

Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal

Print version ISSN 1981 – 2965

Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 7, n. 1, p. 1-8, jan-jun, 2013

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130003>

*Artigo Científico*  
*Ciências de Alimentos*

**Variações no comprimento e ganho de peso dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com rações contendo diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo <sup>1</sup>**

**Joana Maria Leite de Souza <sup>2</sup>, Ronaldo de Oliveira Sales <sup>3</sup>, Abelardo Ribeiro de Azevedo <sup>4</sup>, José Wilson Calíope de Freitas <sup>5</sup>**

---

**Resumo:** 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. Os níveis de adição de silagem biológica de pescado adotados foram: 0,10, 20 e 30%, incorporado a uma ração protéica (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>, 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 (T<sub>1</sub>). 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 T<sub>1</sub>, apresentaram ganho médio de peso 0,5g/dia, enquanto que os animais que receberam o tratamento T<sub>2</sub> 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. 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.

**Variations in the length and weight gain of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing different levels of biological silage waste of fish after 97 days of cultivation**

**Abstract:** Enzymatic hydrolysis as a final product that had the biological silage was produced by mixing fish waste ground, with a yeast-based regional plant. The addition levels of biological silage fish used were: 0.10, 20 and 30%, embedded in a protein meal (T1, T2, T3 and T4, respectively) and biologically evaluated through the performance of tilapia (*Oreochromis niloticus*), and compared to a control diet protein whose base consisted of meat and bone meal and fish meal (T1). These diets were formulated so that they were isonitrogenous and isocaloric. For each treatment, 2 replicates were performed in tanks square brick with an average of six fish per tank (average weight  $15.32 \text{ g} \pm 1.5 \pm 0.22$  and  $9.58 \text{ cm}$  in length default). The experiment lasted 97 days, with all the fish sampled every 15 days and fed once a day basis to 3% of the total biomass of each tank. It was observed that the fish receiving treatment T1 showed a mean weight gain 0.5g days, whereas animals receiving the same treatment T2 produced a mean weight gain (O 5g/day) CAA 2, 01 and PE of 1.58. Statistical analysis showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) between treatments for weight and length. This study suggests the feasibility of biological silage from fish waste based alternative protein and as potential replacement of fish meal and meat and bone meal in feed for tilapia.

---

<sup>1</sup> Parte da Tese de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da UFC/ Projeto Financiado pela FUNCAP

<sup>2</sup> Aluna de Mestrado em Tecnologia de Alimentos da UFC

<sup>3</sup> Prof. Dr. DZ/CCA/UFC - Orientador

<sup>4</sup> Prof. Dr. NUTEC/PAR-TEC/CNPq – Membro da Banca

<sup>5</sup> Prof. Dr. DEP/CCA/UFC – Membro da Banca

## 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 (TATTERSON & WINDSOR, 1974, BACKHOFF, 1976).

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 (VILLELA DE ANDRADE, 1976, WIGNALL & TATTERSON, 1976, 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 (DISNEY & JAMES, 1980). 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).

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 (POULTER et al., 1980, JOHNSEN, 1981).

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; SALES, 1995).

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 (JAYAWARDENA et al., 1980, 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 (XIMENES CARNEIRO, 1991). A pepsina é encontrada no estomago 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 (RAA & GILDBERG, 1976, DISNEY & HOFFMAN, 1978, 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 (SIEBERT, 1961, MACKIE *et al.*, 1971, RAA & GILDBERG, 1982).

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 (KOMPIANG et al., 1980) 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, 1985, SALES, 1995).

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; SANTOS & SALES, 2011). Segundo os mesmos autores, 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, STROM & EGGUM, 1981). 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 (STONE & HARDY, 1986).

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, SOUZA et al., 2006, SOUZA et al., 2009), 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.

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 (PAIVA et al., 1971, 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 a variação do comprimento e ganho de peso dos

alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com rações contendo diferentes níveis de silagem biológica de resíduos de pescado na alimentação de alevinos de tilápia após 97 dias de cultivo.

