, de resíduos de pescados, após 97 dias de cultivo ...	40
13 - Valores de pH, amônia (NH ₃) e Oxigênio (O ₂) na água dos viveiros	41
14 - Porcentagem de amônia não-ionizada em soluções aquosas com diferentes valores de pH e temperatura	41

LISTA DE FIGURAS

15 - Consumo alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), após 97 dias de cultivo.....	44
16 - Conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), após 97 dias de cultivo	47
17 - Variação da conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas racionais versus ração de origem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	53
18 - Variação da conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas racionais versus ração de origem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	54
19 - Variação da conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas racionais versus ração de origem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	57
20 - Variação da conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas racionais versus ração de origem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	62
21 - Variação da conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas racionais versus ração de origem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	65
22 - Variação da conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com dietas racionais versus ração de origem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	69

LISTA DE FIGURAS

	Pg.
1 - Variação no pH e acidez na silagem biológica de resíduos de pescado	31
2 - Variação do comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diferentes rações contendo varios níveis de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	33
3 - Variação existente entre os tratamentos, com relação ao incremento do comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), após 97 dias de cultivo.....	34
4 - Variação do peso dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diferentes rações, contendo varios níveis de inclusão da silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	37
5 - Análise do ganho de peso dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diferentes rações, contendo vários níveis de acréscimos de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	38
6 - Ganho de biomassa dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diferentes rações, contendo vários níveis de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	42
7 - Variação do consumo de ração dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diferentes rações, em função do acréscimo do silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	45
8 - Variação da conversão alimentar dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), alimentados com diferentes rações, em função do acréscimo do acréscimo de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.....	48

LISTA DE ANEXOS

	Pg.
1 - Análise de variância do comprimento médio dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), por tratamento	59
2 - Análise de variância do peso médio dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), por tratamento	60
3 - Análise de variância do consumo médio de ração dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), por tratamento	61
4 - Análise de variância da conversão alimentar média dos alevinos de tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>), por tratamento	62
2.2.1 - <i>Diagnóstico físico de peixe</i>	7
2.2.2 - <i>Diagnóstico químico de peixe</i>	8
2.3 - <i>Condições ambientais de criação de peixe</i>	10
2.4 - <i>Importância da higiene na criação de peixe</i>	11
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 - <i>Local</i>	13
3.2 - <i>Animais experimentais</i>	14
3.3 - <i>Tratamento das águas</i>	15
3.4 - <i>Elaboração de alimentos</i>	16
3.5 - <i>Obtenção de amostras de água</i>	17
3.6 - <i>Farmácios e medicamentos</i>	17
3.7 - <i>Equipamentos utilizados</i>	17
3.8 - <i>Determinações químicas</i>	18
3.9 - <i>Características gerais</i>	18
3.10 - <i>Segurança e ecologia de peixe</i>	19
3.11 - <i>Materiais estatísticos</i>	20
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 - <i>Composição química de água</i>	22

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE TABELAS	Viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 – Considerações gerais	3
2.2 – Silagem de pescado	4
2.2.1 – Silagem ácida de pescado.....	7
2.2.2 – Silagem biológica de pescado	8
2.3 – Composição química da silagem de pescado	10
2.4 – Utilização da silagem biológica de resíduos de pescado na alimentação de peixes	12
3 – MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 – Material	14
3.2 – Animais experimentais	14
3.3 – Preparo das silagens	15
3.4 – Elaboração do fermento biológico	15
3.5 – Obtenção da silagem biológica de pescado	16
3.6 – Formulação das rações	17
3.7 – Plano experimental e alimentação	22
3.8 – Determinações química	22
3.9 – Características organolépticas	23
3.10 – Secagem e estocagem da silagem	23
3.11 – Análises estatísticas	24
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 – Composição química da silagem biológica úmida e semi-seca ..	26

4.2 –	Característica organolépticas	29
4.3 –	Análise do crescimento em comprimento	31
4.4 –	Análise do ganho de peso	35
4.5 –	Ganho de biomassa	39
4.6 –	Análise do consumo de ração	43
4.7 –	Conversão alimentar	46
5 –	CONCLUSÕES	49
6 –	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
7 –	ANEXOS.....	58

1. INTRODUÇÃO

Uma das alternativas viáveis para região Nordeste é o aproveitamento dos resíduos de pescado para elaboração de silagem, uma das formas mais econômicas de aproveitamento desses resíduos, podendo ser obtida de maneira artesanal nas áreas de abrangências dos açudes, ou industrialmente nos maiores centros urbanos.

Este produto é obtido através da autólise ácida da proteína do pescado, numa forma pastosa, quase líquida que pode ser incorporada às rações como fonte protéica, bastante utilizada na formulação de rações destinadas aos animais domésticos.

As vantagens da sua utilização na forma de silagem, em relação a farinha de pescado, são as seguintes: o processo é virtualmente independente de escala; a tecnologia é simples; o capital necessário é pequeno, mesmo para produção em larga escala; os efluentes e problemas com odores ou poluição ambiental são reduzidos; a produção é independente do clima; o processo de silagem é rápido em climas tropicais e o produto pode ser utilizado no local (OETTERER DE ANDRADE, 1995).

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 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, 1995).

Portanto, os maiores entraves do cultivo intensivo de peixes, são os gastos com alimentação, podendo chegar de 70 a 75% do custo de produção, sendo o milho o componente mais oneroso empregado no preparo das rações, responsável por 42% deste custo, seguido do

farelo de soja que apresenta baixo nível de lisina (GREEN, 1984), por alimentos alternativos, energéticos ou protéicos que estejam disponíveis a preços compensadores, 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).

Esta pesquisa teve como objetivo, avaliar os resíduos de pescado como matéria-prima no processo da silagem, bem como determinar a composição química bromatológica, características organolépticas, ganho de crescimento, ganho de peso, ganho de biomassa, consumo de ração e conversão alimentar na alimentação de alevinos de tilápia.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Considerações gerais

Os romanos foram os primeiros a converterem subprodutos da pesca, em 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, em que as sobras eram acondicionadas compactamente em recipientes lacrados hermeticamente e deixados para decompor completamente. As vísceras do 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 peixe 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).

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 de "*mans*" quando de peixes e "*nuoc man*" quando de camarões, sendo a mistura sal e pescado mantida por meses e agitada ocasionalmente no período inicial da preparação. Tais *mans* são encontrados tanto na forma líquida quanto semi líquida e pastosa, tendo os líquidos de densidade em torno de 1,1 a 1,2 e pH 5 a 7 (MANDELLI, 1972). Segundo o mesmo autor, os teores de nitrogênio uréico e indólico constituem os principais índices da qualidade do produto.

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 melaço (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 (JOHNSEN, 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, 1982). 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).

2.2. Silagem de pescado

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 que deve ser no mínimo de 20°C pois abaixo deste nível, a liquefação acontece lentamente (DISNEY & HOFFMAN, 1978).

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).

Segundo WINDSOR & BARLOW (1984) a silagem de pescado pode ser definido como um produto líquido, elaborado a partir da totalidade do pescado ou de partes do mesmo, sem adicionar outros produtos (ácidos) nos quais a liquefação é produzida pela ação das enzimas presentes no mesmo. O produto obtido desta forma é um líquido estável, com cheiro de malte, com características de armazenamento por conter a totalidade da água presente na matéria-prima.

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, relatam que em 30 dias o processo autolítico cessa, 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 sabor e na textura (SIEBERT, 1961).

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 colagenases, que se caracterizam por apresentar um pH 3,5 ótimo de atividade na faixa ácida.

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 favorecendo a formação de nitrogênio não-protéico.

Dentre os principais métodos utilizados na produção de silagem de pescado, destaca-se o método que faz uso da adição de ácidos minerais ou orgânicos (silagem química), tais como fórmico, sulfúrico, clorídrico, propiônico e acético ao pescado inteiro triturado e o método obtido pela utilização de microrganismos produtores de ácido láctico adicionados ao pescado (WIGNALL & TATTERSON, 1976). Este último produto é conhecido como silagem biológica de pescado, que pode ser obtido com resíduos de diferentes espécies, fontes de carboidratos e microrganismos produtores de ácido láctico (LINDGREN & PLEJE, 1983; STROM & EGGUM, 1981; RAA & GILDBERG, 1982; LESSI *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).

2.2.1. Silagem ácida de pescado

É extremamente importante no preparo da silagem de pescado a preparação inicial da matéria prima, triturada e misturada com ácido (sulfúrico, fórmico ou acético), obtendo-se, dessa forma, um produto líquido estável, com aroma maltado, com boas características de armazenamento. GILDBERG & RAA (1977) citam que o princípio envolvido na manufatura da silagem é o de que vários ácidos ou misturas de ácidos possam ser usados. Entretanto, quando silagens são produzidas utilizando-se ácidos inorgânicos, o pH do produto final deve estar em torno de 2,0 para evitar o crescimento bacteriano, sendo necessário neutralizar o produto antes que seja usado com propósitos alimentares.

Em geral, os resultados de alguns trabalhos mostram que a autólise feita em silagens a partir dos resíduos deve-se principalmente às enzimas do intestino, que são espalhadas após a trituração, pelo fato de que, na silagem feita apenas com filés, a liquefação é pequena, sendo que o uso do ácido fórmico promove o abaixamento do pH a níveis entre 3,8 a 4,0, constituindo-se numa vantagem, pois o uso de ácidos minerais baixa o pH para cerca de 2,0, necessitando, porém, de uma neutralização posterior à hidrólise (WIGNALL & TATTERSON, 1976).

Desta forma, STROM & EGGUM (1981), trabalhando com vísceras trituradas de peixe trituradas e misturadas com ácido fórmico e ácido propiônico (1:1, p/p), concluíram que as mesmas sofreram autólise entre 2 a 3 dias à temperatura de 30°C. A formação de aminas biogênicas pode também ser um problema se a silagem de peixe for produzida de matéria prima parcialmente deteriorada (DISNEY & HOFFMAN, 1978). No caso da combinação dos ácidos, os mesmos 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. Segundo STROM & EGGUM (1981), vísceras de peixes trituradas e misturadas com ácido fórmico e ácido propiônico (1:1,p/p), sofrem autólise entre 2-3 dias numa temperatura de 30°C.

SALES (1995), trabalhando com a adição de 3% em peso de ácido fórmico a 90%, concluiu ser este o teor suficiente para preservar a silagem de despesca de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante o período de 90 dias de armazenagem. TATTERSON & WINDSOR (1974) utilizando 3,0% de ácido fórmico a 98% obteve 6 fórmulas de silagem com diferentes pescados e o pH ficou em torno de 4,0 em todas as fórmulas. O teor de proteína ficou em torno de 14%, o teor de gordura variou de 0,5 a 16,3% e os minerais ao redor de 2,5%. Segundo os mesmos autores, o ácido provoca a quebra da proteína em pequenas unidades solúveis tornando o produto numa forma semi-líquida, e produz condições desfavoráveis ao crescimento de bactérias.

2.2.2. Silagem biológica de pescado

A degradação enzimática do músculo do pescado a componentes solúveis, pode ocorrer com maior velocidade em pH neutro e fracamente ácido que em pH alcalino ótimo para proteases como a tripsina. 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, 1979).

As enzimas proteolíticas de vísceras de peixe são de maior importância em sua função de hidrolisar proteínas. Após a morte, essas enzimas continuam ativas e são responsáveis, juntamente com as enzimas das bactérias, pela deterioração do pescado. Esse processo é lento, mas a ação proteolítica pode ser acelerada. Se o crescimento de microrganismos é contido (pela mudança de pH), estas enzimas podem continuar ativas e produzir alterações no flavor e na textura (VILLELA DE ANDRADE, 1982).

