

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

MATEUS LAENDER PACHECO

**Rejeitos da indústria de filetagem de tilápia
na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*)**

**ALEGRE – ES
2012**

MATEUS LAENDER PACHECO

**Rejeitos da indústria de filetagem de tilápia
na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo
(*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de **Mestre em Ciências Veterinárias**, linha de pesquisa em Reprodução e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. DSc. José Geraldo de Vargas Junior

ALEGRE – ES

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

Pacheco, Mateus Laender, 1985-
P116r Rejeitos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)a / Mateus Laender Pacheco. – 2012.
75 f. : il.

Orientador: José Geraldo de Vargas Junior.

Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Tilápia (Peixe) – Criação. 2. Nutrição. 3. Pescados – Processamento. 4. Resíduos. 5. Alimentos – Teor protéico. I. Vargas Junior, José Geraldo de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 619

A Maria Cecília, razão da minha vida.

Aos meus pais Teófilo e Maria de Fátima, que me deram a vida.

Aos professores, responsáveis pela minha formação, em especial á José
Geraldo de Vargas Junior pela orientação.

A toda minha família e amigos que me acompanham nessa caminhada...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo.

A esta Universidade pelas oportunidades.

A FAPES, pela ajuda financeira, sem a qual não teria sido realizado.

Ao professor DSc. José Geraldo de Vargas Junior, pela orientação, amizade e parceria durante a execução deste trabalho.

Ao professor DSc. Luís Gustavo Tavares Braga, por toda ajuda técnica e sugestões.

A todos os professores, que de alguma forma contribuíram em alguma etapa deste trabalho.

A todos os funcionários da Fazenda Experimental II da UFES em São José do Calçado – ES.

Aos amigos que colaboraram na execução deste trabalho, Júlio, Leandro (Baiano), Carlos Eduardo (Cadu), Érika, Mariana (Mari), Felipe, Déborah e Juliano.

Aos familiares sempre presentes.

Agradeço profundamente a uma pessoa muito especial na minha vida, companheira de todos os momentos, meu grande amor: MARIA CECÍLIA, simplesmente por tudo!!!

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características físico-químicas e nutricionais da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia e o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçoados com dietas constituídas dessa silagem. Para tanto foram realizados três experimentos, sendo o primeiro para avaliar a variação do pH e a composição bromatológica de silagens formuladas com resíduos da filetagem de tilápia com: 5% de ácido acético, 3% de ácido acético + 2% de ácido fosfórico e 5% de ácido fosfórico. O preparo da silagem consistiu na moagem do resíduo, acidificação, homogeneização e monitoramento do pH durante 30 dias. Foram efetuadas análises para a determinação da umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral das silagens nos dias 0, 10, 20 e 30 de armazenamento. Os valores de pH ao final do tempo de armazenamento para as silagens de ácido acético, acético + fosfórico e fosfórico foram de 4,37; 4,11 e 3,42 respectivamente. Observou-se efeito ($P < 0,05$) para os diferentes tipos de ácidos utilizados na confecção das silagens quanto para os diferentes períodos de armazenamento, sobre os parâmetros analisados, com exceção da umidade da silagem de ácido acético. A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia acidificada com 5% de ácido acético apresentou composição bromatológica superior às demais silagens, podendo ser utilizada na alimentação animal assim que ocorre a estabilização do pH aos 21 dias de armazenamento. No segundo experimento, objetivou-se determinar os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em duas faixas de peso (25 g e 130 g de peso vivo), alimentadas com dietas constituídas de níveis crescentes desse alimento. Foram utilizados 720 juvenis, masculinizados, sendo 360 com peso médio de 25 g (ensaio 1) e 360 com peso médio de 130 g (ensaio 2), acondicionados em cubas cilíndricas de fundo cônico com capacidade de 60 L e de 200 L de água, respectivamente. Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente, foi utilizada uma ração referência a qual foi misturada ao ingrediente teste (pré-seco) nas proporções de 95:05, 90:10, 85:15, 80:20 e 70:30, constituindo as rações teste. Os coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta obtidos no ensaio 1 foram

respectivamente de 93,57; 97,05 e 94,50 para 5% de inclusão, 93,15; 96,74 e 95,08 para 10% de inclusão, 92,54; 96,86 e 95,60 para 15% de inclusão, 91,92; 95,88 e 94,96 para 20% de inclusão, 91,47; 95,39 e 94,80 para 30% de inclusão, enquanto que os valores no ensaio 2 foram 84,62; 90,35 e 82,21 para 5% de inclusão, 82,85; 90,33 e 83,41 para 10% de inclusão, 83,18; 90,61 e 84,56 para 15% de inclusão, 84,12; 86,44 e 85,61 para 20% de inclusão e 87,54; 91,20 e 88,65 para 30% de inclusão. A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia é alimento proteico com bons coeficientes de digestibilidade. Em ensaios de digestibilidade, recomenda-se nível de inclusão de 5% para juvenis com 25 g e nível de 30% para juvenis com 130 g. No terceiro experimento objetivou-se avaliar o desempenho e a composição de carcaça de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia. Foram utilizadas cinco rações experimentais com 0% (tratamento 1), 5% (tratamento 2), 10% (tratamento 3), 15% (tratamento 4) e 20% (tratamento 5) de silagem. As variáveis de desempenho analisadas foram: peso final, consumo de ração, conversão alimentar aparente, ganho de peso, taxa de sobrevivência, eficiência proteica para ganho, taxa de crescimento específico e eficiência de retenção de nitrogênio. As variáveis de composição de carcaça foram: deposição de gordura e proteína corporal e teores de umidade, proteína, matéria mineral e gordura da carcaça. Foram distribuídos 1.200 juvenis em delineamento experimental inteiramente ao acaso, em cinco tratamentos e oito repetições e 30 peixes por unidade experimental. Os peixes foram alojados em aquários de polietileno com capacidade para 300 L de água. Com exceção da taxa de sobrevivência e da deposição de gordura corporal, as demais variáveis analisadas apresentaram efeito ($P < 0,05$). A silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápia pré-seca pode ser incluída em até 5,83% (21,59% na matéria natural) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo, para máximo ganho de peso.

Palavras-chave: desempenho, digestibilidade, processamento, resíduos, silagem ácida

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physico-chemical and nutritional characteristics of the waste acid silage of tilapia and performance of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets consisting of silage. For both experiments were carried out, being the first to evaluate the change in pH and chemical composition of silages made with residues of tilapia with: 5% acetic acid, 3% acetic acid + 2% phosphoric acid and 5% phosphoric acid. The preparation of the silage was the grinding of the residual acidification, homogenising and monitoring pH during 30 days. Analyzes were performed to determine the moisture, crude protein, ether extract and mineral matter of the silages at days 0, 10, 20 and 30 of storage. The pH at the end of storage time for silage acetic acid, phosphoric acetic and phosphoric + were 4.37, 4.11 and 3.42 respectively. Effect was observed ($P < 0.05$) for the different types of acids used in making silage and for different periods of storage on the parameters analyzed, except for moisture silage acetic acid. The acid silage from tilapia filleting residue acidified with 5% acetic acid showed the chemical composition superior to other treatments may be used in animal feed so to stabilization of pH at 21 days of storage. In the second experiment aimed to determine the coefficients of apparent digestibility of dry matter, crude protein and gross energy of the acid silage of tilapia residues for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in two weight ranges (25 g and 130 g body weight), fed diets with increasing levels of food. 720 juveniles were used, male domination, and 360 with an average weight of 25 g (experiment 1) and 360 with an average weight of 130 g (test 2), packed in cylindrical tanks with conical bottom capacity of 60 L and 200 L of water, respectively. For the determination of apparent digestibility coefficients, was used a reference diet, which was mixed with the ingredient test (pre-dried) in the proportions 95:05, 90:10, 85:15, 80:20 and 70:30, making the test rations. The apparent digestibility coefficients (%) of dry matter, crude protein and gross energy obtained in trial 1 were respectively 93.57, 97.05 and 94.50 for 5% inclusion, 93.15, 96.74 and 95.08 to 10% inclusion, 92.54, 96.86 and 95.60 to 15% inclusion, 91.92, 95.88 and 94.96 to 20% inclusion, 91.47, 95.39 and 94.80 to 30% of addition, while the values in Test 2 were 84.62, 90.35 and 82.21 to 5% inclusion, 82.85, 90.33 and 83.41 to 10% of inclusion, 83.18, 90.61 and

84.56 to 15% inclusion, 84.12, 86.44 and 85.61 to 20% of inclusion and 87.54, 91.20 and 88.65 to 30% inclusion. The waste acid silage of tilapia is food with good protein digestibility. Assays digestibility, it is recommended dietary level of 5% to juvenile 25 g 30% level for juvenile with 130 g. In the third experiment aimed to evaluate the performance and carcass composition of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing different levels of acid silage of tilapia waste. Five experimental diets were used containing 0% (treatment 1), 5% (treatment 2), 10% (treatment 3), 15% (treatment 4) and 20% (treatment 5) of silage. The performance variables analyzed were: final weight, feed intake, feed conversion, weight gain, survival rate, protein efficiency for gain, specific growth rate and efficiency of nitrogen retention. The carcass composition variables were: deposition of body fat and protein and moisture, protein, ash and fat from the carcass. 1200 juveniles were distributed in completely randomized experimental design in five treatments and eight replicates and 30 fish per experimental unit. Fish were housed in polyethylene tanks with a capacity of 300 L of water. With the exception of survival rate and body fat deposition, the remaining variables had an effect ($P < 0.05$). The acid silage of tilapia filleting residue pre-drought can be included up to 5.83% (21.59% in fresh matter) in diets for juvenile Nile tilapia, for maximum weight gain.

Key words: acid silage, digestibility, performance, processing, waste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3	CAPÍTULO 1 - Produção e caracterização da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia.....	7
	3.1 RESUMO.....	8
	3.2 ABSTRACT.....	9
	3.3 INTRODUÇÃO.....	9
	3.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
	3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
	3.6 CONCLUSÃO.....	16
	3.7 AGRADECIMENTOS.....	16
	3.8 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA.....	16
	3.9 REFERÊNCIAS.....	17
	3.10 FIGURAS E TABELAS.....	19
4	CAPÍTULO 2 - Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia pela tilápia do Nilo.....	23
	4.1 RESUMO.....	24
	4.2 ABSTRACT.....	25
	4.3 INTRODUÇÃO.....	26
	4.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
	4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
	4.6 CONCLUSÃO.....	34

4.7 AGRADECIMENTOS.....	34
4.8 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA.....	34
4.9 REFERÊNCIAS.....	35
4.10 TABELAS.....	37
5 CAPÍTULO 3 - Desempenho e composição corporal de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem de resíduos da filetagem de tilápia.....	39
5.1 RESUMO.....	40
5.2 ABSTRACT.....	41
5.3 INTRODUÇÃO.....	41
5.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.6 CONCLUSÃO.....	48
5.7 AGRADECIMENTOS.....	48
5.8 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA.....	48
5.9 REFERÊNCIAS.....	48
5.10 TABELAS.....	51
6 CONCLUSÕES.....	55
7 REFERÊNCIAS GERAIS.....	55
8 ANEXOS.....	61

1 INTRODUÇÃO

A piscicultura de água doce é a atividade que vem se mostrando mais promissora na produção de pescado, sendo a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) uma das espécies mais cultivadas mundialmente (JORY et al., 2000). O potencial aquícola desta espécie se deve às características que a colocam entre as principais espécies cultivadas comercialmente, as quais, de acordo com Kubitza & Kubitza (2000), são rusticidade, facilidade de reprodução e obtenção de alevinos, rápido crescimento, hábito alimentar onívoro, arraçoamento fácil e econômico. A tilápia nilótica ainda é preferida comercialmente por apresentar os requisitos típicos dos peixes preferidos pelo mercado consumidor, tais como carne branca de textura firme, sabor delicado e de fácil filetagem, não possuindo espinha em “Y” e nem odor desagradável (SOUZA, 2002).