## 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).

### 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.

### Preparo da silagem

A silagem biológica de resíduos de pescado foi preparada a partir do fermento biológico, farinha de trigo, sal de cozinha, sal mineral e

resíduos de pescado triturados em moinho, com matriz contendo furos de 8 mm de diâmetro. 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

### **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.

### **Obtenção da silagem biológica de pescado**

Antes do preparo da silagem biológica, os resíduos foram

três rações à base de milho e soja, triturados em moinho de martelos, da Fábrica-Escola de ração do Centro de Ciências Agrárias da UFC, aos quais foram acrescidos de 10, 20 e 30 % de silagem biológica e suplementada com vitaminas e sais minerais.

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 descontínuas para secagem.

### 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 m<sup>3</sup>, e alimentados com uma ração de manutenção com 28% de proteína bruta, com duração do experimento realizado

em 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 1.

**Tabela 1. Comprimento e peso médios dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), no início do experimento**

| TRATAMENTO/TANQUE      | ALEVINOS             |              |
|------------------------|----------------------|--------------|
|                        | COMPRIMENTO<br>(cm)* | PESO<br>(g)* |
| T <sub>1</sub> (TP 13) | 9,5 ± 0,23           | 14,8 ± 2,10  |
| (TP 14)                | 9,7 ± 0,18           | 16,9 ± 1,17  |
| T <sub>2</sub> (TP 15) | 9,8 ± 0,11           | 17,2 ± 1,40  |
| (TP 22)                | 9,6 ± 0,17           | 15,1 ± 1,84  |
| T <sub>3</sub> (TP 23) | 9,7 ± 0,20           | 15,6 ± 2,09  |
| (TP 24)                | 9,8 ± 0,24           | 16,3 ± 1,67  |
| T <sub>4</sub> (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.

### 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 (T<sub>1</sub>) 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 3, 4, 5, 6 e 7, mostra-se a composição química dos ingredientes utilizados na formulação das rações.

**Tabela 3. Composição química da ração T<sub>2</sub> 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        | 1,7              | 0,3       | 0,2       | -            | -        |
| 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 T<sub>3</sub>, com 20% de silagem biológica**

| Constituintes | INGREDIENTES (%) |           |           |              | Totais   |
|---------------|------------------|-----------|-----------|--------------|----------|
|               | Silagem          | Soja      | Milho     | Nutricortvit |          |
| (%)           | 14,4             | 39,87     | 44,73     | 1,00         | 100,0    |
| Proteína      | 5,6              | 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      | -            | 13,5     |
| Cálcio        | 2,33             | 2,00      | 0,40      | -            |          |
| Fósforo       | 1,7              | 0,3       | 0,2       | -            |          |
| 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 T<sub>4</sub>, 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      | -            | 3,4      |
| 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             | 0,3       | 0,2       | -            | 1,67     |
| ELD kcal/kg   | 31.961,52        | 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.**

#### **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.

#### **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  $\text{m}^2$  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: (T<sub>1</sub>= Fri-peixe 2); (T<sub>2</sub>= ração com 10% de silagem

biológica); (T<sub>3</sub>= ração com 20% de silagem biológica); (T<sub>4</sub>= ração com 30% de silagem biológica), a que foram submetidos.

**Tabela 7. Composição do NUTRICORTVIT<sup>1</sup> utilizado na suplementação da dieta para alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**

| COMPONENTES                                  | NUTRICORVIT <sup>1</sup> |     |                           |     |
|--|--------------------------|-----|---------------------------|-----|
|  | Por kg da dieta/Unidade  |     | Por kg da mistura/Unidade |     |
| Vitamina A                                   | 7.000,00                 | UI  | 200.000                   | UI  |
| Vitamina D <sub>3</sub>                      | 1.925,00                 | UI  | 55.000                    | UI  |
| Vitamina E                                   | 9,62                     | mg  | 275                       | mg  |
| Vitamina K <sub>3</sub>                      | 1,58                     | mg  | 45                        | mg  |
| Vitamina B <sub>1</sub> ( Tiamina )          | 1,72                     | mg  | 49                        | mg  |
| Vitamina B <sub>2</sub> ( Riboflavina )      | 4,38                     | mg  | 125                       | mg  |
| Vitamina B <sub>6</sub> ( Piridoxina )       | 2,91                     | mg  | 83                        | mg  |
| Vitamina B <sub>12</sub> ( 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 <sup>Se</sup>                        | 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.