Segundo OETTERER DE ANDRADE (1995), 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 muscular (catepsinas); c) enzimas das plantas

(papaína, ficina e bromelina) e d) enzimas dos microrganismos. As enzimas das vísceras e do trato digestivo são em geral muito ativas, particularmente em pH neutro. A pepsina é encontrada no estômago do peixe sendo a principal enzima do suco gástrico. Enzimas proteolíticas das vísceras também são envolvidas na produção e maturação de gosto e odor de pickles de arenque.

As enzimas das vísceras envolvidas na proteólise possuem alta atividade nos pHs estabelecidos na fermentação (GILDBERG & RAA, 1979). Entretanto, podemos ter em mente, que normalmente extratos representam uma mistura de enzimas que são ativas sobre uma faixa limite de pH. As enzimas do tecido muscular, catepsinas, representam similarmente uma mistura de enzimas proteolíticas, em extratos do músculo em atividade máxima em ambas condições de pH, alcalino e ácido (MACKIE *et al.*, 1971).

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-láticas, indicando que os microrganismos patogênicos 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 lácticas, que também são responsáveis pela produção do sabor. A produção de ácido láctico é importante porque causa uma diminuição no pH, que fica em torno de 4,0, inibindo o crescimento de bactérias dos gêneros *Staphylococcus*, *Escherichia coli*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Citrosactu*, *Achromobacter* e *Pseudomonas* (HALL, G.M. 1985).

Além das enzimas proteolíticas do próprio peixe, existem ainda as enzimas de origem vegetal e dos microrganismos contaminadores. O valor de sucos de plantas para amolecimento de carnes e para fermentação de peixes tem sido reconhecidos através dos séculos. A bromelina do suco de abacaxi tem sido muito usada para digerir peixes sendo a papaína do leite do mamão e a ficina do figo são também largamente usadas no amolecimento de carnes (LESSI *et al.*, 1989). Segundo os mesmos autores, os mesmos obtiveram cinco formulações de

fermentos biológicos utilizando diferentes proteases como papaína e bromelina, e diferentes fontes de carboidratos como farinha de trigo e farinha de mandioca, todas apresentando bom desenvolvimento fermentativo, quando foram utilizadas para promover a hidrólise do pescado.

As enzimas de interesse para a hidrólise das proteínas são produzidas por microrganismos tais como: fungos (*Aspergillus oryzae*), bactérias (*Bacillus subtilis*), actinomicetes (*Streptomyces griseus*) e leveduras (*Saccharomyces ssp*), e todas elas são potentes enzimas proteolíticas (MACKIE *et al.*, 1971). As enzimas bacterianas não são consideradas importantes na primeira etapa da hidrólise das proteínas. Porém elas são largamente responsáveis pela produção do sabor, da desaminação e descarboxilação de aminoácidos para diminuir ácidos graxos, aminas e carbonilas.

HASSAN & HEATH (1986), usando lactose como substrato e *Lactobacillus plantarum* como inóculo, obtiveram o pH 4,44 após o segundo dia, e 4,41 no sétimo, sendo o teor de acidez de 5,22 e 6,68 no mesmo período.

Segundo BERTULLO (1989), a hidrólise biológica do pescado ou de seus derivados pela ação proteolítica de uma levedura de origem marinha (*Hansenula montevideu*), permite a otimização de processo novo, que modifica o substrato empregado junto com uma fonte energética de baixo custo, tendo como resultado, um produto final na forma líquida cujo conteúdo em proteína digestível; peptídeos de baixo peso molecular e aminoácidos, o fazem sumamente conveniente para propósitos nutricionais.

2.3. Composição química da silagem de peixe

Diferentes tipos de pescado como também a parte constituinte a ser utilizada para silagem (peixe inteiro, cabeça, resíduos etc.) podem ser os fatores responsáveis pela amplitude observada nos valores protéicos dessas silagens. De acordo com DISNEY & HOFFMAN (1978), a silagem de pescado apresenta um teor de proteína bruta (N x 6,25) da ordem de 10,2 a 19,8%, conforme os ácidos usados no preparo, a diferentes pHs conforme a Tabela I.

Entretanto, diversos trabalhos, com ácido fórmico em extratos protéicos de bacalhau (*Gadus morhua*), a pH 4,0, encontraram os seguintes resultados: umidade 77,8%, proteínas 15,8%, lipídios 3,78% e cinzas 3,45%. Para tanto, se a silagem for processada com resíduos de peixes, é bem provável que ocorra alguma variação na composição aproximada dos tecidos com a localização anatômica destes (TATTERSON & WINDSOR, 1974).

Para MARCH *et al.* (1963), o teor de vários compostos químicos encontrados na silagem de pescado podem ser classificados assim como: umidade 80,0%, proteína 14,5%, lipídios 2,0% e cinzas 2,8%. Com a silagem de arenque (*Clupea harengus*), foram encontrados resultados tais como: umidade 69,4%, proteína 15,4%, lipídios 13,0% e cinzas 2,2%.

Entretanto no estudo da composição química do músculo do pescado, o mesmo mostra que, a parte comestível contém de 15 a 24% de proteínas e que o teor de lipídios é extremamente variável, podendo variar de 0,1 a 22%, influenciado pela espécie, estado de maturação, estação do ano e pela alimentação no caso dos peixes pelágicos (ALLEN *et al.*, 1981).

Tabela 1 -Composição percentual de silagens de vários peixes com o uso de diferentes ácidos

Material usado	Tratamento c/ ácido	Umidade %	Proteína (Nx6,25)	Lipídio s%	Cinzas %
6Arenque (Inteiro)	3% HCOOH	10,3	12,4	9,1	4,0
Arenque (Inteiro)	pH 2,0(HCl)+ 1% HCOOH	10,2	11,3	8,6	3,9
Cavala (Inteira)	pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH	9,8	19,8	1,1	-
Peixe (Inteiro)	pH3,0(HCl)+ 1% HCOOH	9,9	18,8	2,6	6,9
Cabeça e vísceras	pH3,0 (HCl)+ 1% HCOOH	10,1	15,4	3,7	8,4
Esqueleto (Inc. cabeças)	pH3,0 (HCl)+ 1% HCOOH	11,3	14,1	4,0	12,1
Somente cabeças	pH3,0 (HCl)+ 1% HCOOH	8,5	17,5	4,8	9,3
Vísceras	pH2,0 (HCl)+ 1% HCOOH	8,3	10,2	8,3	2,4
Músculos	pH2,0 (HCl)+ 1% HCOOH	8,8	17,3	0,4	2,7
Camarão	pH3,0 (HCl)+ 0,5% HCOOH	8,6	15,6	11,0	7,5

Fonte: DISNEY & HOFFMAN (1978).

2.5. Utilização da silagem biológica de resíduos de pescado na alimentação de peixes

A formulação de rações é de fundamental importância, pois além destas fornecerem os nutrientes e calorías indispensáveis aos animais numa taxa de conversão alimentar aceitável, não podem dispor de uma composição inadequada em aminoácidos, o que sem dúvida, iria interferir negativamente na formulação final das rações destinadas aos animais. No caso específico da silagem biológica de peixe, quando adicionada às rações, é considerada nutricionalmente adequada (GILDBERG & RAA, 1977; STROM & EGGUM, 1981).

Visando o aproveitamento de resíduos da indústria pesqueira para uso na alimentação animal, muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas sobre

diversos aspectos tais como: tecnologia de elaboração, armazenamento, transporte e eficiência na alimentação animal através de ensaios biológicos. De um modo geral, a silagem de peixe pode ser utilizada nas rações de peixes, proporcionando uma grande ingestão de lisina, assim como quantidades adequadas de outros aminoácidos essenciais, sendo que a composição em aminoácidos nos diversos tipos de silagem tem variado particularmente com o tipo de material utilizado na sua elaboração, ou seja, com o peixe inteiro ou em partes (ITOH *et al.*, 1973).

Trabalhos citam que o triptofano decompõe-se na silagem ácida (KOMPIANG *et al.*, 1980; BACCKHOFF, 1976), sendo que a metionina e a histidina também podem se decompor, porém são instáveis durante a armazenagem (DISNEY *et al.*, 1978). Outros autores determinaram a composição em aminoácidos na silagem de peixe inteiro e na silagem de vísceras de bacalhau armazenadas por 220 dias à temperatura de 27°C e concluíram que somente 8% dos aminoácidos eram eliminados como amônia na silagem de vísceras de bacalhau, implicando em uma insignificante redução do valor nutricional da proteína (GILDBERG & RAA, 1977).

A silagem de pescado pode ser usada para complementar rações de várias espécies animais, quando preparada apropriadamente, constituindo-se em uma fonte de aminoácidos e ácidos graxos livres de alta qualidade, dificilmente obtida por outros processos tecnológicos ou na elaboração de novos alimentos (OETTERER DE ANDRADE, 1995).

Tabela 2. Comprimento e peso médios dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no início do experimento

TRATAMENTO/TANQUE	ALEVINOS	
	COMPRIMENTO	PESO
T1 (CP 12)	9,3 ± 0,29	14,3 ± 1,70
CP 141	9,2 ± 0,33	12,9 ± 1,17
T2 (CP 14)	9,15 ± 0,06	12,8 ± 1,10

3. MATERIAL E MÉTODOS

A parte experimental deste trabalho foi desenvolvida no Laboratório de carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos e na Estação Experimental de Piscicultura Prof. Dr. Raimundo Saraiva da Costa no Campus do Pici em Fortaleza-CE. do Departamento de Engenharia de Pesca no âmbito da 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. Animais experimentais

Foram utilizados alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) que estavam com 15,5 g e 9,65 cm de peso e comprimento médios, respectivamente, e posteriormente estocados em tanques de alvenaria de, 3 m³, e alimentados com uma ração de manutenção com 28% de proteína bruta, o experimento foi realizado no período de 07/06/97 a 07/10/97, com duração de 97 dias. O arraçoamento foi feito à base de 3 % da biomassa total, presente em cada viveiro / dia, ministrada às 8 horas da manhã, de segunda a sábado. Na fase inicial do experimento e a cada 15 dias, fez-se uma amostragem, seguida de mais 6, com intervalos a cada 15 dias. No início do experimento os alevinos apresentaram comprimento e peso médios conforme Tabela 2.

Tabela 2. Comprimento e peso médios dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no início do experimento

TRATAMENTO/TANQUE	ALEVINOS	
	COMPRIMENTO (cm)*	PESO (g)*
T ₁ (TP 13)	9,5 ± 0,23	14,8 ± 2,10
(TP 14)	9,7 ± 0,18	16,9 ± 1,17
T ₂ (TP 15)	9,8 ± 0,11	17,2 ± 1,40
(TP 22)	9,6 ± 0,17	15,1 ± 1,84
T ₃ (TP 23)	9,7 ± 0,20	15,6 ± 2,09
(TP 24)	9,8 ± 0,24	16,3 ± 1,67
T ₄ (TP 25)	9,4 ± 0,14	13,9 ± 1,25
(TP 36)	9,15 ± 0,08	12,8 ± 1,10

- Médias de 12 peixes
- T = Tratamentos
- TP = Tanque de Piscicultura.

3.3. Preparo das silagens

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 acrescentados de 10, 20 e 30 % de silagem biológica e suplementada com vitaminas e sais minerais.

3.4. Elaboração do fermento biológico

Para obtenção do fermento biológico utilizou-se; mamão e repolho que foram triturados e homogeneizados, e misturados com farinha de trigo, sal e vinagre, segundo a formulação de LUPIN (1983).

Repolho	41 %
Mamão	31 %
Farinha de trigo	17 %
Sal de cozinha	3%
Vinagre	8 %

Após homogeneização, foi acondicionado em saco de polietileno opaco para propiciar condições anaeróbias e evitar a influência de luz. O produto foi incubado durante 14 dias à temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) verificando-se o pH a cada 24 horas.

3.5. Obtenção da silagem biológica de pescado

Antes do preparo da silagem biológica, os resíduos foram 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 essa massa, foram introduzidos os ingredientes nas seguintes proporções:

Farinha de trigo	30 %
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 úmida, que, em seguida, foi exposta ao sol, em bandejas de alumínio inoxidável, durante 20 horas descontinuas para secagem.