A tilápia é uma das espécies de peixe mais cultivada para a obtenção de filés, apresentando rendimento de aproximadamente 33% (VIDAL JUNIOR et al., 2011). Os 67% restantes equivalem aos resíduos do processamento da filetagem, que representa grande problema quando descartado de forma incorreta, o que pode causar transtornos sanitários e ambientais para os produtores e indústrias de beneficiamento de filé. Sendo assim, torna-se necessário o processamento desses resíduos a fim de minimizar tais problemas.

A produção de silagem é opção de aproveitamento desses resíduos, além proporcionar vantagens econômicas à cadeia produtiva de peixes e eliminar os riscos de poluição ambiental causados pelas indústrias. Entre as vantagens da produção da silagem, pode-se citar que o processo de fabricação independe da escala de produção, é de tecnologia simples, de baixo investimento, o odor é quase imperceptível, não é necessário armazenar o produto refrigerado e o processo de fermentação é rápido em climas tropicais (BEERLI et al., 2004).

A silagem de resíduos de pescado é fonte de minerais, ácidos graxos e proteína (ABIMORAD et al., 2009). Pode ser utilizada na alimentação de vários animais, como peixes, suínos, aves, ovinos e bovinos. Apesar das vantagens da utilização da silagem, ainda não se tem definido um padrão dos nutrientes que compõem a silagem de resíduos de peixe, em razão da diversificação na

composição dos resíduos e do agente de conservação utilizado na confecção da silagem. Também é de fundamental importância o conhecimento dos valores de digestibilidade da energia e nutrientes desse alimento na formulação de rações para uso na aquicultura. A determinação da digestibilidade é pré-requisito para estudos quanto aos níveis de inclusão para as diversas fases de desenvolvimento da espécie estudada (BOSCOLO et al., 2002).

Objetivou-se com este trabalho avaliar as características físico-químicas e nutricionais da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia e o desempenho produtivo de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçoados com dietas constituídas de diferentes níveis dessa silagem.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A produção de pescado do Brasil, para o ano de 2010, foi de 1.264.765 t, registrando-se um incremento de 2% em relação a 2009. No balanço da atividade, a produção de organismos aquáticos continentais passou a representar 82,3% da produção aquícola nacional no ano de 2010, sendo a tilápia a espécie mais cultivada. A produção de tilápias, nesse mesmo ano, foi de 155.450,8 t, equivalente a 39,42% do total de pescado proveniente da aquicultura continental (MPA, 2012).

Paralelamente ao crescimento da produção de tilápias, têm-se aumentado a obtenção de filés pelas indústrias de beneficiamento (CARVALHO et al., 2006). A técnica da filetagem de tilápias gera aproximadamente 67% de resíduos e apenas 33% são aproveitados em filés (SOUZA, 2002). Esses resíduos podem ser aproveitados na alimentação animal, através da elaboração de silagem. São considerados resíduos de pescado carnes escuras, peixes de baixo tamanho comercial, resíduos obtidos do processo de filetagem (VISENTAINER et al., 2003), cabeça, escamas, pele, nadadeiras, vísceras e espinhas.

A silagem de resíduos da filetagem é um produto líquido, obtido dos resíduos triturados e misturados com fontes de ácido, permitindo a liquefação da massa devido à ação de enzimas presentes no pescado, favorecidas pelo agente de acidez. Pode-se utilizar ácidos minerais, orgânicos ou a mistura de minerais e orgânicos,

que atuam inibindo a ação microbiana. Os ácidos orgânicos são geralmente mais caros do que os ácidos minerais comuns, no entanto, produzem silagens que não são muito ácidas (pH de 4,0 a 4,5) e que não necessitam neutralização antes do uso na alimentação animal (OETTERER, 1994).

Em condições favoráveis, pH entre 3,90 e 4,20 e temperatura ambiente entre 27°C e 30°C, o ensilado liquefaz-se suficientemente em três dias, restabelecendo uma camada de lipídeos e conservando a atividade enzimática por muitos meses (VIDOTTI & GONÇALVES, 2006). Segundo Oetterer (1994), no inverno recomenda-se aquecer a mistura inicialmente, a fim de acelerar o processo. Beerli et al. (2004), verificaram que a textura pastosa do material ensilado foi liquefazendo e, ao término de uma semana já estava totalmente líquido. Oliveira et al. (2006) elaboraram silagem com 3% de ácido fórmico no inverno e observaram que o material obtido da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia também se liquefez já na primeira semana, cuja coloração passou de marrom com tons avermelhados para marrom claro.

Alguns autores obtiveram valores de pH superiores ao limite estipulado anteriormente. Carmo et al. (2008) encontraram valores de pH de 4,37; 4,81 e 4,82 ao final de 20 dias de armazenamento para as silagens conservadas com 5% de ácidos acético, propiônico e fórmico, respectivamente. Boscolo et al. (2010), constataram aumento linear no pH da silagem estocada com 5% de ácido acético estabilizando-se aos 75 dias de armazenamento em 4,74.

Outras características observadas durante o processo de ensilagem foram apontadas por Beerli et al. (2004). Segundo estes autores, o odor característico do peixe desapareceu em pouco tempo (entre 1 ou 2 dias), sendo substituído por aroma ácido, que também era forte no início e se tornou brando com o decorrer dos dias de armazenamento. Também foi relatado pelos mesmos autores a formação de uma pequena camada de óleo na parte superior da silagem. Oetterer (1994) afirmou que esta camada de óleo deve ser removida, seja por adição de solventes, centrifugação ou aquecimento a 95°C seguida de centrifugação, a fim de evitar a ocorrência de rancidez oxidativa no material. Entretanto, na prática os lipídeos geralmente não são separados.

Além da adição de ácidos, outros aditivos podem ser utilizados, como por exemplo, o sorbato de potássio, para evitar o desenvolvimento de fungos, o formaldeído, após a liquefação se completar, serve para prevenir a hidrólise contínua e a rancificação (BEERLI et al., 2004) e o butilhidroxitolueno (BHT) que tem ação antioxidante.

Em relação à composição bromatológica, esta varia muito em função da constituição dos resíduos, do tipo de ácido utilizado e também do tempo de armazenamento da silagem. Segundo dados de literatura os valores de proteína bruta, extrato etéreo, umidade, matéria mineral e energia bruta das silagens ácidas variam entre 30,64 a 67,56%; 10,35 a 47,89%; 40,20 a 80%; 12,75 a 29,60%; 3911 a 5195 kcal/kg, respectivamente (ARRUDA et al., 2006; CARVALHO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006; VIDOTTI & GONÇALVES, 2006; CARMO et al., 2008; ABIMORAD et al., 2009; BOSCOLO et al., 2010).

A obtenção de silagem com teor mais baixo de umidade é importante para a formulação de rações, visando melhor estabilidade microbiológica do material (OLIVEIRA et al., 2006). No entanto, silagens com alto teor de umidade, também podem ser utilizadas principalmente em rações para cães, gatos e peixes, por meio de sua incorporação através de banhos nos péletes de ração, com objetivo palatilizante (BOSCOLO et al., 2010). Estes mesmo autores, afirmam que o alto teor de extrato etéreo da silagem de resíduos da filetagem deve-se a constituição da matéria prima, rica em vísceras (principal local de depósito de gordura das tilápias). Mesmo com alto teor de extrato etéreo, o que pode prejudicar o processamento e o armazenamento do produto, uma grande vantagem é que, segundo Maia et al. (1998), o óleo da silagem de tilápia pode ser utilizado em substituição ao óleo de soja nas rações, por ser fonte de ácidos graxos poliinsaturados. Porém, os maiores problemas com a presença de gordura na silagem ocorrem na fase pós-abertura dos silos e no armazenamento da silagem, quando a presença de oxigênio do ar acelera o processo de oxidação (rancidez) dos ácidos graxos livres insaturados, formado no processo de ensilagem (CARVALHO et al., 2006). Segundo Oliveira et al. (2006), o alto valor de energia bruta da silagem seja consequência do alto teor de extrato etéreo, visto que na prática não há desengorduramento da mesma.

Segundo Boscolo et al. (2004), outra característica da composição química da silagem é o alto teor de matéria mineral, especialmente de fósforo. Este mineral é um dos mais importantes para a nutrição animal; especificamente para peixes, é considerado o nutriente primário que promove o crescimento de plâncton em ambiente aquático. Ressalta-se que o alto teor de fósforo na ração irá acarretar maior excreção deste para o meio, podendo ocasionar maior eutrofização do ambiente.

Comparativamente, a silagem de resíduos de peixe possui teor de proteína bruta semelhante à farinha de peixe (55%) e farinha de carne e ossos (45%) (Furuya et al., 2010), fontes proteicas de origem animal mais comumente utilizada nas rações de peixe.

O conhecimento dos valores de digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos é fundamental para a formulação de rações para uso na aquicultura, sendo importante indicador do valor nutricional dos alimentos e potencial indicador de efluentes no meio aquático (BOSCOLO et al., 2002). A energia de um alimento é derivada de seus nutrientes, principalmente dos lipídeos, proteínas e carboidratos, sendo o coeficiente de digestibilidade da energia bruta dependente da habilidade dos peixes em digerir e absorver estes nutrientes (NRC, 1993). A tilápia do Nilo é um peixe onívoro que potencialmente é capaz de utilizar estes nutrientes de diversos alimentos convencionais e alternativos como fonte de energia (FURUYA et al., 2001; BOSCOLO et al., 2002; PEZZATO et al., 2002; MEURER et al., 2003).

Como a composição bromatológica, os coeficientes de digestibilidade também podem variar devido à composição dos resíduos utilizados na confecção da silagem. Boscolo et al. (2004) justificaram os baixos valores de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da energia bruta (EB) (48,52%) e proteína bruta (PB) (67,09%) da farinha de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), por ser proveniente de resíduo de abate. Sugira et al. (2000), afirma que quanto maior a quantidade de cinzas do alimento, menor será o CDA da PB. No entanto outros autores (OLIVEIRA et al., 2006; PIMENTA et al., 2008) encontraram valores de CDA da PB (96,66% e 96,7%, respectivamente) e EB (95,44% e 95,40%, respectivamente) superiores, todos em ensaio com tilápias nilóticas na fase de alevinagem. Esses resultados são satisfatórios, uma vez que se aproximou do CDA

da energia e nutrientes do alimento tido como fonte protéica por excelência na aquicultura, a farinha de peixe.

Pelo fato de apresentar elevado valor biológico e equilíbrio em aminoácidos essenciais, a farinha de peixe é considerada um alimento padrão para ensaios experimentais, sendo a fonte de proteína preferida em dietas para peixes; porém, é igualmente considerada um dos ingredientes mais caros em dietas para esses animais (ENKE et al., 2009). Dessa forma, se faz necessário o estudo de fontes alternativas de proteína a fim de baratear as dietas e, por consequência, reduzir os custos de produção (PADUA et al., 2000). Tendo em vista a importância da utilização de fontes alternativas de proteínas na alimentação animal, a silagem ácida de resíduos da filetagem de peixes surge como mais uma opção.

Oliveira et al. (2006) e Pimenta et al. (2008) avaliaram o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo, alimentados com dietas contendo diferentes níveis (0, 10, 20, 30 e 40%) de silagem ácida de pescado em substituição à farinha de peixe e não observaram diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis analisadas, ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar aparente (CAA). Esses mesmos autores notaram maior atividade dos peixes alimentados com dietas que possuíam silagem, durante o arraçoamento.

Carvalho et al. (2006) avaliaram o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com ração comercial contendo 37% de PB, à qual foram acrescentados níveis de 0, 10, 20 e 30% da silagem de resíduos e não observaram diferença ($P > 0,01$) para as variáveis GP, CAA e taxa de eficiência protéica (TCE). Entretanto, os juvenis que receberam a ração com 20% de silagem apresentaram maiores valores para GP. Abimorad et al. (2009) compararam o custo de duas rações, comercial e artesanal com 58% de silagem de peixe na matéria natural fornecida à juvenis de tilápia do Nilo e concluíram que o uso da ração artesanal à base de silagem, reduz o custo de arraçoamento (conversão alimentar aparente x preço da ração) em aproximadamente 42%, sem causar prejuízo para o desempenho produtivo.