## **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:

$$Y_{ijk} = M + R_i + B_j + R_{bij} +$$

$E_{ijk}$ , 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, ..... 6.

As hipóteses de interesse 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)

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

As notações utilizadas foram:

\* Significativo ao nível de 5%;

\*\* Significativo ao nível de 1%;

ns - Não significativo

P - Nível crítico do teste.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. Análise do crescimento em comprimento**

Analisando-se a Tabela 1 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 peixes 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 1 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 Anexo 1 em anexo. As variações encontradas no crescimento em comprimento obtidas

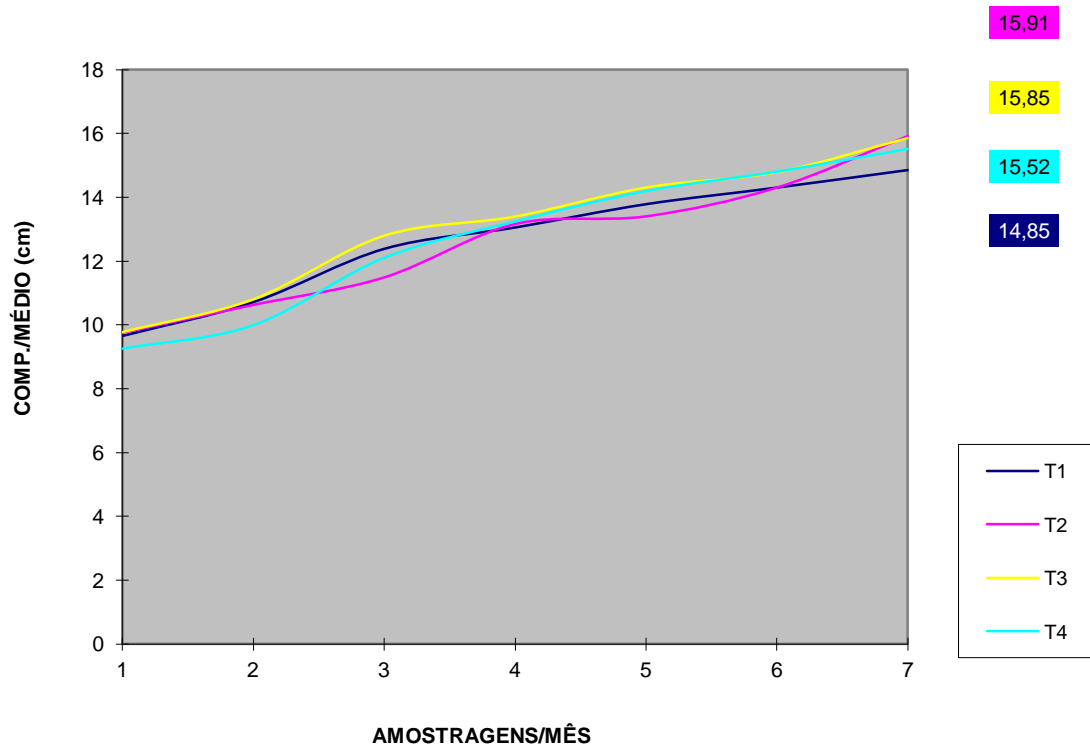
neste trabalho estão de acordo com os resultados obtidos por CIFUENTES (1989), que trabalhando com jurel (*Trachrus murphys*) encontrou valores na faixa de 6,89 cm de comprimento durante 94 dias de cultivo, sendo então, muito próximos a este trabalho.