3.6. Formulação das rações

Foram formuladas 3 dietas, cada uma com 10, 20 e 30% de silagem biológica com média de 638,22 kcal/100g e aproximadamente 27,5% de proteína bruta consideradas isoprotéicas e isocalóricas. Para comparação foi utilizada ração FRI-PEIXE 2, com 28 % de proteína bruta, a qual constitui o tratamento 1 (T₁) Tabela 7. As três dietas foram formuladas e trituradas nas mesmas condições com os mesmos ingredientes, variando apenas os valores percentuais entre elas (Tabelas 3, 4 e 5). O método para formulação das rações foi o Quadrado de Pearson (ISLABÃO, 1978). Nas Tabelas 6 e 7, mostra-se a composição química dos ingredientes utilizados na formulação das rações.

Tabela 3. Composição química da ração T₂ com 10% de silagem biológica

Constituintes	INGREDIENTES (%)				Totais
	Silagem	Soja	Milho	Nutricortvit	
(%)	7,20	45,81	46,00	1,00	100,00
Proteína Bruta	2,80	20,84	4,23	-	27,87
Gordura	0,34	0,45	2,16	-	2,95
ENN	0,72	16,49	32,10	-	49,31
Cinzas	2,30	3,20	1,19	-	6,69
Umidade	1,02	5,72	6,30	-	13,04
Cálcio	2,80	2,00	0,40	-	-
Fósforo	1,70	0,30	0,20	-	-
ELD kcal/kg	10.653,84	99.702,60	75.329,60	-	1.856,86
Fibras	0	2,4737	1,29	-	3,76

ELD (Kcal/kg) - Energia líquida disponível.

ENN - Extrato não Nitrogenado (Carboídrato) – obtido por diferença.

Tabela 4. Composição química da ração T₃, com 20% de silagem biológica

Constituintes	INGREDIENTES (%)				Totais
	Silagem	Soja	Milho	Nutricortvit	
(%)	14,4	39,87	44,73	1,00	100,0
Proteína	5,60	18,14	4,11	-	27,35
Gordura	0,69	0,39	2,10	-	3,18
ENN	1,44	14,35	31,22	-	47,01
Cinzas	4,60	2,79	1,16	-	8,55
Umidade	2,05	4,98	6,12	-	13,50
Cálcio	2,33	2,00	0,40	-	
Fósforo	1,70	0,30	0,20	-	
ELD -kcal/kg	21.307,68	86.996,99	73.249,84	-	1.813,54
Fibras	0	2,1529	1,2524	-	3,4053

ELD (Kcal/kg) - Energia líquida disponível.

ENN - Extrato não Nitrogenado (Carboídrato) – obtido por diferença.

Tabela 5. Composição química da ração T₄, com 30% de silagem biológica

Constituintes	INGREDIENTES (%)				Totais
	Silagem	Soja	Milho	Nutricortvit	
(%)	21,6	33,93	43,47	1,0	100,0
Proteína	8,40	15,43	3,99	-	27,82
Gordura	1,03	0,33	2,04	-	3,40
ENN	2,16	12,21	30,34	-	44,71
Cinzas	6,91	2,37	1,13	-	10,41
Umidade	3,08	4,24	5,95	-	5,95
Cálcio	2,16	2,00	0,40	-	4,56
Fósforo	1,17	0,30	0,20	-	1,67
ELD kcal/kg	31.961,5 2	73.865,61	71.186,47	-	1.770.14
Fibras	0,0	1,8322	1,2171	-	3,0493

ELD (Kcal/kg) - Energia líquida disponível.

ENN - Extrato não Nitrogenado (Carboídrato) - obtido por diferença.

Tabela 6. Composição química dos ingredientes usados na formulação das rações

Constituintes	INGREDIENTES (%)			
	Silagem biológica	Farelo de soja	Farelo de milho	Farinha de trigo
Umidade	14,34	12,5	13,7	-
Proteína Bruta	38,94	45,5	9,2	10,0
Gordura	4,77	1,0	4,7	1,0
Cinzas	31,98	7,0	2,6	-
Carboídratos (ENN)	14,60	27,0	57,00	77,0
Fibra	0	7,0	2,8	-
Cálcio	1,6	2,0	0,4	-
Fósforo	1,7	0,3	0,2	-
ELD (kcal/kg)	1.479,70	2.177,00	1.637,60	1.692,00

ELD (Kcal/kg) - Energia líquida disponível

ENN - Extrato não Nitrogenado (Carboídrato) – obtido por diferença.

1- Composição do produto comercial, de acordo com o fabricante.

Tabela 7. Composição do NUTRICORVIT¹ utilizado na suplementação da dieta para alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

COMPONENTES	NUTRICORVIT ¹			
	Por kg da dieta/Unidade		Por kg da mistura/Unidade	
Vitamina A	7.000,00	UI	200.000	UI
Vitamina D ₃	1.925,00	UI	55.000	UI
Vitamina E	9,62	mg	275	mg
Vitamina K ₃	1,58	mg	45	mg
Vitamina B ₁ (Tiamina)	1,72	mg	49	mg
Vitamina B ₂ (Riboflavina)	4,38	mg	125	mg
Vitamina B ₆ (Piridoxina)	2,91	mg	83	mg
Vitamina B ₁₂ (Cianocobalamina)	11,38	mcg	325	mcg
Pantotenato de Cálcio	10,50	mg	300	mg
Niacina	31,51	mg	900	mg
Ácido Fólico	0,70	mg	20	mg
Selênio ^{Se}	0,12	g	3,5	g
Cálcio	6,30	g	180	g
Fósforo	2,80	g	80	g
Cloreto de colina	0,44	g	12,5	g
Metionina	1,31	g	37,5	g
Agente anticoccidiano	0,88	g	25,0	g
Promotor do Crescimento	0,04	g	1,0	g
Antioxidante	0,08	g	2,5	g
Manganês	63,88	mg	1.825	mg
Ferro	35,00	mg	1.000	mg
Cobre	8,75	mg	250	mg
Zinco	43,75	mg	1.250	mg
Iodo	0,88	g	1.000	g
Veículo q. s. p.	35,00	g	1.000	g

1- Composição do produto comercial, de acordo com o fabricante.

3.7. Plano Experimental e Alimentação

As rações foram testadas através do desenvolvimento de alevinos machos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), produzidos por reversão sexual. Os alevinos foram estocados em 8 tanques retangulares de alvenaria com as seguintes dimensões: 3 m x 1 m x 1 m, com volume de 3000 litros cada, sendo 2 tanques para cada tratamento. A taxa de estocagem foi de 2 peixes por m² com 6 peixes por tanque e cada tanque representou uma unidade experimental, sendo estabelecido um período de jejum 2 dias para adaptação, dos peixes ao cativeiro e após 5 dias os animais alimentados com as respectivas rações dos tratamentos: (T₁= Fri-peixe 2); (T₂= ração com 10% de silagem biológica); (T₃= ração com 20% de silagem biológica); (T₄= ração com 30% de silagem biológica), a que foram submetidos.

3.8. 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).

A quantidade de amônia na água dos tanques foi determinada pelo método de Nessler, utilizando iodeto de potássio, iodeto de mercúrio (Solução de Nessler), tartarato de sódio e potássio (seignette) e leitura em espectrofotômetro a 425 nm, sendo que a quantidade de amônia (NH₃) foi calculada em relação ao NH₄ expresso em percentagem, em função da temperatura e pH da água (TRUSSEL, 1972).

A concentração de oxigênio dissolvido foi determinada pelo método de AOAC (1980), através de titulação com tiosulfato de sódio (0,05 N), utilizando amido (0,5 %) como indicador.

A composição química foi determinada sobre as amostras de ingredientes das rações, triturado de pescado, silagem biológica nas formas úmida e semi-seca, rações dos tratamentos T₂, T₃ e T₄. Estas análises foram realizadas de acordo com AOAC (1980), determinando-se o teor de proteína bruta pelo método de Kjeldahl usando-se 6,25 como total de conversão de nitrogênio para proteína bruta. O teor de gordura foi determinado pelo método de extração contínua com éter de petróleo em extrator de Soxhlet durante 6 horas; as cinzas foram determinadas através da incineração em mufla a 550°C durante 4 horas; a umidade, por dessecação em estufa a 105°C até peso constante.

Os teores de cálcio e fósforo foram determinados sobre as rações T₂, T₃ e T₄. O método utilizado para determinar o teor de cálcio foi o método complexométrico com EDTA em solução fortemente alcalina, usando murexida como indicador. O fósforo, foi determinado de acordo com o método colorimétrico com o molibdovanadato de amônio para formar o fosfomolibdovanadato, cuja coloração amarelo alaranjada é medida a 420 nm, segundo método padrão da AOAC (1980).

3.9. Características organolépticas

A qualidade do produto foi acompanhada através de observações das características organolépticas da silagem de resíduos de pescado, tendo por base, aroma, cor, consistência e eventualmente o sabor. Estas características foram mudadas de acordo com a ação das bactérias produtoras de ácido láctico, resultando no abaixamento do pH e aumento da acidez (BERTULLO, 1989).

3.10. 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 e estes dentro de sacos para transporte de alevinos (60 litros), por um período de 160 dias, em temperatura ambiente, sem que houvesse nenhum desenvolvimento de microrganismos ou fungos.

3.11. Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas no Departamento de Estatística da Universidade Federal do Ceará, utilizando o programa NTIA. O delineamento experimental foi de blocos (2 viveiros) ao acaso com 4 tratamentos. Cada observação é descrita segundo o modelo matemático:

$$Y_{ijk} = M + R_i + B_j + R_{bij} + E_{ijk}, \text{ onde:}$$

M = Média geral

R_i = efeito da ração ($i = 1$, testemunha, $i = 2$, ração com 10% de s.b.; $i = 3$, com 20% de s.b.; $i = 4$, com 30% de s.b.)

B_j = efeito do bloco j , $j = 1, 2$

R_{bij} = efeito da variabilidade de cada viveiro em cada bloco

E_{ijk} = efeito do acaso, $k, 1, 2, \dots, 6$.

As hipóteses de interesse foram:

H_0 $R_i = 0, 1, 2, 3$ (Não existe efeito da ração)

H_0 $B_j = 0, j = 1, 2$, (Não existe efeito do bloco)

H_0 $R_{bij} = 0$, (Não existe efeito de variabilidade da ração em cada bloco).

Para análise do consumo de ração e conversão alimentar (consumo / ganho de peso), o modelo utilizado foi de blocos sem repetição, pois temos apenas o total e não mais o consumo ou conversão alimentar de cada animal, particularmente.

O modelo foi então: $Y_{ij} = M + R + R_i + B_j + E_{ij}$, onde:

M = Média Geral

R_i = efeito da ração ($i = 1$, testemunha; $i = 2$, com 10% de s.b.; $i = 3$, com 20% de s.b.; $i = 4$, com 30% de s.b.)

E_{ij} = efeito do acaso

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As hipóteses de interesse neste caso foram:

$H_0) R_i = 0, i = 1, 2, 3$ (Não existe efeito da ração);

$H_0) B_j = 0, j = 1, 2$ (Não existe efeito do bloco).

Estas hipóteses foram testadas através do Teste F na análise de Variância. Caso a hipótese de igualdade entre os tratamentos seja rejeitada, serão comparadas pelo teste de Tuckey onde a diferença máxima significativa (dms) é dada por:

$$dms = q \frac{MSQ_e}{n}$$

Tuckey MSQ_e é o quadrado médio do resíduo e n , o número de repetições de cada tratamento. Como no tratamento constituem-se doses quantitativas, caso seja significativo, será necessário, ajuste das curvas de respostas para as variáveis estudadas (SNEDECOR & COCHRAN, 1967).