3 CAPÍTULO 1

Produção e caracterização da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

Artigo elaborado conforme as normas para submissão de artigos técnicos científicos da revista Ciência Rural

Produção e caracterização da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

Production and characterization of the waste acid silage of tilapia

3.1 RESUMO

Objetivou-se a avaliação bromatológica das silagens ácidas obtidas de resíduos da filetagem de tilápia com adição de ácidos acético e ou fosfórico durante 30 dias de armazenamento. O preparo da silagem consistiu na moagem do resíduo, acidificação, homogeneização e monitoramento do pH durante 30 dias. Foram efetuadas análises para a determinação de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral das silagens nos dias 0, 10, 20 e 30 de armazenamento. Observou aumento linear no pH para as silagens de ácido acético e de ácido fosfórico, estabilizando-se em 4,37 e 3,42, respectivamente. Entretanto, o pH da silagem de ácido acético e fosfórico, apresentou redução linear do pH, atingindo o platô em 4,11. Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) para os diferentes tipos de ácidos utilizados na confecção das silagens quanto para os diferentes períodos de armazenamento, sobre as variáveis analisadas, com exceção da umidade da silagem se ácido acético a qual não teve efeito significativo ($P > 0,05$) em função do tempo de estocagem. A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia acidificada com 5% de ácido acético apresentou composição bromatológica superior às demais silagens, podendo ser utilizada na alimentação animal assim que ocorre a estabilização do pH aos 21 dias de armazenamento.

Palavras-chave: ácido acético, ácido fosfórico, alimento, ensilado, subproduto.

3.2 ABSTRACT

The objective of the evaluation of silages obtained from acid residues of tilapia with the addition of acetic acid and phosphoric acid or 30 days of storage. The preparation of the silage was the grinding of the residual acidification, homogenization and monitoring pH during 30 days. Analyzes were performed to determine moisture, crude protein, ether extract and mineral matter of the silages at days 0, 10, 20 and 30 of storage. Observed linear increase in pH for silage acetic acid and phosphoric acid, stabilizing at 4.37 and 3.42, respectively. However, the pH of silage acetic acid and phosphoric acid, decreased pH values, reaching a plateau at 4.11. There was a significant effect ($P < 0.05$) for the different types of acids used in making silage and for different periods of storage on the analyzed variables, except moisture silage acetic acid which had no effect significant ($P > 0.05$) as a function of storage time. The acid silage from tilapia filleting residue acidified with 5% acetic acid showed the chemical composition superior to other treatments may be used in animal feed so to stabilization of pH at 21 days of storage.

Key words: acetic acid, phosphoric acid, food, ensiled, byproduct.

3.3 INTRODUÇÃO

A produção de pescado do Brasil, no o ano de 2010, foi de 1.264.765 t, registrando-se um incremento de 2% em relação a 2009. No balanço da atividade, a produção de organismos aquáticos continentais passou a representar 82,3% da produção aquícola nacional no ano de 2010, sendo a tilápia a espécie mais

cultivada. A produção de tilápias, nesse mesmo ano, foi de 155.450,8 t, equivalente a 39,42% do total de pescado proveniente da aquicultura continental (MPA, 2012).

Paralelamente ao crescimento na produção de tilápias, têm-se aumentado a obtenção de filés pelas indústrias de beneficiamento. A técnica da filetagem de tilápias gera aproximadamente 67% de resíduos e apenas 33% são aproveitados em filés (SOUZA, 2002).

A silagem de resíduos de pescado é opção que pode contribuir não só para preservar o ambiente, como também fonte de proteína utilizada na alimentação animal. Trata-se de um produto líquido preparado com peixes inteiros inadequados ao filetagem ou com o material residual da filetagem aos quais são adicionados os ácidos (silagem química) ou carboidratos que induz á fermentação microbiana (silagem biológica) (OETTERER, 1994).

O princípio da técnica de ensilagem, deve-se principalmente à redução do pH, a fim de provocar inibição do crescimento bacteriano e a hidrólise proteica da massa residual pelas enzimas presentes no próprio peixe (GONÇALVES & VIEGAS, 2007).

Tratando-se da silagem ácida a preservação do ensilado advém da adição de ácidos que podem ser orgânicos e ou inorgânicos. Um dos pontos cruciais na elaboração deste tipo de alimento é a escolha do agente acidificante que depende basicamente do custo, disponibilidade e ação bactericida (BENITES et al., 2010).

Partindo desse princípio, objetivou-se a avaliação bromatológica das silagens ácidas obtidas de resíduos da filetagem de tilápia com adição de ácidos acético e ou fosfórico durante 30 dias de armazenamento.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

A elaboração da silagem foi realizada no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Zootecnia/DZO da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, São José do Calçado – ES (21° 1' 31" de latitude sul e 41° 39' 20" de longitude oeste) no período de 05 de março a 04 de abril de 2011. O material utilizado na confecção da silagem consistiu de resíduos de filetagem de tilápia (nadadeiras, escamas, cabeças, vísceras, peles e espinhas) obtidos após a retirada dos filés de tilápias adquiridas do próprio setor de aquicultura da universidade.

Posteriormente à filetagem, os resíduos foram moídos em triturador elétrico, em seguida homogeneizados e distribuídos em quinze silos experimentais (recipiente com volume de 30 L devidamente tampados). Cada um dos silos recebeu 6 kg de massa e foram distribuídos em três tratamentos de cinco repetições. Os tratamentos receberam as seguintes concentrações (peso/volume), 5% de ácido acético (tratamento 1), 3% de ácido acético + 2% de ácido fosfórico respectivamente (tratamento 2) e 5% de ácido fosfórico (tratamento 3). Em seguida adicionou-se 0,1% (peso/peso) de butilhidróxitolueno (BHT) a cada parte, como agente antioxidante para a preservação da qualidade (VIDOTTI & GONÇALVES, 2006).

Em cada silo, o produto foi revolvido manualmente com o auxílio de um bastão, a fim de misturar o ácido e o antioxidante à massa triturada. Os silos foram então tampados, identificados e deixados em repouso à temperatura ambiente para permitir a ação dos ácidos durante 30 dias. Duas vezes ao dia durante todo o período de armazenamento, o material ensilado foi homogeneizado para promover maior contato possível entre o agente de preservação (ácido) e a biomassa.

Desde a inoculação dos ácidos, o pH foi monitorado diariamente e observações foram realizadas a fim de determinar as características organolépticas do material ensilado, como o odor, coloração, textura e sinais de putrefação. A

determinação da composição centesimal das silagens em proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e umidade (U), foi obtida segundo a metodologia de SILVA & QUEIROZ (2003). Para a realização destas análises, foram coletadas amostras nos dias 0, 10, 20 e 30 de armazenamento de todos os silos e analisadas em duplicatas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia/DZO da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, Alegre – ES.

Os dados obtidos ao final do período experimental foram submetidos à análise estatística, utilizando-se o programa SAEG (UFV, 2007) procedendo-se a análise de variância a 5% de probabilidade e, em caso de diferenças estatísticas utilizou-se o teste Student's Newman-Keuls (SNK) para a composição bromatológica e análise Lienar Response Plateau (LRP) para os valores de pH.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que com o passar dos dias, o odor característico de peixe presente na silagem foi substituído por aroma ácido, inicialmente mais intenso, tornando-se brando quase imperceptível com o decorrer do tempo de armazenamento. O mesmo ocorreu na coloração que passou de marrom claro para marrom escuro.

A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia se liquefez nos primeiros dias de estocagem, devido a ação das enzimas presentes nas vísceras e nos tecidos dos peixes favorecida pela redução do pH após a adição dos ácidos. Outro fator que contribuiu para a mudança na textura da silagem de pastoso para líquido logo nos primeiros dias foi o rápido processamento dos resíduos, ainda frescos, imediatamente após a filetagem concordando com OETTERER (1994), quando

afirma que resíduos de peixes frescos liquefazem mais rapidamente. Após a liquefação do ensilado, notou-se a separação de uma camada lipídica sobrenadante, o que também foi observado nas silagens produzidas por BEERLI et al. (2004).

Apesar de não ter sido realizada análise microbiológica nas silagens, não foi observado sinal de putrefação. Na silagem em que foram adicionados 5% de ácido fosfórico ocorreu mudança na textura com a formação de camada superior com aspecto cristalizado e odor muito forte, o que pode ter afetado a qualidade biológica do ensilado, comprometendo a utilização do ácido fosfórico como único agente acidificante no preparo da silagem.

Observou-se nesse experimento, através da análise de LRP, aumento linear no pH da silagem armazenada com ácido acético (SAA), estabilizando-se aos 21 dias com platô em 4,37 (Figura 1). O baixo valor de pH encontrado, contribuiu para a manutenção da qualidade microbiológica da silagem. CARMO et al. (2008), trabalhando com silagem acidificada com 5% de ácido acético também observou que ao final do tempo de armazenamento o pH manteve-se em 4,37. No entanto, BOSCOLO et al. (2010), encontraram valor de pH igual a 4,74 para a silagem ácida preparada a partir de resíduos da filetagem de tilápia com adição de 5% de ácido acético.

Nota-se que o pH da silagem armazenada com 3% de ácido acético e 2% de ácido fosfórico (SAAF) reduziu com o tempo de armazenamento, estabilizando-se aos 25 dias de ensilagem em 4,11 (Figura 2). Valor de pH ligeiramente superior foi encontrado na silagem produzido por VIDOTTI & GONÇALVES (2006), 4,31, em que os ácidos utilizados para conservação do material ensilado também foi a mistura dos dois ácidos acima, na mesma proporção desse experimento.

A mistura de ácidos é mais recomendada do que a escolha de um único, devido ao fato de que alguns ácidos inorgânicos permitem o crescimento de fungos, principalmente em silagens onde se utilizam fontes de carboidratos, além do pescado (OETTERER, 1994).

Aos 18 dias de armazenamento, a silagem de ácido fosfórico (SAF) apresentou valor do pH de 3,42 (Figura 3). Segundo BEERLI et al. (2004), a silagem produzida apenas com ácidos inorgânicos tem que ter um pH de 2,00, para evitar a ação bacteriana.

Alguns autores tais como VIDOTTI & GONÇALVES (2006), BORGHESI et al. (2007) evidenciaram a necessidade do pH para a produção de silagem ser inferior a 4,50 afim de se evitar a proliferação de alguns patógenos, como a Salmonela por exemplo. OLIVEIRA et al. (2006) concluíram que o pH abaixo de 4,50 foi responsável pelo aumento da hidrólise da proteína e que as silagens armazenadas em baixo pH levam a menor concentração de oxigênio dentro do material ensilado e são favoráveis à ação das enzimas aminoácido descarboxilases de origem endógena, responsáveis pela formação de aminas biogênicas, consideradas risco à saúde do animal.

Observa-se na tabela 1, efeito ($P < 0,05$) para os diferentes tipos de ácidos utilizados na confecção das silagens quanto para os diferentes períodos de armazenamento, sobre as variáveis analisadas (umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral) com exceção da umidade da SAA a qual não teve efeito ($P > 0,05$) em função do tempo de estocagem. A obtenção de silagem com teor mais baixo de umidade é importante para a formulação de rações, visando melhor estabilidade microbiológica do material (OLIVEIRA et al., 2006). Quando se compara

os três tipos de silagem, nota-se que a umidade da SAA foi superior à umidade da SAAF e esta maior que a SAF.

O percentual de proteína bruta das SAA e SAAF foi maior que o valor encontrado para a proteína da SAF e próximo ao obtido por OLIVEIRA et al. (2006), 48,30%, quando produziu silagem com adição de 3% de ácido fórmico. O aumento da proteína a partir do 1º dia de armazenamento, provavelmente deve-se a ação de proteases endógenas presentes nos tecidos dos peixes, aumentando a solubilização da proteína (OLIVEIRA et al., 2006). No entanto, para as SAAF e SAF houve redução da proteína a partir do 20º dia de armazenamento, provavelmente essa redução aconteceu devido à possível presença de microrganismos na silagem que utilizou parte da proteína. Outro fator que pode explicar essa redução é a ocorrência de oxidação dos lipídeos presentes que podem ter formado peróxidos que ao complexar com as proteínas causa destruição de aminoácidos (ARRUDA, 2004).