**Tabela 1 - 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 <sub>1</sub>   | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> |
| 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   |
| <b>Ganho total</b>         | <b>5,20</b>      | <b>6,15</b>    | <b>6,08</b>    | <b>6,26</b>    |

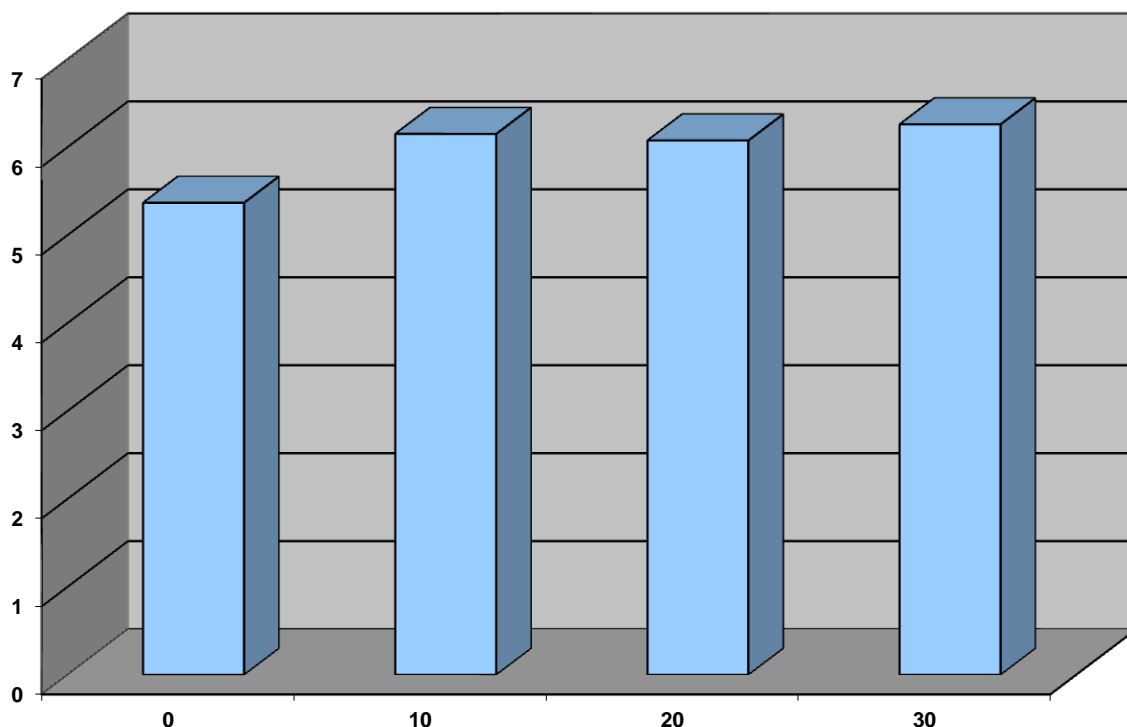
\*Números expressos em centímetros e média de 12 peixes.

\* Ganho total = comprimento final – comprimento inicial.



T<sub>1</sub> = Ração convencional para piscicultura  
T<sub>2</sub> = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado  
T<sub>3</sub> = Ração com 20% de " " " "  
T<sub>4</sub> = Ração com 30% de " " " "

**Figura 1. Variação do comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, contendo vários níveis de silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.**



T<sub>1</sub> = Ração convencional para piscicultura  
T<sub>2</sub> = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado  
T<sub>3</sub> = Ração com 20% de " " " "  
T<sub>4</sub> = Ração com 30% de " " " "

**Figura 2. Variação existentes entre os tratamentos, com relação ao incremento do comprimento dos alevinos de tilápia do Nilo (*Orochromis niloticus*), após 97 dias de cultivo.**