As notações utilizadas foram:

* Significativo ao nível de 5%;

** Significativo ao nível de 1%;

ns - Não significativo

P - Nível crítico do teste.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Composição química da silagem biológica úmida e semi-seca

Os resultados das análises da composição química da silagem biológica de resíduos de pescado nas formas, úmido e semi seco, estão apresentados na Tabela 8. Observou-se, que para as determinações de umidade, proteína, lipídios, cinzas, carboidratos, fibra total e valor calórico os valores para silagem úmida foram: 61,80% de umidade, 13,30% de proteína, 3,45% de lipídios, 6,85% de cinzas, 14,60% de carboídratos, e valor calórico 1.015,00 Kcal /100g. Para a silagem semi-seca a umidade foi de 14,34%, proteína 38,94%, lipídios 4,77%, cinzas 31,98%, carboídratos 9,97% e valor calórico 1.479,70 Kcal/kg . Esses resultados estão dentro da faixa citada por (CIFUENTES *et al.*, 1989 e KOMPIANG *et al.*, 1981) que encontraram valores na faixa de 70,02 para umidade, 14,52 para proteínas, 3,29 para gordura, 7,22 para cinzas, 13,80 para carboídratos e 1.079.00 para o valor calórico kcal/kg na silagem umida, enquanto que na silagem semi-seca, os valores eram de 15,35 para umidade, 39,54 para proteína, 5,33 para gordura, 32,98 para cinzas, 9,76 para carboídratos e 1.389,90 para o valor calorico kcal/kg.

Observou-se que o teor de umidade na forma úmida que era de 61,80% reduziu-se para 14,34% na semi-seca, após exposição ao sol por 20 horas descontinuas, com uma redução essa equivalente a 23,20% do teor de umidade, com a conseqüente elevação no teor de nutrientes, o que contribuiu para melhorar o rendimento das rações contendo silagem biológica de resíduos de pescado e aumentar o tempo de preservação deste produto. Isto ocorreu provavelmente devido aos vegetais (repolho e mamão) e à farinha de trigo

incorporada, o que transformou a silagem em uma massa rica em energia e proteína. Por outro lado, verificou-se, uma elevação expressiva da concentração de proteínas, de 13,30% na forma úmida para 38,94% na forma semi-seca. O teor de carboidratos na silagem de resíduos de pescado foi de 14,60% na forma úmida e de 9,97% após exposição ao sol por 20 horas, alterando assim as características energéticas das silagens em relação ao triturado de resíduos de pescado.

Estes dados estão de acordo com o relato de diversos autores que apresentam divergências na composição das silagens, atribuídas ao fato do uso de distintas matérias - primas, pois a composição dos resíduos ou dos peixes triturados inteiros, pode variar de acordo com a espécie, época do ano e estágio reprodutivo (BACKHOFF, 1976; DISNEY *et al.*, 1978).

Segundo CIFUENTES *et al.* (1989), é natural a variação da composição das silagens feitas com resíduos de pescado, considerando-se a matéria prima utilizada, época do ano, principalmente, quando os resíduos são oriundos de pescado classificados como "gordo" com porcentagem acima de 8%. Os mesmos autores trabalhando com hidrolizado ácido de triturado de jurel (*Trachurus murphys*), obtiveram valores na composição química abaixo dos encontrados neste estudo: proteínas, 12,36%; gordura, 3,19%; cinzas, 5,87%; umidade, 53,64% e carboidratos, 11,94%, enquanto que LESSI *et al.* (1989), usando fermento biológico com resíduos de jaraqui (*Semaprochilodus spp*) peixe de água doce, encontraram valores para os teores de proteínas que variaram de 11,30% a 13,26%, teores de gordura de 6,17 a 8,63%, valores estes diferentes dos encontrados por CIFUENTES *et al.* (1989), que trabalhando com resíduos de bacalhau (*Gadus morhua*) a pH 3,8 – 4,0, encontraram, para proteína, 14,44%; e para gordura, 3,89%, não se distanciando muito dos obtidos neste trabalho.

(FREITAS, 1993) analisando dietas contendo silagem biológica de pescados, no que tange à composição dos ingredientes, observou que os resíduos de pescado, partindo-se de carcaças dos peixes, incluindo-se quantidades consideráveis de cartilagens (colágeno, elástina e queratina),

nadadeiras, bexiga natatória, espinhas, cabeças e guelras, constituem-se proteínas de boa qualidade, podendo levar a um alto valor biológico destas dietas. O mesmo autor admite que as fibras não fornecem energia líquida disponível (E.L.D.) para a maioria das espécies de peixes, e que os carboidratos, são relativamente difíceis de serem digeridos pelos peixes.

Segundo CASTAGNOLL (1979), a assimilação da matéria graxa, depende do ponto de fusão das gorduras, que está relacionado à extensão de sua cadeia carbônica e ao grau de insaturação, sendo que, com relação à digestibilidade dos carboídratos, este autor afirma que esta é, inversamente proporcional ao número de carbonos na molécula do carboidrato, como mono e dissacarídeos, sendo mais digestíveis que o amido, que é mais que a celulose, pela maior complexidade desta última.

Quanto aos teores de gorduras das dietas com inclusão de silagem biológica de resíduos de pescados, notamos que este nutriente apresentou valores iguais a 2,95 com 10 % de S.B. Tabela 3; 3,18 com 20 % de S. B. Tabela 4 e 3,4 com 30 % de S. B. Tabela 5, valores estes abaixo do recomendado (4 a 8%) e dos aceitáveis com (4 a 10%) recomendados por (BACKHOFF, 1976). Vale salientar que foi realizada uma extração parcial da gordura através de fervura da massa triturada dos resíduos de pescado, em vasilhame do tipo caldeirão sobre chapa elétrica, por cerca de trinta minutos.

Tabela 8- Composição química da silagem biológica de resíduos de pescado nas formas úmida e semi seca

CONSTITUINTES	SILAGEM BIOLÓGICA (%)	
	ÚMIDA (%)	SEMI-SECA (%)
Umidade	61,80	14,34
Proteína bruta	13,30	38,94
Gordura	3,45	4,77
Cinzas	6,85	31,98
Carboídratos *	14,60	9,97
ELD Valor calórico (Kcal/kg)	1.015,00	1.479,70

* Carboídratos obtidos por diferenças.

ELD – (Kcal/kg) - Energia líquida digestível.

4.2. Características organolépticas

Segundo BERTULLO (1982), as características da qualidade organoléptica da silagem de pescado se baseiam no aroma, cor, consistência e eventualmente o sabor. Na Tabela 9, estão apresentados os resultados das características organolépticas na silagem biológica de pescado. Durante as primeiras 24 horas, a massa do triturado de peixe misturado com farinha de trigo, sal e fermento, apresentou cor rosada, indicando um desenvolvimento inicial de bactérias putrefativas, apresentando ainda textura firme, viscosa e odor natural de peixe. Após o segundo dia, o produto foi escurecendo e sua consistência foi mudando, apresentando consistência alterada, podendo sentir-se um pequeno odor de sardinha em conserva, demonstrando que estas características foram alteradas com a ação das bactérias produtoras de ácido láctico, resultando conseqüentemente na redução do pH e aumento da acidez. As variações do pH e do teor de acidez, por um lado, beneficiaram a hidrólise das proteínas, e por outro lado, inibiram o crescimento das bactérias putrefativas. Observou-se ainda que após o primeiro dia de incubação a $30 \pm 3^\circ\text{C}$, houve um decréscimo no pH de

5,30 para 4,7 e, após o terceiro dia o pH começou a estabilizar-se em 4,0, ocorrendo o mesmo com o teor de acidez em ácido láctico, mas em um processo inverso, isto é, após o primeiro dia houve um aumento de 0,43 para 1,89% e do terceiro dia em diante começou a estabilizar-se em torno de 4,0 % (Figura 1). Com cinco dias a silagem apresentou cor castanho escuro, característico da silagem biológica, quando utiliza fonte de carboídrato de farinha de trigo. A textura apresentou-se cremosa quase líquida, e o sabor, mostrou-se pouco adocicado e levemente amargo. As características organolépticas estão apresentadas na Tabela 9. BACKHOFF (1976), trabalhando com silagem biológica de resíduos de pescado, faz referência a classificação como de boa qualidade uma silagem que apresente odor ácido suave, cor tendendo para o marrom ou cinza claro, consistência líquida-pastosa ou líquida, sabor ácido suave e ligeiramente amargo, que coincide com as características da silagem obtida.

Segundo JOHNSEN & SKREDE (1981), para se obter uma silagem biológica estável deve-se alcançar um pH menor ou igual a 4,0, mantendo-se estável durante 18 meses à temperatura ambiente Figura 1. Aos 5 dias, a silagem apresentou cor castanho escuro, própria de silagem biológica, que tem como fonte de carboídrato a farinha de trigo, sendo que a textura apresentou cremosa quase líquida, e o sabor, apresentou pouco adocicado e com leve gosto de amargo.

Tabela 9. Características organolépticas da silagem biológica de resíduos de pescado

Parâmetros	Características organolépticas
Cor	Castanho escuro
Odor	Cheiro suave de ácido
Textura	Cremosa quase líquida
Sabor	Adocicado e suavemente amargo

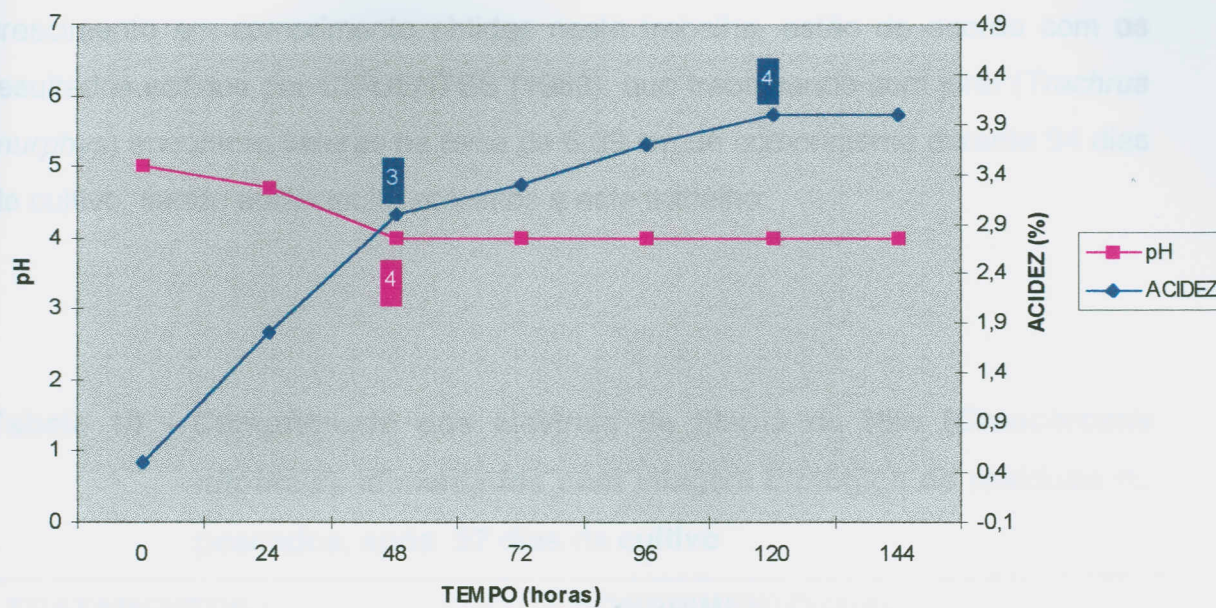


Figura 1 - Variações no pH e acidez na silagem biológica de resíduos de pescado.