Em relação ao extrato etéreo das silagens elaboradas nota-se que o teor desse nutriente na SAA foi superior aos valores encontrados nas demais silagens, desde o dia 0 até o último dia de armazenamento. CARMO et al. (2008) também encontraram maior teor de lipídio na silagem conservada com ácido acético em relação às silagens em que foi adicionado ácidos propiônico e fórmico. A partir do momento em que foram adicionados os ácidos (dia 0) nas silagens, observa-se redução nos valores de extrato etéreo. Possivelmente esta diferença na concentração lipídica deveu-se ao processo de formação da camada extrato sobrenadante nos primeiros dias que promoveu a separação parcial dos lipídeos da silagem. O mesmo foi observado por OLIVEIRA et al. (2006) onde o teor de extrato etéreo diminuiu do 1º dia (39,8%) até o 30º dia de ensilagem (22,32%).

O alto teor de matéria mineral presente nas silagens deve-se à composição dos resíduos da filetagem em cabeça, nadadeiras, espinhas e escamas, sendo superior para as silagens em que foi adicionado ácido fosfórico. Para a SAA, o teor de matéria mineral aumentou a partir do 10º dia de armazenamento. No entanto, para as SAAF e SAF esse crescimento ocorreu a partir do 20º dia.

3.6 CONCLUSÃO

A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia acidificada com 5% de ácido acético apresentou composição bromatológica superior às demais silagens, podendo ser utilizada na alimentação animal assim que ocorre a estabilização do pH aos 21 dias de armazenamento.

3.7 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa de estudos fornecida ao primeiro autor.

Aos demais colegas que contribuíram de alguma forma na realização desse trabalho.

3.8 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O presente experimento foi certificado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA, da Universidade Federal do Espírito Santo, sob nº de protocolo 054/2010 e aprovado em reunião do dia 18/10/2010.

3.9 REFERÊNCIAS

ARRUDA, L.F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos.** 2004. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

BEERLI, E.L. et al. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.1, p.196-200, 2004.

BENITES, C.I.; SOUZA, L.A.S. Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.447-450, 2010.

Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. **Ministério da Pesca e Aquicultura**, p. 1-101, 2012.

BORGHESI, R. et al. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.25, n.2, p.329-339, 2007.

BOSCOLO, W.R. Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), v.31, n.2, p.515-522, 2010.

CARMO, J.R. et al. Caracterização de silagens ácidas de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.664-672, 2008.

GONÇALVES, L.U.; VIEGAS, E.M.M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia do Nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, 2007.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, v.5, p.119-134, 1993.

OLIVEIRA, M.M. et al. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico – análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.

SOUZA, M.L.R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1076-1084, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. UFV. **SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG. 2007. 150 p. (Manual do usuário).

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.32, n.2, 2006.

3.10 FIGURAS E TABELAS

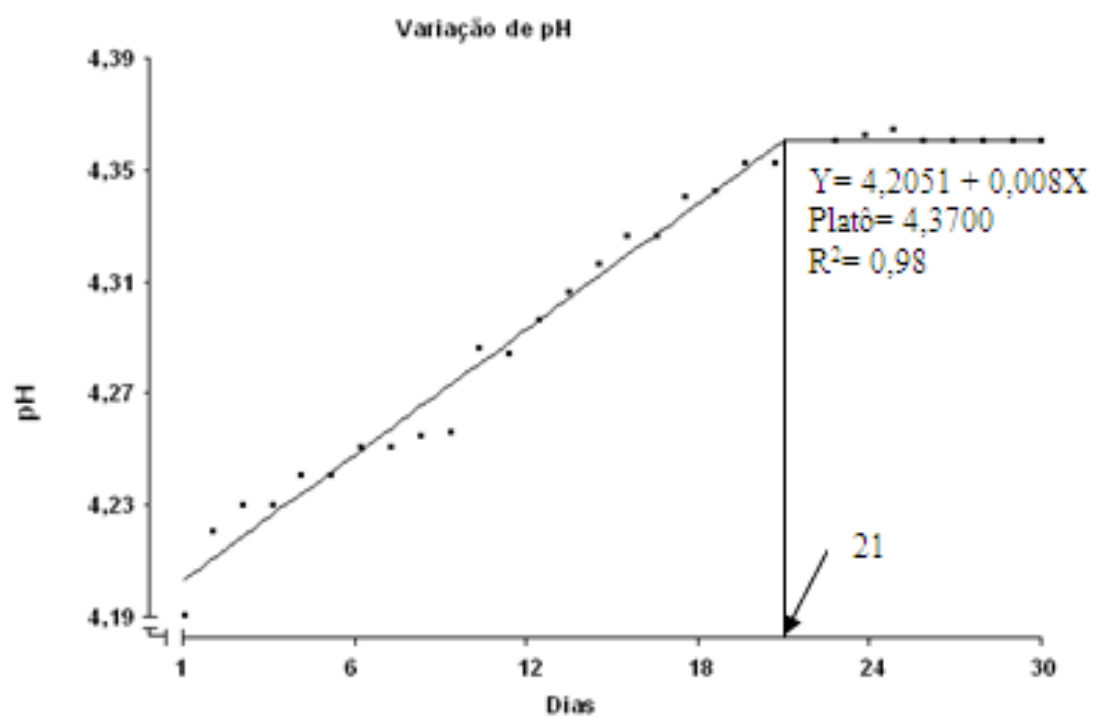


Figura 1 – Variação de pH da silagem ácida armazenada com 5% de ácido acético
ácido acético

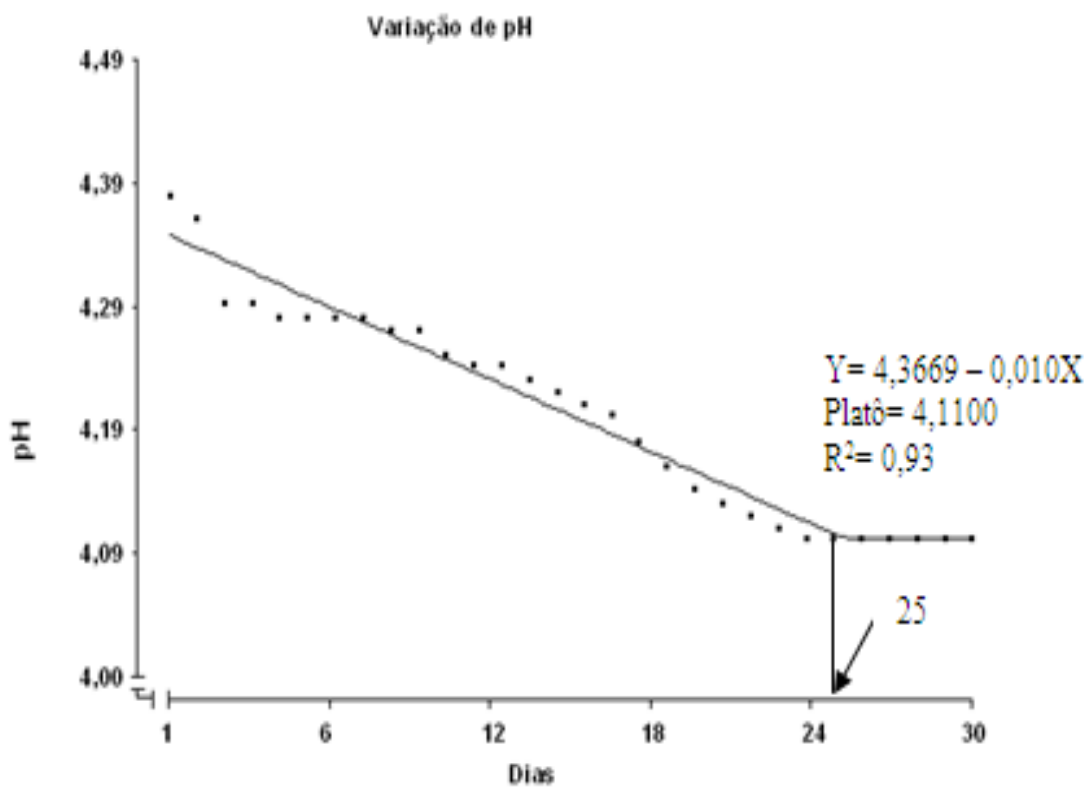


Figura 2 – Variação de pH da silagem ácida armazenada com 3% de ácido acético + 2% de ácido fosfórico

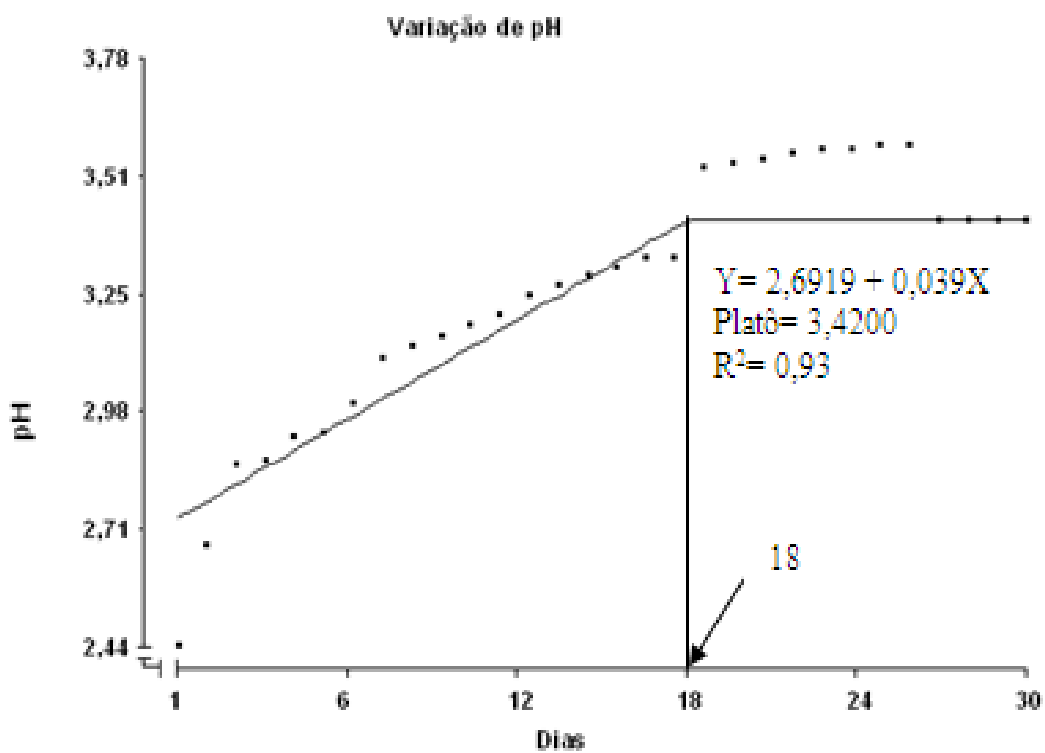


Figura 3 – Variação de pH da silagem ácida armazenada com 5% de ácido fosfórico

Tabela 1 – Composição percentual de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia em função dos dias de armazenamento e diferentes tipos de ácidos (base na matéria seca)