### Análise do ganho de peso

Com relação ao peso médio dos alevinos de tilápia alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado após 97 dias de cultivo podem ser encontrados na Tabela 2. Observou-se que os alevinos no início do experimento apresentaram pesos médios variando entre  $13,39 \pm 2,18g$  e  $16,19 \pm 1,28g$  e, ao final do período experimental apresentaram o peso

médio de  $41,24 \pm 6,83g$  a  $53,60 \pm 6,68g$ . O tratamento T<sub>1</sub> (0 % de silagem biológica), apresentou um menor ganho de peso seguindo em ordem crescente pelos tratamentos T<sub>3</sub> (20 % de S. B.), T<sub>2</sub> (10 % de S. B.) e T<sub>4</sub> (30 % de S.B.), sendo este último o que apresentou o maior ganho de peso.

A análise de variância em anexo Anexo 2, apresentou 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<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> e T<sub>4</sub>) comparados com T<sub>1</sub> (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<sub>3</sub> (35,1353), T<sub>2</sub> (36,4083) e T<sub>4</sub> (40,2083) não diferem entre si, mas distanciam-se significativamente da média do T<sub>1</sub> (25,3583). Enquanto que o tratamento T<sub>4</sub> com inclusão de 30 % de

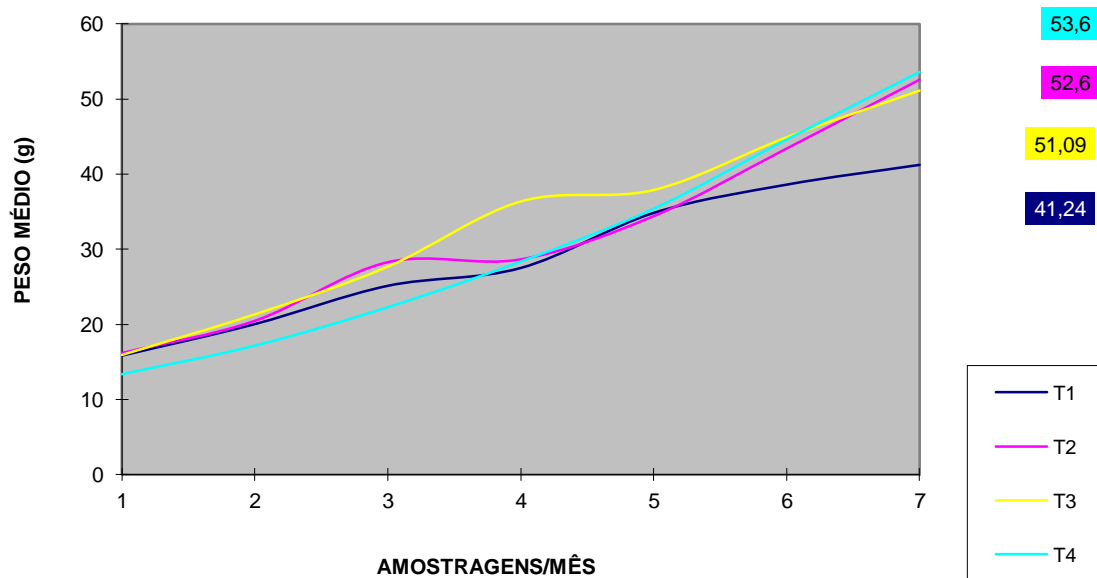
silagem biológica apresentou maior média, ou seja, maior ganho de peso, fato também evidenciado nas Figuras 4 e 5.

Os resultados obtidos para o ganho de peso apresentados nas Figuras 4 e 5 e Tabela 2, e os valores obtidos na análise de variância Tabela 2 em anexo, estão dentro da faixa citada na literatura, quando comparados aos resultados obtidos por CHACON *et al.* (1986), que partindo de espécies como pescada e jurel, com peso inicial médio superior ao deste estudo (28,0g), obtiveram, após 6 meses de cultivo, peso médio de 68,30g.