4.3. Análise do crescimento em comprimento

Analisando-se a Tabela 10 e as Figuras 2 e 3 relacionadas com o ganho de comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com as diversas rações neste experimento, observa-se que, os peixes alimentados com ração contendo 30% de silagem biológica, apresentaram o melhor rendimento para este parâmetro, em relação aos indivíduos dos outros tratamentos, que também foram alimentados com ração contendo silagem biológica. No início do experimento, os peixes do tratamento (T4), apresentaram comprimento médio igual a 9,26 cm e no final 15,22 cm, com um ganho médio total de 6,26 cm, durante os 97 dias de cultivo. Os peixes alimentados com a ração FRI-PEIXE -2, utilizados como termo de comparação, apresentaram o menor ganho de comprimento médio total, que foi de 5,20 cm. Embora a Tabela 10 e as Figuras 2 e 3 mostrem valores diferenciados para os ganhos de comprimentos médios,

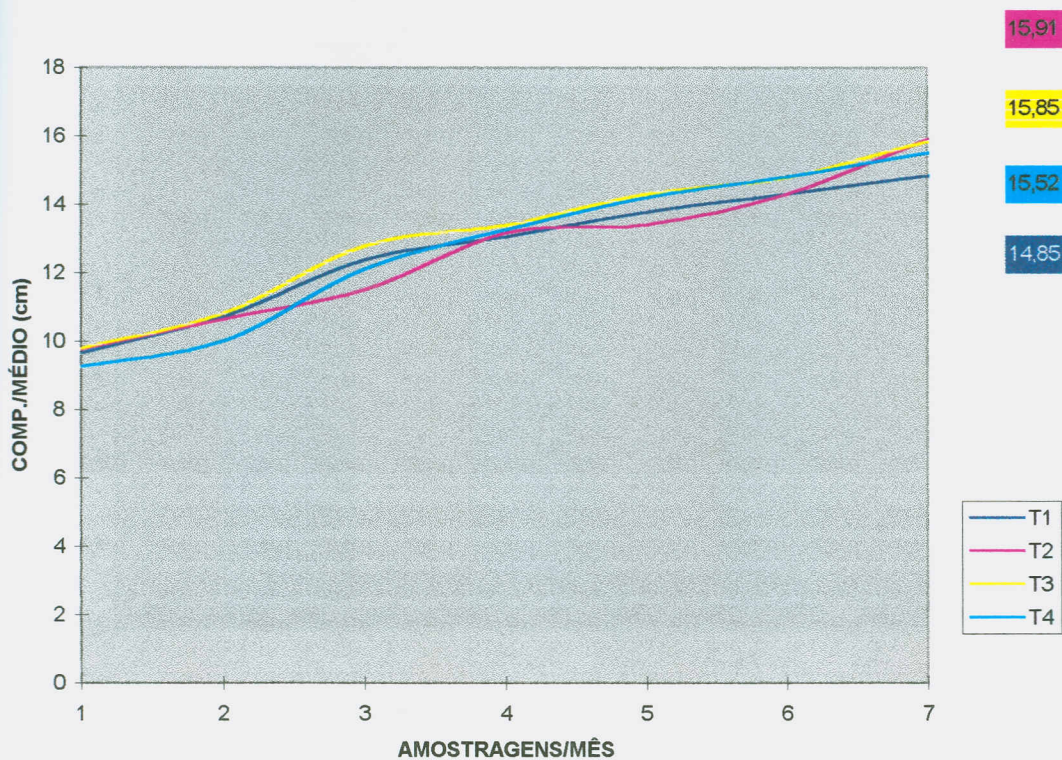
entre os indivíduos dos diversos tratamentos, estatisticamente não houve ganho de comprimento significativo ($p < 0,05$) entre os peixes cultivados neste experimento, conforme a Tabela 17 em anexo. As variações encontradas no crescimento em comprimento obtidas neste trabalho, estão de acordo com os resultados obtidos por CIFUENTES (1989), que trabalhando com jurel (*Trachrus murphys*) encontrou valores na faixa de 6,89 cm de comprimento durante 94 dias de cultivo, sendo então muito próximos a este trabalho.

Tabela 10 - Comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com silagem biológica de resíduos de pescados, após 97 dias de cultivo

TRATAMENTOS / AMOSTRAGENS*	COMPRIMENTO (cm)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
INICIAL	9,65 ± 0,21	9,76 ± 0,18	9,77 ± 0,22	9,26 ± 0,16
1	10,71 ± 0,3	10,63 ± 0,52	10,8 ± 0,41	10,01 ± 0,36
2	12,38 ± 0,27	11,49 ± 0,64	12,79 ± 0,67	12,11 ± 0,52
3	13,05 ± 0,5	13,16 ± 0,8	13,39 ± 0,83	13,25 ± 1,44
4	13,78 ± 0,75	13,4 ± 0,78	14,3 ± 0,68	14,2 ± 1,47
5	14,3 ± 0,67	14,3 ± 0,67	14,78 ± 0,86	14,81 ± 1,72
FINAL	14,85 ± 0,7	15,91 ± 1,06	15,85 ± 0,65	15,52 ± 2,53
Ganho total	5,20	6,15	6,08	6,26

*Números expressos em centímetros e média de 12 peixes.

* Ganho total = comprimento final – comprimento inicial.



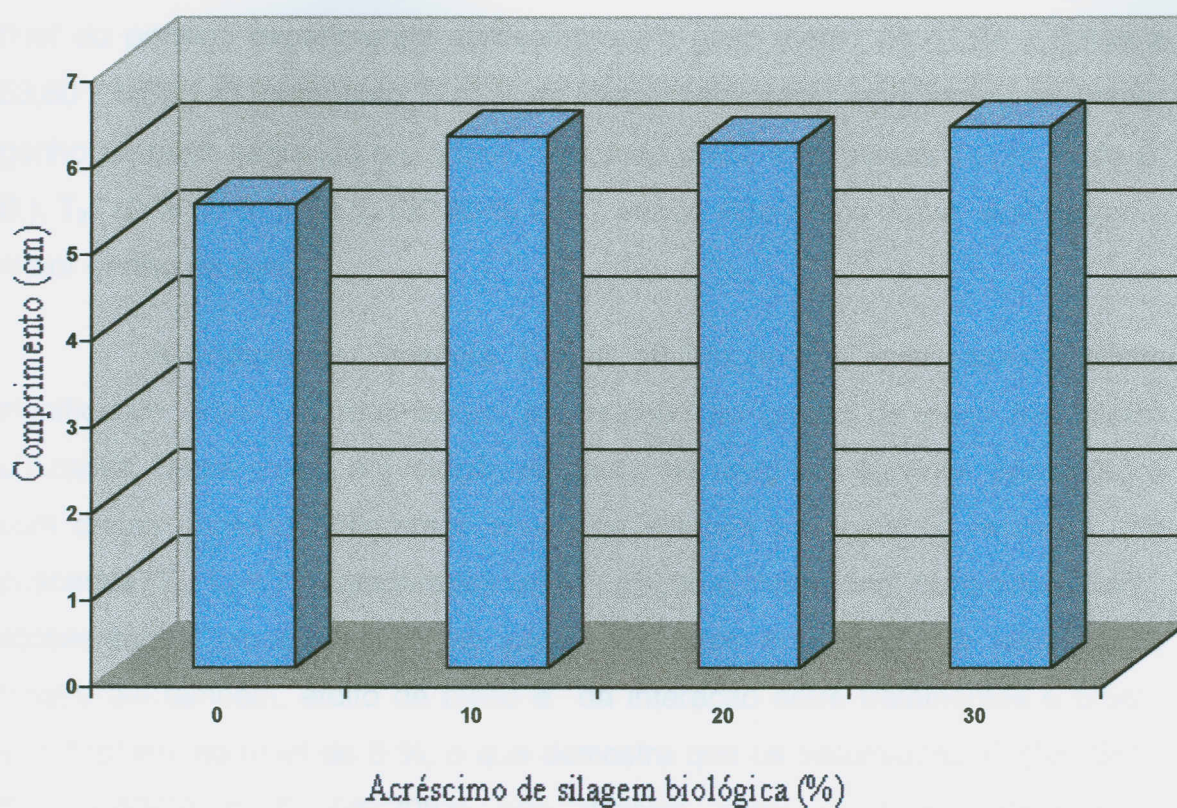
T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₄ = Ração com 30% de silagem biológica de resíduos de pescado

Figura 2. Variação do comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, contendo varios níveis de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.



- T₁ = Ração convencional para piscicultura
 T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado
 T₃ = Ração com 20% de silagem biológica de resíduos de pescado
 T₄ = Ração com 30% de silagem biológica de resíduos de pescado

Figura 3. Variação existentes entre os tratamentos, com relação ao incremento do comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), após 97 dias de cultivo.

4.4. Análise do ganho de peso

O peso médio dos alevinos de tilápia alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo podem ser encontrados na Tabela 11. Observou-se que os alevinos no início do experimento apresentaram pesos médios variando entre $13,39 \pm 2,18\text{g}$ e $16,19 \pm 1,28\text{g}$ e, ao final do período experimental apresentaram o peso médio de $41,24 \pm 6,83\text{g}$ a $53,60 \pm 6,68\text{g}$. O tratamento T_1 (0 % de silagem biológica), apresentou um menor ganho de peso seguindo em ordem crescente pelos tratamentos T_3 (20 % de S. B.), T_2 (10 % de S. B.) e T_4 (30 % de S.B.), sendo este último o que apresentou o maior ganho de peso.

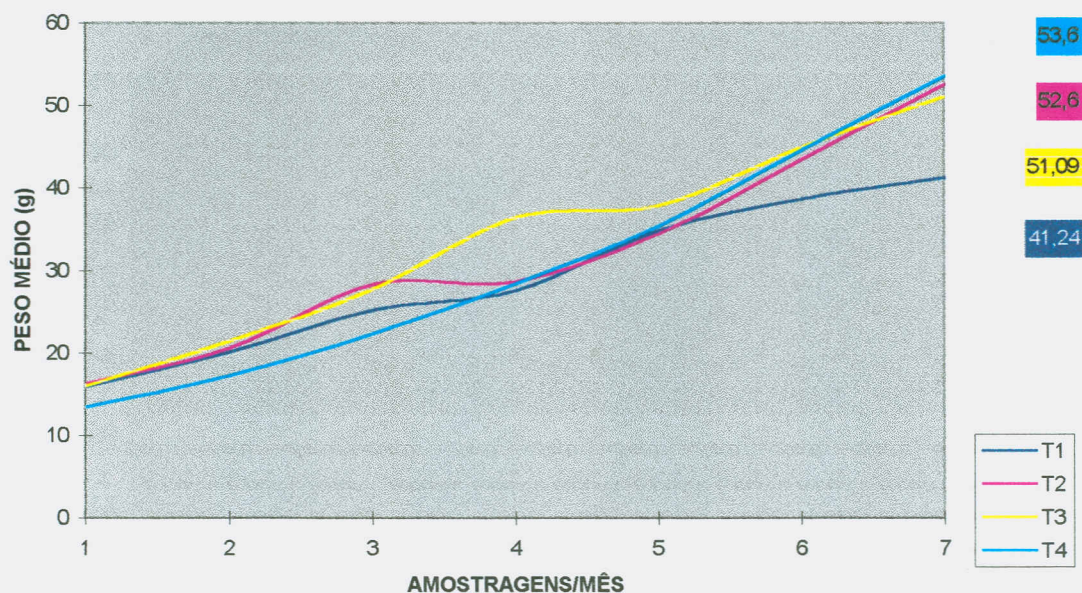
A análise de variância Tabela 18 em anexo, apresentou-se efeito significativo entre os tratamentos, em relação ao ganho de peso nas dietas utilizadas. Deste modo, a evolução do ganho de peso dos alevinos, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescados (T_2 , T_3 e T_4) comparados com T_1 (ração convencional para piscicultura), apresentaram um acréscimo no ganho de peso em relação à testemunha. Mostraram também, efeito de bloco e da interação entre tratamentos e blocos significativos ao nível de 5 %, o que demonstra que os tratamentos T_3 (35,1353), T_2 (36,4083) e T_4 (40,2083) não diferem entre si, mas distanciam-se significativamente da média do T_1 (25,3583). Enquanto que o tratamento T_4 com inclusão de 30 % de silagem biológica apresentou maior média, ou seja, maior ganho de peso, fato também evidenciado nas Figuras 4 e 5.