Parâmetro (%)	Ácido	Dias de armazenamento				CV
		0	10	20	30	
Umidade	Acético	77,54 ^b	77,75 ^a	78,03 ^a	77,19 ^a	0,597
	Acético + Fosfórico	79,60 ^{Aa}	75,70 ^{Bb}	76,34 ^{Bb}	75,65 ^{Bb}	0,662
	Fosfórico	74,38 ^{Ac}	72,84 ^{Bc}	72,33 ^{BCc}	71,89 ^{Cc}	0,657
	CV	0,311	0,482	0,649	0,950	
Proteína bruta	Acético	48,76 ^{Ba}	48,69 ^{Ba}	49,44 ^{Aa}	49,57 ^{Aa}	0,892
	Acético + Fosfórico	46,72 ^{Cb}	48,31 ^{Ba}	49,60 ^{Aa}	46,92 ^{Cb}	0,652
	Fosfórico	40,57 ^{Bc}	42,03 ^{Ab}	42,22 ^{Ab}	40,64 ^{Bc}	1,157
	CV	0,414	0,948	1,115	0,949	
Extrato etéreo	Acético	27,67 ^{Ba}	28,69 ^{Aa}	27,45 ^{Ba}	25,12 ^{Ca}	1,654
	Acético + Fosfórico	24,88 ^{Ab}	22,89 ^{Bb}	23,07 ^{Bb}	22,94 ^{Bb}	1,598
	Fosfórico	24,66 ^{Ab}	22,76 ^{Bb}	23,38 ^{Bb}	22,91 ^{Bb}	1,829
	CV		1,793	2,140	1,650	
Matéria mineral	Acético	23,60 ^{Bc}	22,61 ^{Dc}	23,11 ^{Cc}	25,31 ^{Ac}	1,426
	Acético + Fosfórico	28,51 ^{Bb}	28,80 ^{Bb}	27,32 ^{Cb}	30,14 ^{Ab}	1,746
	Fosfórico	35,47 ^{Ba}	35,21 ^{Ba}	34,40 ^{Ca}	36,44 ^{Aa}	0,912
	CV	0,696	1,729	1,919	0,654	

CV = Coeficiente de variação

Médias, na mesma linha, seguidas por letras maiúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo teste de Student's Newman-Keuls (SNK)

Médias, na mesma coluna, seguidas por letras minúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$), pelo teste de Student's Newman-Keuls (SNK)

4 CAPÍTULO 2

Coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia pela tilápia do Nilo

Artigo elaborado conforme as normas para submissão de artigos técnicos científicos da revista Ciência Rural

**Coefficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes da silagem
ácida de resíduos da filetagem de tilápia pela tilápia do Nilo**

**Coefficients of apparent digestibility of energy and nutrients from the waste
acid silage of tilapia for Nile tilapia**

4.1 RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho determinar os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em duas faixas de peso (25 g e 130 g de peso vivo), alimentadas com dietas constituídas de níveis crescentes desse alimento. Foram utilizados 720 juvenis, masculinizados, sendo 360 com peso médio de 25 g (ensaio 1) e 360 com peso médio de 130 g (ensaio 2), acondicionados em cubas cilíndricas de fundo cônico com volume de 60 L e de 200 L de água, respectivamente. Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente, foi utilizada ração referência a qual foi misturada ao ingrediente teste (pré-seco) nas proporções de 95:05, 90:10, 85:15, 80:20 e 70:30, constituindo as rações teste. Os coeficientes de digestibilidade aparente (%) da matéria seca, proteína bruta e energia bruta obtidos no ensaio 1 foram respectivamente de 93,57; 97,05 e 94,50 para 5% de inclusão, 93,15; 96,74 e 95,08 para 10% de inclusão, 92,54; 96,86 e 95,60 para 15% de inclusão, 91,92; 95,88 e 94,96 para 20% de inclusão, 91,47; 95,39 e 94,80 para 30% de inclusão, enquanto que os valores no ensaio 2 foram 84,62; 90,35 e 82,21 para

5% de inclusão, 82,85; 90,33 e 83,41 para 10% de inclusão, 83,18; 90,61 e 84,56 para 15% de inclusão, 84,12; 86,44 e 85,61 para 20% de inclusão e 87,54; 91,20 e 88,65 para 30% de inclusão. A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia é alimento proteico com bons coeficientes de digestibilidade. Em ensaios de digestibilidade recomenda-se nível de inclusão de 5% para juvenis com 25 g e nível de inclusão de 30% para juvenis com 130 g.

Palavras-chave: energia bruta, ensilado, matéria seca, *Oreochromis niloticus*, proteína bruta.

4.2 ABSTRACT

The objective of this study to determine the coefficients of apparent digestibility of dry matter, crude protein and gross energy of the acid silage of tilapia residues for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in two weight ranges (25g and 130 g body weight), fed diets with increasing levels of food. 720 juveniles were used, male domination, and 360 with an average weight of 25 g (experiment 1) and 360 with an average weight of 130 g (test 2), packed in cylindrical tanks with conical bottom volume of 60 L and 200 L of water , respectively. To determine the apparent digestibility was used to feed reference which was mixed with the ingredient test (pre dried) in proportions 95:05, 90:10, 85:15, 80:20 and 70:30, constituting the test rations. The apparent digestibility coefficients (%) of dry matter, crude protein and gross energy obtained in trial 1 were respectively 93.57, 97.05 and 94.50 for 5% inclusion, 93.15, 96.74 and 95.08 to 10% inclusion, 92.54, 96.86 and 95.60 to 15% inclusion, 91.92, 95.88 and 94.96 to 20% inclusion, 91.47, 95.39 and 94.80 to 30% of addition, while the values in test 2 were 84.62, 90.35 and 82.21 to 5% inclusion,

82.85, 90.33 and 83.41 to 10% of inclusion, 83.18, 90.61 and 84.56 to 15% inclusion, 84.12, 86.44 and 85.61 to 20% of inclusion and 87.54, 91.20 and 88.65 to 30% inclusion. The waste acid silage of tilapia is food with good protein digestibility. Assays digestibility recommended dietary level of 5% to 25 juvenile g inclusion level of 30% to 130 g juveniles.

Key words: gross energy, ensiled, dry matter, *Oreochromis niloticus*, crude protein.

4.3 INTRODUÇÃO

A determinação da digestibilidade tem sido uma das principais ferramentas para avaliar a qualidade de uma dieta ou ingrediente, indicando o seu valor nutricional e, por conseguinte a fração de nutrientes não digestíveis, que irão compor a maior parte dos resíduos acumulados no ambiente aquático. Sem esses dados, os nutricionistas, arriscam-se em superdosagens, principalmente de proteína bruta que elevam à sua ineficácia e ao alto custo de produção, ou em subdosagens, que podem reduzir as taxas de crescimento e o desenvolvimento dos peixes (GONÇALVES & CARNEIRO, 2003).

A metodologia comumente utilizada para determinar a digestibilidade em animais aquáticos tem sido a coleta de fezes pelos métodos total (método direto) ou parcial com o uso de indicadores (método indireto) (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

VIDAL JUNIOR et al. (2004) consideraram a técnica de coleta total eficiente na determinação da digestibilidade de alimentos para o tambaqui (*Colossoma macropomum*). Ainda segundo esses autores, apesar do óxido crômico ser o

indicador mais utilizado em ensaios de digestibilidade, ele apresenta a desvantagem de ser parcialmente digerido no trato gastrointestinal dos peixes, além de alterar a taxa de passagem, subestimando os coeficientes de digestibilidade da energia e nutrientes.

As rações teste elaboradas no ensaio de digestibilidade, seguem a metodologia proposta por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007), composta por 70% de ração referência e por 30% do alimento a ser testado. No entanto, esta proporção, pode gerar, dependendo do ingrediente, rações desequilibradas nutricionalmente, interferindo na determinação dos valores corretos de digestibilidade (PAULA et al., 2002).

Dessa forma, objetivou-se determinar o efeito da porcentagem de substituição da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia na dieta referência sobre os valores dos coeficientes de digestibilidade aparente da energia e nutrientes para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em duas faixas de peso (25 g e 130 g).

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Zootecnia/DZO da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, São José do Calçado – ES (21° 1' 31" de latitude sul e 41° 39' 20" de longitude oeste). Foram conduzidos dois ensaios de digestibilidade com tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa, masculinizadas. O primeiro estudo foi realizado com animais de 25 g de peso corporal e o segundo estudo com animais pesando 130 g.

Foram realizados cinco tratamentos com seis repetições, sendo essas ocorridas no tempo. Antes de iniciar uma nova repetição foram estabelecidos três dias de adaptação dos animais ao aquário e à ração experimental. No primeiro e no segundo ensaio foram utilizados 360 peixes, alojados em 18 aquários (volume útil de 60 L) e 6 aquários (volume útil de 200 L), respectivamente, todos fabricados em fibra de vidro com formato de cone, mantido sobre aeração constante através de pedras porosas e temperatura variando de 27 a 30°C com o uso de aquecedores individuais.

Para a determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), utilizou-se rações referência (Tabela 1), formulada para atender as necessidades nutricionais das tilápias, segundo as tabelas de FURUYA et al. (2010). Em seguida, foi adicionada a silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia armazenada com 5% de ácido acético (5.892 kcal/kg de energia bruta, 45,45% de proteína bruta e 23,16% de matéria seca) nos níveis de: 5% (tratamento 1), 10% (tratamento 2), 15% (tratamento 3), 20% (tratamento 4) e 30% (tratamento 5) (base na matéria pré-seca), equivalente a 18,52%, 37,04%, 55,55%, 74,07% e 111,11% (base na matéria natural) respectivamente, constituindo as rações teste. Na confecção das rações, após pesagem e homogeneização dos ingredientes, as misturas foram peletizadas em triturador elétrico e secas em estufa (ventilação forçada a 55°C durante 24h). Posteriormente, os péletes foram desintegrados mecanicamente, o que possibilitou a obtenção de grânulos homogêneos.

A alimentação dos peixes foi feita em intervalos de três horas, das 8h às 17h, até a saciedade aparente, em que não era observada captura dos grânulos fornecidos.

As coletas de fezes foram realizadas pelo método direto, com coleta total às (20h, 00h, 04h e 08h) durante cinco dias, através de coletores regulados por registros acoplados no fundo dos aquários. O material coletado foi acondicionado em garrafas plásticas, congelado e em seguida desidratados em estufa (ventilação forçada a 55°C durante 24h). Após secagem, as fezes foram moídas (moinho faca), identificadas e armazenadas em refrigerador para posteriores análises.

Com base nos dados de consumo de ração, produção de fezes, e as análises de matéria seca (MS), energia bruta (EB), proteína bruta (PB = N x 6,25) das rações e das fezes, determinou-se a matéria seca digestível (MSD), energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) da ração e do alimento, utilizando as equações propostas por SAKOMURA & ROSTAGNO (2007).

Os CDA da energia e nutrientes da ração referência e das rações teste foram calculados de acordo com a fórmula:

$$CDA = \frac{Nut\ ing - Nut\ exc\ fezes}{Nut\ ing} * 100$$

Em que:

CDA = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutriente;

Nut ing = nutriente ingerido;

Nut exc fezes = nutriente excretado nas fezes.

Já os CDA dos nutrientes e da energia do alimento foram calculados de acordo com a seguinte fórmula:

$$CDA_{Nut} = \frac{CDA_{RT} - CDA_{RR} * X}{Y}$$

Em que:

CDA_{Nut} = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutriente;

CDA_{RT} = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na ração teste;

CDA_{RR} = coeficiente de digestibilidade aparente da energia ou nutrientes na ração referência;

X = proporção da ração referência;

Y = proporção da ração teste.

As análises de proteína bruta e matéria seca das rações, das fezes e da silagem foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia/DZO da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, Alegre - ES, de acordo com a metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2003). As análises de energia bruta das rações, das fezes e do alimento teste foram realizadas no Laboratório AQUANUT da Universidade Estadual de Santa Cruz/UESC, Ilhéus – BA.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2007), sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de SNK (Student Newman-Keuls) a 5% de probabilidade.

4.5 RESULTADO E DISCUSSÃO

A silagem ácida utilizada nesse experimento, confeccionada a partir de resíduos da filetagem de tilápia apresentou valores de 23,16% de MS, 5.892 kcal/kg de EB e 45,45% de PB, valores com base na matéria seca.

Analisando os dados dos CDA para juvenis de tilápia na faixa de peso de 25 g (Tabela 2), nota-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia (SARFT) sobre os CDA da MS. O maior valor observado para CDA da MS foi obtido quando a silagem foi adicionada à ração referência em 5%, observando-se redução deste coeficiente à medida que aumentou a inclusão deste alimento, com menor valor para o nível de 30%, tradicionalmente utilizado em ensaios de digestibilidade.