**Tabela 2 - 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**

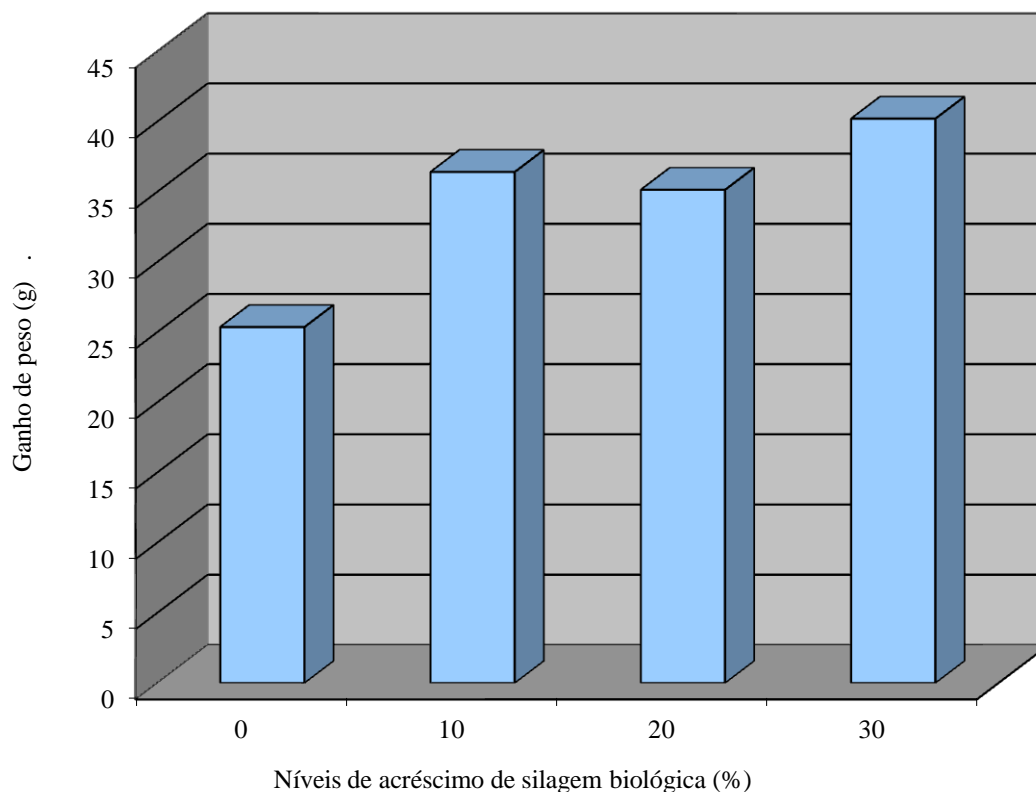
| TRATAMENTOS<br>AMOSTRAGENS* | GANHO DE PESO (g) |                   |                   |                   |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                             | T <sub>1</sub>    | T <sub>2</sub>    | T <sub>3</sub>    | T <sub>4</sub>    |
| 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       |
| <b>VALOR MÉDIO</b>          | <b>25,36±6,34</b> | <b>36,41±8,87</b> | <b>35,14±4,56</b> | <b>40,21±5,56</b> |

\* Dados em gramas e médias de 12 peixes.



- T<sub>1</sub> = Ração convencional para piscicultura
- T<sub>2</sub> = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado
- T<sub>3</sub> = Ração com 20% de " " " "
- T<sub>4</sub> = Ração com 30% de " " " "

**Figura 3. Variação do peso dos alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com diferentes rações, contendo vários níveis de inclusão da silagem biológica de resíduos de pescado, após 97 dias de cultivo.**



T<sub>1</sub> = Ração convencional para piscicultura  
 T<sub>2</sub> = Ração com 10% de silagem biológica de resíduos de pescado  
 T<sub>3</sub> = Ração com 20% de " " " "  
 T<sub>4</sub> = Ração com 30% de " " " "

**Figura 4. 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.**

### Revisão Bibliográfica

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

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.