Os resultados obtidos para o ganho de peso apresentados nas Figuras 4 e 5 e Tabela 11, e os valores obtidos na análise de variância Tabela 18 em anexo, estão dentro da faixa citada na literatura, quando comparados aos resultados obtidos por CHACON *et al.* (1986), que partindo de espécies com pescado e jurel, com peso inicial médio superior ao deste estudo (28,0g), obtiveram, após 6 meses de cultivo, peso médio de 68,30g.

Tabela 11 - Peso dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diversos níveis de inclusão de silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo

TRATAMENTOS AMOSTRAGENS*	GANHO DE PESO (g)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
INICIAL	15,88 ± 2,18	16,19 ± 1,88	15,95 ± 1,84	13,39 ± 1,28
1	20,07 ± 2,47	20,48 ± 3,25	21,35 ± 2,83	17,19 ± 1,75
2	25,16 ± 2,58	25,70 ± 3,37	27,68 ± 4,89	22,3 ± 2,43
3	27,53 ± 2,34	28,67 ± 5,14	33,15 ± 6,38	28,38 ± 5,36
4	34,85 ± 4,53	34,42 ± 6,72	37,88 ± 5,30	35,4 ± 4,64
5	38,61 ± 5,63	43,43 ± 9,23	44,88 ± 6,06	44,62 ± 4,44
FINAL	41,24 ± 6,83	52,6 ± 9,38	51,09 ± 6,73	53,6 ± 6,68
VALOR MÉDIO	25,36±6,34	36,41±8,87	35,14±4,56	40,21±5,56

* Dados em gramas e médias de 12 peixes.



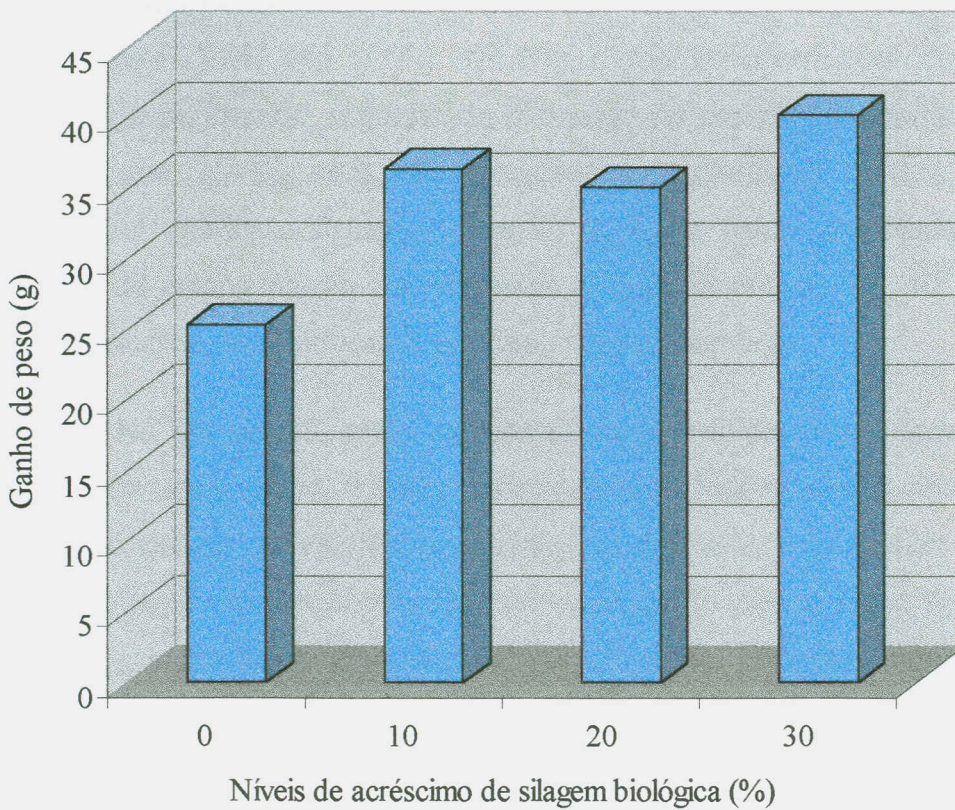
T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₄ = Ração com 30% de silagem biológica de resíduos de pescado

Figura 4. Variação do peso dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, contendo varios níveis de inclusão da silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.



T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₄ = Ração com 30% de silagem biológica de resíduos de pescado

Figura 5. Análise do ganho de peso dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, contendo vários níveis de acréscimos de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.

4. 5. Ganho de biomassa

O ganho médio de biomassa dos alevinos de tilápia alimentados com dietas contendo 0, 10, 20 e 30% de silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo podem ser encontrados na Tabela 12. Nesta tabela pode-se observar que o ganho de biomassa variou de 80,35g (T₄) a 97,15g (T₂), valores esses muito próximos entre os tratamentos. Observa-se ainda que no final do período de observação, ou seja, aos 97 dias, este parâmetro alcançou valores entre (T₁) 247,44g e (T₃) 321,60g, o que demonstra que com o decorrer do período experimental, o ganho de biomassa foi sempre crescente para todos os tratamentos. Na Figura 6, observou-se que o tratamento T₁ (0 % de inclusão de S. B.) foi inferior aos tratamentos T₃, T₂ e T₄, assim dispostos em ordem crescente de ganho médio de biomassa e que continham 20, 10 e 30 % de silagem biológica de resíduos de pescado respectivamente.

Na Tabela 13, estão os valores médios de pH, quantidade de amônia e O₂ da água dos viveiros, durante o experimento. Observou-se também que o pH manteve-se dentre os valores aceitáveis, de 6,5 a 9,0, segundo AVULT JR (1993), o mesmo ocorrendo para O₂, com exceção do viveiro 13 do Tratamento T₁ (T₁ = 2,6) e, somente os valores para a amônia (NH₃) ficaram sempre acima do aceitável (< 0,020mg/l) em todos os tratamentos.

No tocante às condições limnológicas da qualidade da água dos viveiros, embora não tenha sido feito um estudo, observou-se que no período entre cada amostragem a água apresentava-se bastante turva e com cheiro amoniacal muito forte, porém não sentia-se odor característico de putrefação. A cada amostragem, fazia-se o esgotamento completo dos tanques e constatávamos a presença de excrementos e resíduos alimentícios, que podem ter elevado o CO₂ e reduzido o O₂, dissolvidos na água. Este fato pode ter contribuído para um menor aproveitamento do alimento, afetando de certa forma o metabolismo dos peixes, diminuindo a produtividade primária e, por conseguinte, o rendimento da biomassa no tratamento T₁, e uma estabilização entre a quarta e a quinta amostragens no tratamento T₃.

Segundo AVAULT JR (1993), a amônia é o resultado da decomposição de material orgânico, como também altamente tóxica para a vida aquática e, que sua toxicidade varia de acordo com o estado químico, pH e temperatura da água. Segundo o mesmo autor, vários trabalhos têm estudado a toxicidade do amônia para diversas espécies cultivadas. A EUROPEAN ISLAND FISHERIES ADVISORY COMMITTEE (1973), considera para peixes de água doce que a amônia é tóxica em concentrações entre 0,7 e 2,4 ppm, e apresenta valores de 1,5 a 3,1 ppm para bagres de canal e 0,32 ppm para trutas coloridas.

Na Tabela 14, apresenta a porcentagem de amônia não-ionizada em soluções aquosas com diferentes valores de pH e temperatura. Observou-se também que a amônia é tanto mais elevada, quanto maior forem os respectivos valores de pH e temperatura da água dos viveiros.

Tabela 12. Ganho de biomassa dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diversos níveis de silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo

TRATAMENTOS/ AMOSTRAGEM*	SILAGEM BIOLÓGICA (%)			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
INICIAL	95,00	97,15	95,75	80,35
1	120,60	122,90	131,20	103,15
2	142,00	154,25	166,15	133,80
3	165,20	171,60	204,05	170,30
4	210,80	205,30	212,30	212,45
5	227,55	263,05	270,80	267,72
FINAL	247,44	315,60	306,54	321,60
VALOR MÉDIO	152,44	218,45	210,79	241,25

* Dados expressos em gramas e médias de 12 peixes.

* Média das biomassas de 2 tanques de cada tratamento.

Tabela 13. Valores de pH, amônia (NH₃) e Oxigênio (O₂) na água dos viveiros

VIVEIROS *	pH ¹	NH ₃ ² /mg/ml	O ₂ ³ mg/ml
13	7,0	0,290	2,6
14	8,0	0,330	8,5
15	8,5	0,340	10,5
22	9,0	0,380	9,7
23	9,5	0,380	8,9
24	9,0	0,310	7,6
25	8,0	0,940	11,0
36-	9,0	0,330	10,0

* Cada viveiro representou uma repetição dos tratamentos: T₁ viveiros 13 e 14; T₂ viveiros 15 e 22; T₃ viveiros 23 e 24 ; T₄ viveiros 35 e 36.

1 Feito com fitas, pois os aparelhos estavam com defeito no momento.

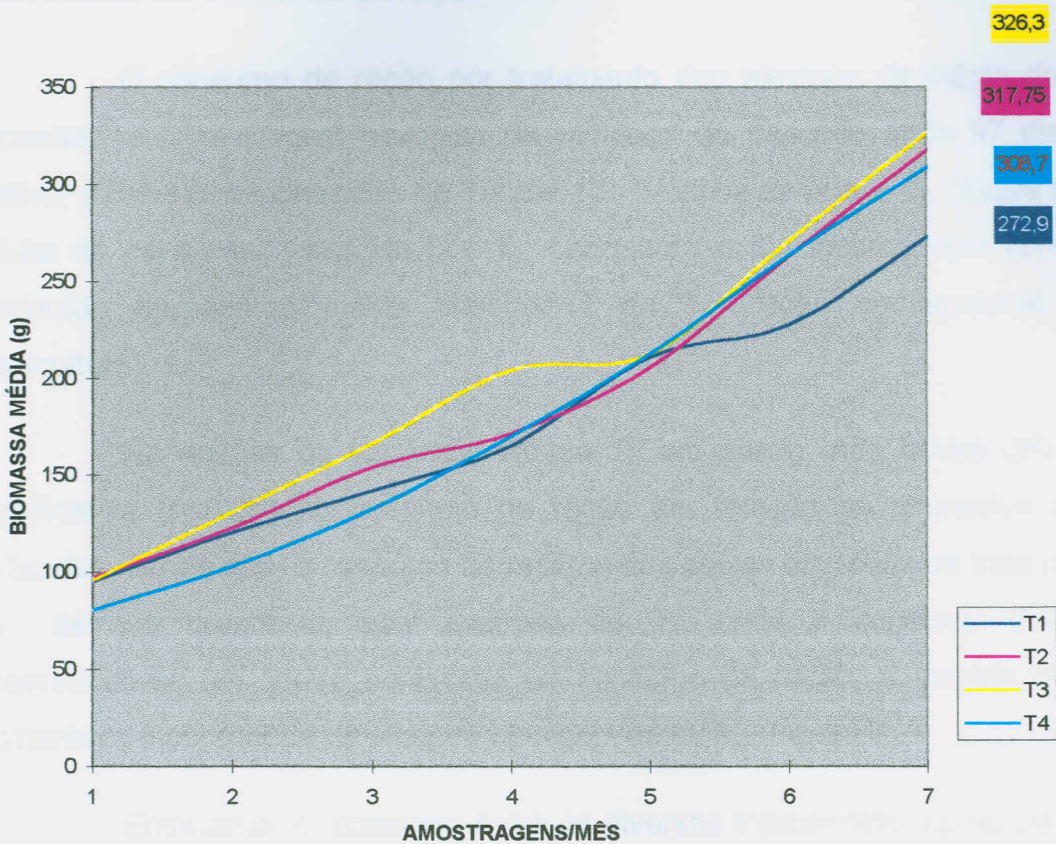
2 Feito no aparelho Fotocolorímetro 7000 TECNOW, valores expressos em mg/l.