De forma semelhante, houve efeito significativo ($P < 0,05$) das diferentes proporções de inclusão da silagem sobre o CDA da PB, apresentando maiores valores nos níveis de 5% (93,57%), 10% (93,15%) e de 15% (92,54%) de inclusão. O baixo CDA da PB observado para os níveis de 20 e 30% de substituição da SARFT já era esperado, em função da presença de elevados teores de matéria mineral e proteína de baixa qualidade, principalmente aquelas de origem da matriz proteica dos ossos, pele, escamas e vísceras constituintes dos resíduos utilizados neste experimento (BOSCOLO et al., 2004).

Com relação ao CDA da EB, não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$), possivelmente isso é devido em função do maior coeficiente de variação observado para esta variável comparada às demais.

A utilização de níveis elevados do alimento teste em substituição à dieta referência em ensaios de digestibilidade pode provocar desbalanceamento das dietas, e, por conseguinte, gerar resultados imprecisos, podendo subestimar os CDA obtidos, dificultando comparação entre diferentes estudos. A redução dos CDA da PB pode estar relacionada à possível interação entre os minerais e ácidos graxos presentes em elevada proporção nas dietas com os maiores teores de SARFT (20 e 30%) (LESSIRE et al., 1985; PAULA et al., 2002).

Os resultados obtidos neste experimento, assemelham-se aos descritos por OLIVEIRA et al. (2006) em estudo buscando determinar a digestibilidade da energia e nutrientes da SARFT, encontraram valores de CDA da MS de 95,49%, da PB de 96,66% e da EB de 95,44%. De forma semelhante, PIMENTA et al. (2008) descreveram CDA da MS de 95,5%, PB de 96,7% e EB de 95,4%. É importante ressaltar que ambos os trabalhos foram realizados utilizando método indireto de coleta parcial das excretas, por meio do uso de 1% de óxido crômico como indicador externo de digestibilidade, e 30% de substituição do ingrediente teste (SARFT) à dieta referência.

Segundo PAULA et al. (2002) em estudo objetivando avaliar o efeito da porcentagem de substituição do ingrediente teste na ração referência sobre a energia metabolizável (EM) para frangos de corte, observaram redução da EM com elevação de 10% para 20% e 30% de substituição da dieta referência pela farinha de carne e ossos e farinha de vísceras.

LESSIRE et al. (1985) buscando determinar energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) da farinha de carne para frangos de corte em 5, 10, 20, 40 e 60% de inclusão na dieta referência, descreveram redução da EMAn paralelamente ao aumento dos níveis testados, confirmando assim, os resultados obtidos neste estudo.

Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão da SARFT na dieta referência sobre o CDA da MS, EB e PB para juvenis de tilápia do Nilo com 130 g de peso vivo (Tabela 2), sendo o nível de 30% de substituição na ração referência estatisticamente superior aos demais, 5, 10, 15 e 20%.

BOSCOLO et al. (2008) trabalhando com a farinha de resíduos da indústria da filetagem de tilápia para a tilápia do Nilo (peso médio de $80 \pm 15,97$ g), encontraram

valores de CDA da MS (83,55%), PB (88,13%) e EB (84,74%) menores que os valores obtidos neste experimento.

A SARFT é confeccionada a partir de resíduos das indústrias processadoras de filé, e da mesma forma que outros rejeitos agroindustriais, pode apresentar variações em sua composição nutricional, em função da matéria prima utilizada, conseqüentemente, com influência direta no aproveitamento dos nutrientes pelos peixes, justificando, portanto, as diferenças observados nesses estudos.

BOSCOLO et al. (2004) observaram diferenças nos CDA a partir de diferentes resíduos industriais. O CDA da PB e EB da farinha de tilápia, farinha de corvina e da farinha de camarão foram, respectivamente, 67,09% e 48,52%; 70,67% e 54,45%; 88,79% e 68,38%.

A partir da análise dos CDA avaliados em tilápias de diferentes faixas de peso, nota-se que a inclusão dos menores níveis da SARFT proporcionaram os maiores valores de CDA da MS e da PB para peixes com 25 g de peso vivo, contrariamente, nas avaliações para juvenis de 130 g de peso vivo, observou-se aumento dos CDA da energia e dos nutrientes para maior nível de inclusão (30%). Essa diferença, provavelmente, pode ser explicada pela maior quantidade e atividade das enzimas digestivas presentes no trato gastrointestinal dos peixes mais pesados quando comparados aos peixes mais leves, aumentando, portanto, a relação enzima/substrato nesses peixes (KUZ'MINA, 1996).

Os coeficientes de digestibilidade aparente da energia e dos nutrientes do ensilado de resíduos da filetagem de tilápia mostraram que a mesma é eficientemente aproveitada pelos juvenis de tilápia do Nilo, independentemente da faixa de peso (25 e 130 g), uma vez que os valores encontrados se aproximaram dos CDA da energia, matéria seca e proteína bruta da farinha de peixe (89,53%;

87,63% e 90,66%), alimento utilizado como fonte proteica por excelência (MEURER et al., 2003).

4.6 CONCLUSÃO

A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia é alimento proteico com bons coeficientes de digestibilidade. Em ensaios de digestibilidade recomenda-se nível de 5% de inclusão para juvenis com 25 g de e nível de inclusão de 30% para juvenis com 130 g.

4.7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe de trabalho do Laboratório AQUANUT da Universidade Estadual de Santa Cruz pela realização das análises de energia bruta das fezes, rações e do alimento teste.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Espírito Santo (FAPES), pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor e à todos que colaboraram na execução desse experimento.

4.8 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O presente experimento foi certificado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA, da Universidade Federal do Espírito Santo, sob nº de protocolo 054/ 2010 e aprovado em reunião do dia 18/ 10/ 2010.

4.9 REFERÊNCIAS

BOSCOLO, W.R. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BOSCOLO, W.R. et al. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, v.38, n.9, p.2579-2586, 2008.

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) (Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.779-786, 2003.

FURUYA, W.M. et al. **Tabelas brasileiras para nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

KUZ'MINA, V.V. Influence of age on digestive enzyme activity in some fresh water teleostes. *Aquaculture*, v.148, p.25-37, 1996.

LESSARE, M. et al. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poultry Science**, v.64, p.1721-1728, 1985.

MEURER, F. et al. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.

OLIVEIRA, M.M. et al. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1196-1204, 2006.

PAULA, A. et al. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.1, p.51-55, 2002.

PIMENTA, M.E.S.G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1196-1204, 2008.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Editora Funep, 2007. 283p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2003. 235p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG - (Sistema para análises estatísticas e genética)**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007. 150p. (Manual do usuário).

VIDAL JUNIOR, M.V. et al. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 2193-2200, 2004.

4.10 TABELAS

Tabela 1 – Rações referência utilizadas nos ensaios de digestibilidade

Ingrediente	Juvenis com 25 g	Juvenis com 130 g
	Quantidade (%)	Quantidade (%)
Farelo soja 45%	45,30	39,15
Fubá de milho	42,30	39,55
Amido	-----	7,95
Glúten milho 60%	6,30	4,05
Farinha de carne e ossos 45%	-----	5,50
Fosfato bicálcico	2,50	0,55
Farinha peixe 55%	1,65	-----
Sal comum	0,50	0,50
Calcário	0,45	-----
L-treonina	0,29	0,29
DL-metionina	0,25	0,24
Óleo de soja	0,21	1,97
Premix vitamínico ¹	0,10	0,10
Vitamina C ²	0,03	0,03
CL-colina ³	0,05	0,05
Premix mineral ⁴	0,05	0,05
BHT ⁵	0,02	0,02
Valores analisados (base na matéria seca):		
Matéria seca (%)	91,97	92,58
Energia bruta (kcal/kg)	4.208	3.880
Proteína bruta (%)	31,48	25,41
Extrato etéreo (%)	3,91	4,94
Matéria mineral (%)	6,16	7,42

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 8.000.000UI; Vit. D3, 2.500.000UI; Vit. E, 8.000UI; Vit. K3, 1.500mg; Vit. B1, 1.000mg; Vit. B2, 4.000; Vit. B6, 1.000mg; Vit. B12, 12.000mg; Niacina, 20g; Pantotenato de cálcio, 8.000mg; Ácido fólico, 300mg; Biotina, 20mg

²Vit. C, 99% de ácido ascórbico

³Níveis de garantia por quilograma do produto: Cu, 20g; Fe, 96g; I, 1.400mg; Mn, 155g; Se, 360mg; Zn, 110g

⁴CL-colina = 60% de colina

⁵Butil-Hidroxi-tolueno = antioxidante

Tabela 2 – Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), energia bruta (EB) e proteína bruta (PB) da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

NI (%)	Juvenis com 25 g de peso vivo			Juvenis com 130 g de peso vivo		
	CDAMS (%)	CDAEB (%)	CDAPB (%)	CDAMS (%)	CDAEB (%)	CDAPB (%)
5	93,57±0,02 ^a	94,50±0,67	97,05±0,11 ^a	84,62±0,04 ^b	82,21±0,06 ^b	90,35±0,02 ^b
10	93,15±0,02 ^b	95,08±0,99	96,74±0,23 ^a	82,85±0,06 ^e	83,41±0,06 ^d	90,33±0,62 ^b
15	92,54±0,26 ^c	95,60±1,12	96,86±0,79 ^a	83,18±0,04 ^d	84,56±0,09 ^c	90,61±0,54 ^b
20	91,92±0,63 ^d	94,96±0,89	95,88±0,72 ^b	84,12±0,03 ^c	85,61±0,04 ^b	86,44±0,11 ^c
30	91,47±0,05 ^e	94,80±0,01	95,39±0,22 ^b	87,54±0,15 ^a	88,65±0,03 ^a	91,20±0,02 ^a
CV	0,330	0,879	0,524	0,098	0,074	0,416

NI = Nível de inclusão da silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

CV = Coeficiente de variação

DMS = Diferença mínima significativa

5 CAPÍTULO 3

Desempenho e composição de carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem de resíduos da filetagem de tilápia

Artigo elaborado conforme as normas para submissão de artigos técnicos científicos da revista Ciência Rural

Desempenho e composição de carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem de resíduos da filetagem de tilápia

Performance and carcass composition of juvenile Nile tilapia fed diets containing different levels of waste silage of tilapia

5.1 RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho e a composição de carcaça de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações contendo diferentes níveis de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia. Foram utilizadas cinco rações experimentais com 0% (tratamento 1), 5% (tratamento 2), 10% (tratamento 3), 15% (tratamento 4) e 20% (tratamento 5) de silagem. As variáveis de desempenho analisadas foram: peso final, consumo de ração, conversão alimentar aparente, ganho de peso, taxa de sobrevivência, eficiência proteica para ganho, taxa de crescimento específico e eficiência de retenção de nitrogênio. As variáveis de composição de carcaça foram: deposição de gordura e proteína corporal e teores de umidade, proteína, matéria mineral e gordura da carcaça. Foram distribuídos 1.200 juvenis em delineamento experimental inteiramente ao acaso, em cinco tratamentos e oito repetições e 30 peixes por unidade experimental. Os peixes foram alojados em aquários de polietileno com capacidade para 300 L de água. Com exceção da taxa de sobrevivência e da deposição de gordura corporal, as demais variáveis analisadas apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$). A silagem ácida de resíduos

de filetagem de tilápia pré-seca pode ser incluída em até 5,83% (21,59% na matéria natural) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo, para máximo ganho de peso.

Palavras-chave: performance, silagem ácida, *Oreochromis niloticus*, rações.

5.2 ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance and carcass composition of juvenile Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed diets containing different levels of acid silage of tilapia waste. Five experimental diets were used containing 0% (treatment 1), 5% (treatment 2), 10% (treatment 3), 15% (treatment 4) and 20% (treatment 5) of silage. The performance variables analyzed were: final weight, feed intake, feed conversion, weight gain, survival rate, protein efficiency for gain, specific growth rate and efficiency of nitrogen retention. The carcass composition variables were: deposition of body fat and protein and moisture, protein, ash and fat from the carcass. 1200 juveniles were distributed in completely randomized experimental design in five treatments and eight replicates and 30 fish per experimental unit. Fish were housed in polyethylene tanks with a capacity of 300 L of water. With the exception of survival rate and body fat deposition, the remaining variables had an effect significative ($P < 0.05$). The acid silage of tilapia filleting residue pre-drought can be included up to 5.83% (21.59% in fresh matter) in diets for juvenile Nile tilapia, for maximum weight gain.