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).
- ISLABÃO, N. **Manual de Cálculos de Rações.**, 1ª. edição. São Paulo: Ed. Pelotense. 1978, 328p.
- JOHNSEN, F.; SKREDE, A.  
Evaluation of fish viscera silage as a feed resource. **Acta. Agric. Scand.** v. 31, p. 21-8, 1981.
- JOHNSEN, F. **Fish viscera silage as a feed for ruminants**. Norway, 1981.  
Thesis (Ph.D). Agriculture University of Norway,
- JAYAWARDENA, K. M.;
- GUNERAINE, 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.
- HASSAN, T. E. & HEATH, J. L.  
Biological fermentation os fish waste for potencial use in animal and poultry. **Agricultural Waste**, 15: 1-15. 1986.
- 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.
- HALL, G. M. **Silage from tropical fish. Norttingham**, 1985. 278p. Thesis (Ph.D.) – University of Norttingham.
- 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).
- LESSI, E.; XIMENES CARNEIRO, A. R.; LUPIN, H. M. **Obtencion de ensilado biológico 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.

MACKIE, I. M.; HADY, R.; HOBBS, G. **Fermented fish products**. Rome, FAO, 1971. 54p. (FAO. Fish Rep., 100).

OETTERER DE ANDRADE, M.

**Produção de silagem a partir da biomassa de pescado: levantamento bibliográfico sobre os diferentes tipos de silagem que podem ser obtidos com pescado; silagem química, enzimática e microbiana**. Piracicaba, Depto. Ciênc. Tecnol. Agroind. da ESALQ/USP, 1995. 25p.

PAIVA, C.M.; FREITA, J.V.F. ;

TAVARES, J. R.; MAGNUSSON, H.

**Rações para a piscicultura intensiva no Nordeste do Brasil**. Bol. Técnico do DNOCS. Fortaleza-CE, nº 29(2), Jul/dez. 1971.

POULTER, R G.; JAYAWARDENA, K.M.; GANEGODA, P.;

RANAWEERA, K.N.P. **Studies on fish silage in Sri Lanka** - A summary.

**In:** GILDBERG, A. ed. Fish silage production and its use. Sri Lanka, Editora, 1980 (FAO Fisheries Report, n.230). p. 64-6.

RAA, J.; GILDBERG, A. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera.

**J. Food Technol.** v. 11, p. 619-28,1976.

RAA, J.; GILDBERG, A. Fish silage.

A review. **CRC. Crit. Rev. Food Sci.**

**Nutr.** v. 16, n. 4, p. 383-419, 1982.

SALES, R.O. **Processamento, caracterização química e avaliação nutricional da silagem da despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em dietas experimentais com ratos**, 1995. 174p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

SOUZA, J.M.L.; SALES, R.O.;

AZEVEDO, A.R. Avaliação do ganho de biomassa de alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) alimentados com silagem biológica de resíduos de pescado.. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.** v.3, n. 1, p. 01 – 14, 2009. 19p,

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

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

STONE, F.E.; HARDY, R.W.  
**Nutritional value of acid stabilised silage and liquified fish protein**. **J. Sci. Food Agric**. v. 37. p. 797-802, 1986.

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

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

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.

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).

## ANEXOS

### 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 |                    |       |
| <b>Total</b>      | <b>47</b> | <b>102,413</b> |       | <b>CV = 23,9 %</b> |       |

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 | Gl        | 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   |                 |       |
| <b>Total</b>      | <b>47</b> | <b>3972,705</b> |          | <b>CV=17,5%</b> |       |

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**

| <b>Fonte de Variação</b> | <b>gl</b> | <b>SQ</b>    | <b>MSQ</b> | <b>F</b>       | <b>P</b> |
|--------------------------|-----------|--------------|------------|----------------|----------|
| 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      |                |          |
| <b>Total</b>             | <b>7</b>  | <b>1,904</b> |            | <b>CV=7,6%</b> |          |

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

\* Significativo ao nível de 5%.

\*\* Significativo ao nível de 1%.

P Nível crítico do teste.