3 Por titulação, pelo o método de AOAC (1980) valores expressos em mg/l.

Tabela 14. Porcentagem de amônia não-ionizada em soluções aquosas com diferentes valores de pH e temperatura

pH	TEMPERATURA °C								
	16	18	20	22	24	26	28	30	32
7.0	0.30	0.34	0.40	0.46	0.52	0.60	0.70	0.81	0.95
7.2	0.47	0.54	0.63	0.72	0.82	0.95	1.10	1.27	1.50
7.4	0.74	0.86	0.99	1.14	1.30	1.50	1.73	2.00	2.36
7.6	1.17	1.35	1.56	1.79	2.05	2.35	2.72	3.13	3.69
7.8	1.84	2.12	2.45	2.80	3.21	3.68	4.24	4.88	5.72
8.0	2.88	3.32	3.83	4.37	4.99	5.71	6.55	7.52	8.77
8.2	4.49	5.46	5.94	6.76	7.68	8.75	10.00	11.41	13.22
8.4	6.93	7.94	9.09	10.30	11.65	13.20	14.98	16.96	19.46
8.6	10.56	12.03	13.68	15.40	17.28	19.42	21.83	24.45	27.68
8.8	15.76	17.82	20.08	22.38	24.88	27.64	30.68	33.90	37.76
9.0	22.87	25.57	28.47	31.37	34.42	37.71	41.23	44.84	49.02
9.2	31.97	35.25	38.69	42.01	45.41	48.96	52.65	56.30	60.38
9.4	42.68	46.32	50.00	53.45	56.86	60.33	63.79	67.12	70.72
9.6	54.14	57.77	61.31	64.54	67.63	70.67	73.63	76.39	79.29
9.8	65.17	68.43	71.53	74.25	76.81	79.25	81.57	83.68	85.85
10.0	74.78	77.46	79.92	82.05	84.00	85.82	87.52	89.05	90.58
10.2	82.45	84.48	86.32	87.87	89.27	90.56	91.75	92.80	93.84

Fonte: EUROPEAN ISLAND FISHERIES ADVISORY COMMITTEE (1973).



T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₄ = Ração com 30% de silagem biológica de resíduos de pescado

Figura 6. Ganho de biomassa dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações contendo varios níveis de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo

4.6. Análise do consumo de ração

O consumo de ração por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo, pode ser encontrados na Tabela 15. Verifica-se que o T₃ obteve maior média de consumo, seguido por T₂, enquanto o T₄, mesmo com consumo diminuído apresentou média superior à do T₁ (ração convencional para piscicultura).

Na análise de variância Tabela 19 em anexo, não houve diferença significativa ($p < 0,05$) no consumo de ração em relação as diferentes dietas utilizadas, sendo que, o consumo de ração pelos peixes em todos os tratamentos foi sempre crescente, com exceção do T₄, onde o consumo diminuiu, observando-se um ligeiro acréscimo no consumo de ração, à medida que se aumentava o percentual de silagem biológica na ração (Figura 7).

Entretanto, o consumo entre os diversos tratamentos, apresentou um valor médio de 552,81g considerado muito baixo em relação ao valores encontrado por FREITAS (1993), que trabalhando com híbridos de tilápia, após 181 dias de experimento obteve: no controle um consumo de 662,9g, com 12% de s.b. foi de ordem de 720,3g, com 24% de s. b. foi da ordem de 820,4g, com 32% de s. b. foi 922,7g. e com 42% de s. b. foi da ordem de 1022,9g. Resultados esses considerados satisfatórios, quando comparados com outros autores (HALL, 1985; CHACON *et al.*, 1986), e comparáveis com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Tabela 15. Consumo alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis Niloticus*), após 97 dias de cultivo

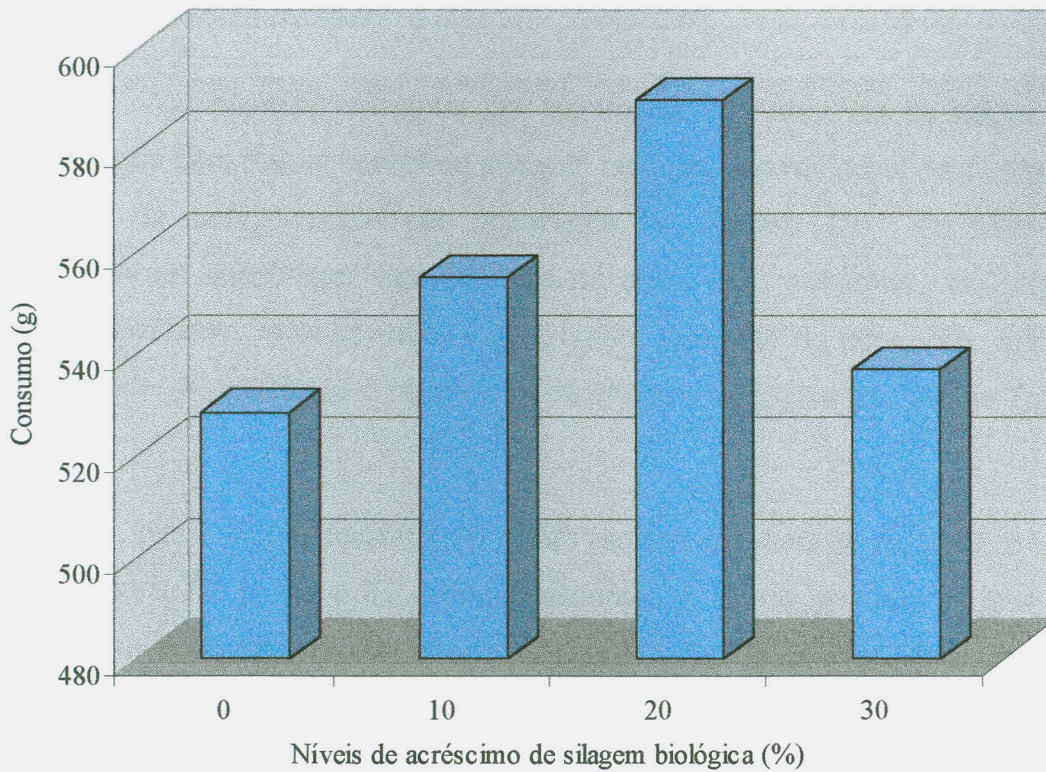
TRATAMENTOS	CONSUMO (G)
T ₁	528,61
T ₂	555,18
T ₃	590,31
T ₄	537,17

T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de " " " "

T₄ = Ração com 30% de " " " "



T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₄ = Ração com 30% de silagem biológica de resíduos de pescado

Figura 7. Variação do consumo de ração dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, em função do acréscimo da silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.

4.7. Conversão Alimentar

A conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo, alimentados com dietas contendo silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo pode ser observada na Tabela 16. Os valores não apresentaram diferenças significativas na conversão alimentar, em relação às dietas utilizadas, contudo, ocorreu um ligeiro aumento da conversão alimentar à medida que se aumentou o percentual de silagem biológica nas dietas Tabela 20, em anexo.

No final do experimento foram registrados índices de 3,48, 2,57, 2,84, e 2,23: para T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente. Isso nos leva a crer que, quanto maior o nível de inclusão de silagem biológica, maior foi a eficiência dos peixes na conversão alimentar Figura 8.

Portanto, baseando-se nos valores apresentados no Tabela 16, observou-se que o tratamento T₄, com 30 % de inclusão de S. B. obteve o melhor índice de conversão alimentar (2,23), em relação aos demais tratamentos havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre ambos. Segundo alguns autores (HALL, 1985; CHACON *et al.*, 1986), esse fato está relacionado com as proteínas, pois o seu valor nutritivo real, está na capacidade de fornecerem os aminoácidos essenciais aos animais alimentados, nas quantidades necessárias para suas necessidades metabólicas.

Tabela 16. Conversão alimentar por tratamento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados após 97 dias de cultivo

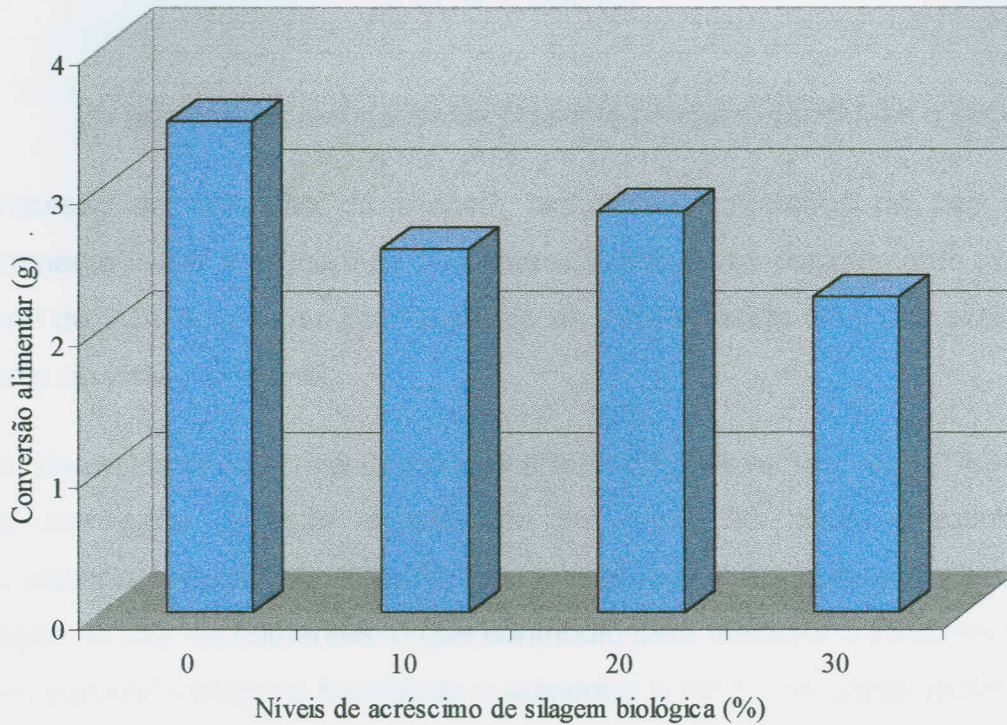
Tratamentos	CONVERSÃO ALIMENTAR	
	observadas	Estimadas
T ₁	3,48	3,31
T ₂	2,57	2,95
T ₃	2,84	2,61
T ₄	2,23	2,26

T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de " " " "

T₄ = Ração com 30% de " " " "



T₁ = Ração convencional para piscicultura

T₂ = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado

T₃ = Ração com 20% de " " " "

T₄ = Ração com 30% de " " " "

Figura 8. Variação da conversão alimentar dos alevinos de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, em função do acréscimo de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.