Key words: performance, acid silage, *Oreochromis niloticus*, rations.

5.3 INTRODUÇÃO

A atividade pesqueira origina grande quantidade de resíduos nas formas de descarte da comercialização *in natura* e do processamento, principalmente os obtidos da filetagem de tilápia, que gera aproximadamente 66,5% de matéria prima que é desperdiçada. Desta forma, é fundamental o processamento desses resíduos para redução do impacto ambiental (PIMENTA et al., 2008).

A silagem ácida a partir de resíduos da filetagem de tilápia é opção de destino desses rejeitos que permite a utilização de subprodutos do processo de evisceração e filetagem, que misturado com ácido, gera produto com características desejáveis e de alto valor nutritivo para a alimentação animal. A tecnologia de obtenção da silagem é simples, não implica utilização de maquinários específicos. Necessita apenas de triturador e recipientes de plástico (silos) e não exige mão de obra especializada (ABIMORAD et al., 2009).

As rações para peixes caracterizam-se pela elevada porcentagem de proteína na dieta, principalmente as provenientes da farinha de peixe (GUILHERME et al., 2007). Devido à escassez e o elevado preço dessa fonte, a silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia, pode ser utilizada como alternativa em potencial de substituição à farinha de peixe.

Pelas razões expostas, objetivou-se, avaliar o desempenho e a composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações contendo níveis crescentes de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Departamento de Zootecnia/DZO da Universidade Federal do Espírito Santo/UFES, São José do Calçado – ES (21° 1' 31" de latitude sul e 41° 39' 20" de longitude oeste), no período de junho a julho de 2011, com duração de 30 dias. Foram utilizados 1.200 juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagem tailandesa, masculinizados com peso médio inicial de $4,41 \pm 0,07$ g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos, oito repetições e 30 peixes por unidade experimental.

Os peixes foram mantidos em 40 aquários de polietileno com capacidade para 300 L de água, constituídos de aeração individual através de pedras porosas acionadas por soprador. A temperatura da água foi mantida constante devido à presença de aquecedores no sistema de recirculação.

Os parâmetros físico-químicos da água como pH ($7,01 \pm 0,15$), condutividade elétrica ($119,33 \pm 7,43$ $\mu\text{Sm/cm}$), e o teor de oxigênio dissolvido ($7,18 \pm 0,22$ mg/L), foram medidos semanalmente utilizando-se peagâmetro, oxímetro e condutímetro, respectivamente. A temperatura ($28,20 \pm 0,67^\circ\text{C}$), por sua vez, foi monitorada diariamente às 7h30 e 17h30 com auxílio de termômetro com bulbo de mercúrio graduado de 0 a 50°C.

Quando necessário parte da água dos aquários era retirada do sistema de recirculação, através da prática de sifonagem para evitar sobrecarga de material orgânico nos filtros. O sistema de filtragem era composto por filtros mecânico (físico) e biológico com capacidade de 1.500 L de água.

Para avaliação das variáveis de desempenho foram utilizadas cinco rações experimentais com 0% (tratamento 1), 5% (tratamento 2), 10% (tratamento 3), 15% (tratamento 4) e 20% (tratamento 5) de inclusão da silagem ácida de resíduos da

filetagem de tilápia (SARFT) armazenada com 5% de ácido acético (Tabela 1). As rações foram formuladas a partir dos valores de energia digestível (ED) e proteína digestível (PD) dos ingredientes (farelo de soja, fubá de milho, glúten de milho 60, farinha de peixe 55, farinha de carne e ossos 45 e óleo de soja) das Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias (FURUYA et al., 2010). Para a silagem, foi realizado ensaio de digestibilidade, utilizando-se ração referência à qual se adicionou 5, 10, 15 e 20% de inclusão dessa silagem, obtendo-se os valores de ED e PD para os respectivos níveis. Assim, para a formulação de cada ração experimental desse trabalho, foram utilizados os valores de digestibilidade da energia e da proteína da silagem do respectivo nível de inclusão. No entanto, todas as dietas mantiveram-se isoenergéticas, isoprotéicas, isocálcicas, e isoaminoacídicas para lisina, metionina+cistina e treonina digestível, exceto o fósforo disponível que variou entre as rações (Tabela 1). Após a mistura dos ingredientes, as rações foram peletizadas em máquina elétrica, tipo extrusora, e secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas.

As rações experimentais foram fornecidas em quatro refeições diárias, com intervalos de três horas, iniciando sempre às 8h e terminando às 17h, em pequenas quantidades, a fim de possibilitar ingestão máxima, até aparente saciedade, reduzindo assim a possibilidade de perdas de nutrientes por lixiviação.

Foram avaliados parâmetros de desempenho (peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar aparente, taxa de sobrevivência, eficiência proteica para ganho, taxa de crescimento específico e eficiência de retenção de nitrogênio) e características de carcaça (deposição diária de proteína corporal, deposição diária de gordura na corporal, umidade, proteína, gordura e cinzas da carcaça).

Após a distribuição dos animais nas unidades experimentais no início do experimento, 50 peixes submetidos a jejum de 24 horas, foram insensibilizados em água contendo gelo e foram sacrificados para posterior análise de composição química da carcaça. De forma semelhante, ao final do período experimental, oito animais com pesos mais próximos ao peso médio da respectiva unidade, foram abatidos para análise de composição corporal.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância a 5% de probabilidade e regressão polinomial por meio do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 2007).

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção da taxa de sobrevivência, as demais variáveis de desempenho apresentaram efeito ($P < 0,05$) (Tabela 2). A taxa de sobrevivência não foi influenciada pelos diferentes níveis de SARFT na ração, indicando ausência de substâncias tóxicas e ou prejudiciais aos peixes. BOSCOLO et al. (2005) também não encontraram efeito significativo ($P > 0,05$) para a taxa sobrevivência dos juvenis de piavuçu alimentados com dieta contendo diferentes níveis de inclusão (0, 5, 10 e 15%) de farinha de resíduos da filetagem de tilápia, variando de 96 a 100%.

No entanto, para a variável, peso final, é observado efeito quadrático ($P < 0,05$) dos níveis de inclusão da SARFT. O maior peso final (15,10 g) foi estimado pela análise de regressão polinomial em 5,86% de inclusão da silagem. OLIVEIRA & CYRINO (2003), não encontraram diferença significativa entre as médias de peso final dos *black bass* (*Micropterus salmoides*), alimentados com dietas constituídas de níveis crescentes de inclusão de SARFT (1, 2, 3, 4, 5 e 6%) . ENKE et al. (2009)

trabalhando com juvenis de jundiá (*Rhamdia quelen*) estimou 30,61% de inclusão de SARF para máximo peso corporal final.

A partir dos resultados obtidos nota-se que as médias de consumo de ração foram maiores nos tratamentos com inclusão de silagem (ponto de máximo 10,73%), indicando que as diferentes percentagens de silagem na dieta possivelmente influenciaram a palatabilidade e atratividade das rações fornecidas aos peixes. Segundo OLIVEIRA et al. (2006) substâncias solúveis na silagem ácida de pescado atuam como estimulantes do consumo. Conforme relatado pelos mesmos autores, um dos mecanismos envolvidos na indução ao consumo de uma dieta é o estímulo químico originado por substâncias que são solúveis em água.

Quando submetidos à análise de regressão polinomial, o ganho de peso (GP) e a taxa de crescimento específico (TCE) também apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) estimados respectivamente em, 5,83% e 5,52% de SARFT com ponto de máxima de 10,69 g para GP e 4,08% para TCE.

Ao avaliar o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (peso médio de 15,7 g) durante 30 dias, alimentados com dietas contendo diferentes níveis (0, 10, 20 e 30%) de silagem de resíduo de peixe em substituição à ração comercial, CARVALHO et al. (2006) não observaram diferença significativa para GP, no entanto, notaram tendência de aumento nessa variável a medida que adicionou a ração níveis crescentes de silagem.

Para as variáveis, conversão alimentar aparente (CAA) e eficiência proteica para ganho (EPG), houve efeito linear ($P < 0,05$), ou seja, à medida que aumentou a porcentagem de inclusão da silagem, houve redução da EPG e aumento da CAA. O efeito linear decrescente da EPG deveu-se ao excesso de energia nas rações que receberam maiores níveis de silagem, limitando a utilização da proteína dietética

pelos peixes. CARVALHO et al. (2006), não observaram efeito significativo entre as taxas de eficiência proteica para ganho.

Trabalhando com tilápia nilótica, FEIDEN et al. (2005), não observaram diferença na CAA dos animais alimentados com rações compostas por farinha de resíduos da filetagem de tilápia (FT) nos níveis de 0, 5, 10 e 15% de inclusão. Por outro lado, SIGNOR et al. (2004) utilizando a FT na dieta de piavuçu observaram melhoria na conversão alimentar em peixes com aumento da inclusão da silagem na dieta.

O teor de gordura corporal (GC) e umidade (U) da carcaça (base na matéria natural) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), estimado em 9,47 e 11,15% de inclusão de SARFT, respectivamente (Tabela 3). Possivelmente, o excesso de energia na dieta provocou desbalanceamento da relação proteína/energia, reduzindo a ingestão de nutrientes, aumentando a gordura corporal. A matéria mineral (MM) da carcaça aumentou paralelamente ao nível de inclusão de SARFT. Provavelmente esse aumento, deveu-se à constituição dos resíduos da filetagem em ossos, pele e escamas (BOSCOLO et al. 2004). Resultado oposto foi observado por BOSCOLO et al. (2010), em que maior valor de matéria mineral foi relatado na carcaça de tilápias que receberam rações sem adição de farinha de resíduos da filetagem de tilápia.

Houve diferença significativa, com efeito linear ($P < 0,05$) para as variáveis, composição proteica corporal, deposição proteica corporal e eficiência de retenção de nitrogênio, os maiores valores foram observados para os animais que receberam a ração sem a inclusão de silagem (Tabela 3).

As rações experimentais não proporcionaram diferenças na deposição de gordura. O mesmo ocorreu no trabalho realizado por BOSCOLO et al. (2010).

Segundo estes mesmos autores o principal local de deposição de gordura corporal nos peixes magros, como no caso das tilápias, são as vísceras.

5.6 CONCLUSÃO

A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia pode ser incluída em até 5,83% (pré-seca) equivalente a 21,59% na matéria natural em dietas para juvenis de tilápia do Nilo para maximizar o ganho de peso.

5.7 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES) pela bolsa de estudos fornecida ao primeiro autor.

Aos demais colegas que contribuíram de alguma forma na realização desse trabalho.

5.8 COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

O presente experimento foi certificado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA, da Universidade Federal do Espírito Santo, sob nº de protocolo 054/ 2010 e aprovado em reunião do dia 18/ 10/ 2010.

5.9 REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E.G. et al. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.5, p.519-525, 2009.

BOSCOLO, W.R. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BOSCOLO, W.R. et al. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1819-1827, 2005.

BOSCOLO, W.R. et al. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.4, p.686-692, 2010.

CARVALHO, G.G.P. et al. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.126-130, 2006.

ENKE, D.B.S. et al. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.871-877, 2009.

FEIDEN, A. et al. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.2, p.249-256, 2005.

FURUYA, W.M. et al. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

GUILHERME, R.F. et al. Caracterização química e perfil aminoacídico da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.793-797, 2007.

OLIVEIRA, A.M.B.S.; CYRINO, J.E. Attractants in plant protein-based diets for the carnivorous largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Scientia Agrícola**, v.61, n.3, p.326-331, 2003.

OLIVEIRA, M.M. et al. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1196-1204, 2006.

PIMENTA, M.E.S.G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p. 1196-1204, 2008.