5. CONCLUSÕES

Da análise dos resultados da presente pesquisa conclui-se o seguinte:

- a. O processo de obtenção da silagem biológica de resíduos de pescado é tecnicamente viável e, sugere-se que seja utilizada como complemento protéico ao nível de 30% em rações para alevinos de tilápia, sendo uma boa alternativa do ponto de vista nutricional;
- b. O teor de umidade na forma úmida que era de 61,80% reduziu-se a 14,34% na forma semi-seca, quando exposta ao sol por 20 horas descontínuas, apresentando redução de 23,20% do teor de umidade, com a conseqüente elevação no teor de nutrientes, o que contribuiu para melhorar o rendimento das rações contendo silagens biológicas e aumentar o tempo de preservação deste produto;
- c. No ganho de peso diário, percebeu-se um acréscimo no ganho de peso em relação à testemunha, havendo também efeito de blocos e efeito da interação entre tratamentos e blocos significativos a nível de 5%, concluindo-se que os tratamentos T₃ (35,1353), T₂ (36,4083) e T₄ (40,2083) não diferiram entre si, mas distanciaram-se significativamente da média do T₁, sendo que o tratamento com inclusão de 30% de silagem biológica apresentou maior ganho de peso, utilizando melhor a ração, dentre os demais tratamentos;
- d. No ganho de biomassa, observou-se que o tratamento T₁ (0% de s.b.) foi inferior aos tratamentos T₃, T₂ e T₄, dispostos em ordem crescente e que continham 20, 10 e 30% de s.b., confirmando a maior eficiência do tratamento T₄, em relação aos demais, não havendo diferença significativa entre ambos;

- e. No ganho de crescimento, a análise estatística mostrou que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) em relação as diversas rações utilizadas, levando-se a crer que para este paramatro, as rações apresentaram eficiência alimentar semelhante;
- f. Portanto, a silagem biológica de resíduos de pescado é um produto que pode ser utilizada como base protéica alternativa de alto valor biológico e de baixo custo, podendo ser elaborada à nível artesanal sem uso de equipamentos sofisticados e sem necessidade de mão-de-obra especializada.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists 12. 4th Washington, D.C. 1970

CHINLET JR. J. V. Water quality control in ponds. *Water and Wastewater Engineering*, McGraw-Hill, 1975, p. 11-12

CHANDLER, H. T. Some chemical changes in fish silage. *J. Fish. Res. Board Can.* 17, 6: 1671-1676.

DE GUYANA P. S. - GUYANA J. B. Fish silage for pond culture. *FAO Fish. Bull.* 1971, 29: 1-14

DEPAQUET, N. J. - GUYANA J. B. A. Composição química e eficiência alimentar de ração peixe e de ração de peixe e de ração de peixe. *Rev. Bras. Zool.* 1974, 1: 1-14

FORTI, S. *Avulsões de peixe em a produção artesanal*. 1971. *Curso de extensão sobre tecnologia de produtos pesqueiros*. 2.ª edição. Lavoura & Movimento Rural, FAO, 48p, 1971.

GAGLIARDI, M. *Fundamentos de nutrição de peixes*. 1971. 1ª edição. Pirella Göttsche Ltda, Cap. 1, p. 13-19; Hábitos alimentares dos peixes. Lipídios e carboidratos na alimentação de peixes cap. V, p. 45-55

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12. ed. Washington, 620p. 1980.
- AVAILT JR, J. W. **Water Management In Ponds, Same Basics Review: Ammonia and Nitrite**. In Aquaculture Magazine, May/June, P. 76 - 80. 1993.
- 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.
- 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.
- CASTAGNOLL, N. **Fundamentos de nutrição de peixes**. Piracicaba, São Paulo: Livroceres Ltda, Cap. I, p. 13-19: Hábitos alimentares dos peixes. Lipídeos e carboidratos na alimentação de peixes cap. V, p. 49-55: 1979.

- CHACON, J. O.; SILVA, J. W. B.; NOBRE, M. I. da S. **Resultados preliminares de cultivo da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L., 1766.** Bol. Téc. DNOCS, Fortaleza-CE, nº 44(1/2), p.69-80, jan/dez. 1986 .
- CIFUENTES, A .; DONDERO, M. C.; CABELLO, J. H. P.; CARTER, C. G. B.; QUIROZ, P. C. **Estudios preliminares de aplicación de hidrolizados ácidos para la formulacion de pulpa de Jurel, *Trachurus murphyi*, de humedad intermedia.** In: *Consulta de expertos sobre tecnologia de productos pesqueros en America Latina. 2.* Montevideo. Roma, FAO,28p. 1989.
- 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. **Fish silage production and its use.** Rome, FAO, 105p. 1980 (FAO Fish Rep. No. 230).
- DISNEY, J..G.; HOFFMAN. A . Development of a fish silage/ carbohydrate animal feed use in the tropics. **Tropical Sci. V. 20, n. 2, p. 129-135, 1978.**
- DISNEY, J. G.; JAMES. D. Fish silage production and its use. Rome, FAO, 1980. 105p. (FAO Fish Rep. Nº 230)
- EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMITTEE. **Water Quality Criteria for European Freshwater Fish. Report on Ammonia and Inland Fisheries Water Research.** 7: 1, 011 - 1, 022. 1973.
- 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. **Desempenho de híbridos de tilápias (*Oreochromis hornorum* Trew x *O. niloticus* h., 1766), alimentados com rações contendo farinha de resíduos da filetagem de tilápias/ José Wilson Calíope de Freitas - Fortaleza, Ceará: [s.n.], 1993.**

- 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.
- GILDBERG, A.; RAA, J. **Solubility and enzymatic solubilization of muscle and skin of capelin (*Mallotus villosus*) at different pH and temperature.** Comp. Biochem. Physiol. v. 63B, p. 309-11, 1979.
- 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.
- HALL, G. M. **Silage from tropical fish.** Nottingham, 1985. 278p. Thesis (Ph.D.) - University of Nottingham.
- HASSAN, T. E. & HEATH, J. L. **Biological fermentation os fish waste for potencial use in animal and poultry.** *Agricultural Waste*, 15: 1-15. 1986.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ Normas Analíticas. Vol. I: Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 371p, 1985.
- ISLABÃO, N. **Manual de Cálculos de Rações.**, 1ª. edição. São Paulo: Ed. Pelotense. 1978, 328p.
- ITOH, H.; KISHI, T.; CHIBATA, I. **Comparative effects of casein and amino acid mixture simulating casein on growth and food intake in rats.** J. Nutr. v. 103, p 1709-15, 1973.
- JACKSON, A. J.; KERR, A. K.; COWEY, C. B. **Fish silage as a dietary ingrediente for salmon. I. Nutritional and storage storage characteristics.** Aquaculture. v. 38, p. 211-20, 1984.
- JAYAWARDENA, K. M.; GUNERAIN, Q.; VILLADSEN, A.; POULTER, R. G. **Studies on the preparation of fish silage. III. Dried silage products.** Bull. Fish. Res. Stn. Sri Lanka. v. 30, p. 33-6, 1980.

- JOHNSEN, F. **Fish viscera silage as a feed for ruminants.** Norway, 1981.
Thesis (Ph.D). Agriculture University of Norway,
- JOHNSEN, F.; SKREDE, A. **Evaluation of fish viscera silage as a feed resource.** Acta. Agric. Scand. v. 31, p. 21-8, 1981.
- 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).
- KOMPIANG, I. P.; ARIFUDIN, R.; RAA, J. **Nutritional value of ensilaged by-catch fish from Indonesian skrimp trawlers.** In: CONNELL, J.J. ed. **Advances in fish Science and technology** Farnham, Fishing News Books, 1981. p. 52-9.
- 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, 8pp. 1989.
- LINDGREN, S.; PLEJE, M. **Silage fermentation on fish waste products with lactic acid bacteria.** J. Sci. Food Agric.v. 34, p. 1057-67, 1983.
- LOVSHIN, L. L.; SILVA, A. B.; FERNANDES, J. A. **The intensive culture of the all mall hybrid of "Tilapia hornorum (male) x Tilapia nilotica (female) in northeast Brazil.** s.l. p. F.A.O. 1974. (CARPAS/6/74 SE (22).
- LUPÍN, H. M. **Seminario sobre manipuleo, procesamiento, mercadeo y distribución de los productos de la pesca continental en America latina: ensilado biologico de pescado una propuesta para la utilización de residuos de la pesca continental en America Latina.** In: *Comision de pesca continental para America latina (COPESCAL)*, Mexico, D. F., 1983. 12p.

- 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 (*Oreochomis niloticus*, LINNAUS) em dietas experimentais com ratos** - Campinas São Paulo, 1995. 170p. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- 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.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 6 ed. Ames, Iowa State College Press, 1967. p 45-69.
- 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. 369-79, 1974
- TRUSSEL, R. P. **The present ionized ammonia in aqueous ammonia solutions at diferents Ph levels and temperatures**. J. Fisheries Res. Bd. Canada, 29: 1505 - 1507. 1972
- VILLELA DE ANDRADE M. F. **Obtenção de ensilado de resíduo de Sardinha, *Sardinella brasiliensis*(Steindachner, 1879) e seu emprego nas formulações de ração de mínimo custo para aves**. Rio de Janeiro, 1982. 107 p. Tese de Mestrado - UFRJ
- WIGNALL, J.; TATTERSON, I. N. **Fish silage**. Process. Biochem. v. 11, p. 17-22, 1976.

WINDSOR, M & BARLOW, S. Introduccion a los Subproductos de Pesqueria. Espanâ, Acribia. 204p. 1984.

XIMENES CARNEIRO, A. R. X. **Elaboração e uso de ensilado biológico de pescado na alimentação de alevinos de tambaqui, (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1818)**. Manaus, 1991. 81 p. Tese (Mestrado).

ANEXO 1. Sistema de variância do comprimento médio dos alevinos da espécie do Nile (*Oreochromis niloticus*) por tratamento

Fonte de variação	gl	SC	MS	F	P
Treatment	3	1,054	0,351	0,883 ns	0,419
Sex	1	2,013	2,013	1,286 ns	0,264
T x S	3	12,638	4,212	2,571 ns	0,119
Residual	40	81,197	2,032		
Total	47	102,613		CV = 74,9 %	

ns - não significativo ($p > 0,05$)

ns - não significativo ($p > 0,05$)

ns - não significativo ($p > 0,05$)

ANEXOS

ns - não significativo ($p > 0,05$)

ANEXO 1. Análise de variância do comprimento médio dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por tratamento

Fonte de variação	gl	SQ	MSQ	F	P
Tratamentos	3	5,884	1,963	0,968 ns	0,419
Bloco	1	2,613	2,613	1,286 ns	0,264
T x B	3	12,628	4,209	2,071ns	0,119
Resíduo	40	81,287	2,032		
Total	47	102,413		CV = 23,9 %	

Teste "F": ns, não significativo ($p > 0,05$).

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

P Nível crítico do teste.

ANEXO 2. Análise de variância do peso médio dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por tratamento

Fonte de Variação	GI	SQ	MSQ	F	P
Tratamentos	3	1439,991	479,997	13,300**	0,000
Linear	(1)	123,6354	123,6354	31,113**	
Quadrático	(1)	107,1019	107,1019	2,97ns	
Cúbico	(1)	209,2534	209,2534	5,79*	
Bloco	1	621,360	621,360	17,217**	0,000
T X B	3	467,769	155,923	4,320*	0,010
Resíduo	40	1443,585	36,090		
Total	47	3972,705		CV=17,5%	

Teste "F": ns, não significativo ($p > 0,05$).

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

P Nível crítico do teste.

ANEXO 3. Análise de variância do consumo médio de ração dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por tratamento

Fonte de variação	gl	SQ	MSQ	F	P
Tratamentos	3	4485,077	1495,026	0,701ns	0,611
Bloco	1	13352,231	13352,231	6,257ns	0,088
Resíduo	3	6401,663	2133,888		
Total	7	24238,971		CV= 8,3%	

Teste "F": ns, não significativo ($p > 0,05$).

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

P Nível crítico do teste.

ANEXO 4. Análise de variância da conversão alimentar médio dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) por tratamento

Fonte de Variação	gl	SQ	MSQ	F	P
Tratamentos	3	1,688	0,563	12,439*	0,034
Linear	(1)	1,2139	1,2139	26,98*	
Quadrático	(1)	0,0432	0,0432	0,96ns	
Cúbico	(1)	0,4312	0,4312	9,58	
Bloco	1	0,080	0,080	1,768ns	0,276
Resíduo	3	0,136	0,045		
Total	7	1,904		CV=7,6%	

Teste "F": ns, não significativo ($p > 0,05$).

* Significativo ao nível de 5%.

** Significativo ao nível de 1%.

P Nível crítico do teste.