SIGNOR, A. et al. Farinha de resíduo da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piaçu (*Leporinus macrocephalus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004. 1CD-ROM.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **SAEG - (Sistema para análises estatísticas e genética)**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007. 150p. (Manual do usuário).

5.10 TABELAS

Tabela 1 – Composição das rações experimentais (com base na matéria natural)

Ingrediente (kg)	Níveis de Inclusão (%)				
	0	5	10	15	20
Silagem de peixe* (pré-seca)	-----	5,00	10,00	15,00	20,00
Farelo de soja	42,47	32,85	14,96	27,29	24,18
Fubá de Milho	46,34	49,04	56,59	50,49	52,43
Glúten de milho 60	-----	5,83	13,79	3,78	-----
Óleo de soja	4,44	2,64	-----	-----	0,02
Farinha de peixe 55	2,50	-----	-----	-----	0,30
Farinha de carne e ossos 45	-----	-----	-----	-----	0,39
Fosfato bicálcico	2,60	2,89	2,65	2,15	1,52
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premix vitamínico ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix mineral ²	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
CL-colina ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitamina C ⁴	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
L-treonina	0,41	0,41	0,44	0,33	0,33
DL-metionina	0,36	0,25	0,13	0,06	-----
L-lisina HCl	0,13	0,33	0,69	0,16	0,09
BHT ⁵	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Total (kg)	100	100	100	100	100
Cálcio (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Energia dig (kcal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Fósforo disponível (%)	0,65	0,65	0,61	0,50	0,40
Lisina dig (%)	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53
Metionina + cistina dig (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Proteína dig (%)	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Treonina dig (%)	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18

* Equivalente na matéria natural: 5,000 kg (18,520 kg); 10,000 kg (37,030 kg); 15,000 kg (55,550 kg); 20,000 kg (74,070 kg)

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 8.000.000UI; Vit. D3, 2.500.000UI; Vit. E, 8.000UI; Vit. K3, 1.500mg; Vit. B1, 1.000mg; Vit. B2, 4.000; Vit. B6, 1.000mg; Vit. B12, 12.000mg; Niacina, 20g; Pantotenato de cálcio, 8.000mg; Ácido fólico, 300mg; Biotina, 20mg

² Níveis de garantia por quilograma do produto: Cu, 20g; Fe, 96g; I, 1.400mg; Mn, 155g; Se, 360mg; Zn, 110g

³ CL-colina = 60% de colina

⁴ Vitamina C = 99% de ácido ascórbico

⁵ Butil-Hidroxi-tolueno = antioxidante

Tabela 2 – Desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações com diferentes níveis de inclusão de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia (média ± erro padrão)

Parâmetros	----- Níveis de Inclusão (%) -----					CV
	0	5	10	15	20	
PF ¹ (g)	14,73±0,67	15,32±1,07	15,04±0,94	14,20±0,93	13,79±0,98	6,35
CR ¹ (g)	11,69±0,21	12,45±0,35	12,25±0,32	12,37±0,26	11,96±0,13	2,21
CAA ² (g/g)	1,13±0,06	1,15±0,12	1,16±0,09	1,27±0,11	1,29±0,14	8,95
GP ¹ (g)	10,32±0,64	10,90±1,11	10,63±0,89	9,77±0,90	9,36±0,93	8,89
TS (%)	95,83±3,45	96,66±1,78	97,08±2,78	96,25±3,75	99,17±1,5	2,89
EPG ² (g/g)	3,84±0,18	3,75±0,35	3,87±0,31	3,50±0,24	3,43±0,30	8,22
TCE ¹ (%/dia)	4,02±0,14	4,14±0,27	4,08±0,17	3,88±0,20	3,78±0,21	5,12

¹Efeito quadrático (P<0,05):

peso final (PF) ($\hat{Y} = 14,8567 + 0,0856X - 0,0073X^2$; $r^2 = 0,89$)

consumo de ração (CR) ($\hat{Y} = 11,7649 + 0,1245X - 0,0058X^2$; $r^2 = 0,79$)

ganho de peso (GP) ($\hat{Y} = 10,4444 + 0,0852X - 0,0073X^2$; $r^2 = 0,89$)

taxa de crescimento específico (TCE) ($\hat{Y} = 4,025 + 0,0188X - 0,0017X^2$; $r^2 = 0,90$).

²Efeito linear (P<0,05):

conversão alimentar aparente (CAA) ($\hat{Y} = 1,1157 + 0,0086X$; $r^2 = 0,86$)

eficiência proteica para ganho (EPG) ($\hat{Y} = 3,8985 - 0,0247X$; $r^2 = 0,85$).

CV = Coeficiente de variação.

TS = taxa de sobrevivência.

Tabela 3 – Composição de carcaça e eficiência de retenção de nitrogênio de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com rações com diferentes níveis de inclusão de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia (média ± erro padrão)

Parâmetros	----- Níveis de Inclusão (%) -----					CV
	0	5	10	15	20	
U ¹ (%)	74,64±0,92	75,70±0,57	75,58±0,71	75,96±0,83	75,07±1,07	1,11
GC ¹ (%)	8,31±0,43	7,59±0,68	7,94±0,44	7,84±0,32	8,35±0,37	5,79
MMC ² (%)	3,08±0,19	3,11±0,22	3,21±0,23	3,45±0,42	3,48±0,15	7,92
PC ² (%)	13,97±0,59	13,60±0,39	13,27±0,46	12,76±0,53	13,10±0,66	4,02
DPC ² (mg/dia)	52,00±2,65	52,91±5,45	49,88±2,75	43,73±3,42	43,57±4,61	8,11
DGC (mg/dia)	35,58±2,44	33,48±3,61	34,59±2,85	31,82±1,81	33,19±3,34	8,54
ERN ² (%)	52,55±2,42	49,89±4,45	48,60±1,91	41,81±3,54	45,61±4,66	7,48

¹Efeito quadrático (P<0,05):

umidade (U) ($\hat{Y} = 74,6822 + 0,2164X - 0,0097X^2$; $r^2 = 0,85$)

gordura corporal (GC) ($\hat{Y} = 8,2247 - 0,1080X + 0,0057X^2$; $r^2 = 0,72$).

²Efeito linear (P<0,05):

matéria mineral corporal (MMC) ($\hat{Y} = 3,0385 + 0,0226X$; $r^2 = 0,91$)

proteína corporal (PC) ($\hat{Y} = 13,8561 - 0,0517X$; $r^2 = 0,77$)

deposição de proteína corporal (DPC) ($\hat{Y} = 53,6270 - 0,5209X$; $r^2 = 0,84$)

eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) ($\hat{Y} = 52,0861 - 0,4394X$; $r^2 = 0,71$).

DGC = deposição de gordura corporal.

CV = Coeficiente de variação.

6 CONCLUSÕES

A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia acidificada com 5% de ácido acético apresentou composição bromatológica superior às demais silagens, podendo ser utilizada na alimentação animal assim que ocorre a estabilização do pH aos 21 dias de armazenamento.

A silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia é alimento proteico com bons coeficientes de digestibilidade. Em ensaios de digestibilidade recomenda-se o nível de inclusão de 5% para juvenis com 25 g e nível de inclusão de 30% para juvenis com 130 g.

A silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápia pré-seca pode ser incluída em até 5,83% (21,59% na matéria natural) em dietas para juvenis de tilápia do Nilo, para máximo ganho de peso.

7 REFERÊNCIAS GERAIS

ABIMORAD, E.G. et al. Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia do Nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.5, p.519-525, 2009.

ARRUDA, L.F. et al. Nutritional aspects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, p.749-753, 2006.

ARRUDA, L.F. **Aproveitamento do resíduo do beneficiamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) para obtenção de silagem e óleo como subprodutos**. 2004. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

BEERLI, E.L.; BEERLI, K.M.C.; LOGATO, P.V.R. Silagem ácida de resíduos de truta (*Oncorhynchus mykiss*), com a utilização de ácido muriático. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.195-198, 2004.

BENITES, C.I.; SOUZA, L.A.S. Farinhas de silagem de resíduo de pescado co-secas com farelo de arroz: uma alternativa viável. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.59, n.227, p.447-450, 2010.

Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. **Ministério da Pesca e Aquicultura**, p. 1-101, 2012.

BORGHESI, R.; ARRUDA, L.F.; OETTERER, M. A silagem de pescado na alimentação de organismos aquáticos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.25, n.2, p.329-339, 2007.

BOSCOLO, W.R. et al. Avaliação microbiológica e bromatológica da silagem ácida obtida de resíduos da indústria de filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.2, p.515-522, 2010.

BOSCOLO, W.R. et al. Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.41, n.4, p.686-692, 2010.

BOSCOLO, W.R. et al. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.9, p.2579-2586, 2008.

BOSCOLO, W.R. et al. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1819-1827, 2005.

BOSCOLO, W.R. et al. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduos da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.8-13, 2004.

BOSCOLO, W.R. et al. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.539-545, 2002.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.545-551, 2002.

CARMO, J.R. et al. Caracterização de silagens ácidas de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.5, p.664-672, 2008.

CARVALHO, G.G.P. et al. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.126-130, 2006.

ENKE, D.B.S. et al. Utilização de farinha de silagem de pescado em dietas para o jundiá na fase juvenil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.871-877, 2009.

FEIDEN, A. et al. Farinha de resíduos da filetagem de tilápia em rações para alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.26, n.2, p.249-256, 2005.

FURUYA, W.M. et al. **Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 2010. 100p.

FURUYA, W.M. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alguns ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) (linhagem tailandesa). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.2, p.465-469, 2001.

GONÇALVES, E.G.; CARNEIRO, D.J. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína e energia de alguns ingredientes utilizados em dietas para pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) (Agassiz, 1829). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.4, p.779-786, 2003.

GONÇALVES, L.U.; VIEGAS, E.M.M. Produção, caracterização e avaliação biológica de silagens de resíduos de camarão para tilápia do Nilo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, 2007.

GUILHERME, R.F. et al. Caracterização química e perfil aminoacídico da farinha de silagem de cabeça de camarão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.793-797, 2007.

JORY, D.E.; ALCESTE, C.; CABRERA, T.R. Mercado y comercialización de tilapia em los Estados Unidos de Norteamérica. **Panorama Acuicola**, v.05, n.05, p.50-53, 2000.

KUBITZA, F.; KUBITZA, L.M.M. Qualidade da água, sistemas de cultivo, planejamento da produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. **Panorama da Aquicultura**, Laranjeiras, v.10, n.59, p.44-53, 2000.

KUZ'MINA, V.V. Influence of age on digestive enzyme activity in some fresh water teleostes. *Aquaculture*, v.148, p.25-37, 1995.

LESSARE, M. et al. A methodological study of the relationship between the metabolizable energy values of two meat meals and their level of inclusion in the diet. **Poultry Science**, v.64, p.1721-1728, 1985.

MAIA, W.M. et al. Utilização da fração lipídica de silagens de resíduos de tilápia para utilização em rações para aquicultura. **Anais Aquicultura Brasil**, [S.l.], v.2, p.55-64, 1998.

MEURER, F. et al. Digestibilidade aparente dos nutrientes e energia de alguns alimentos protéicos para juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1801-1809, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warmwater, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington, 1993. 114p.

OETTERER, M. Produção de silagem a partir da biomassa residual de pescado. **Alimentos e Nutrição**, Marília, v.5, p.119-134, 1994.

OLIVEIRA, A.M.B.S.; CYRINO, J.E. Attractants in plant protein-based diets for the carnivorous largemouth bass (*Micropterus salmoides*). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.61, n.3, p.326-331, 2004.

OLIVEIRA, M.M. et al. Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias para girinos de rã-touro (*Rana catesbiana* Shaw, 1802) – digestibilidade e desempenho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, p.618-625, 2008.

OLIVEIRA, M.M. et al. Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de

silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1196-1204, 2006.

OLIVEIRA, M.M. et al. Silagem de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), com ácido fórmico – análise bromatológica, físico-química e microbiológica. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p.1218-1223, 2006.

PADUA, D.M.C. et al. Morfometria de hepatócitos de pacu (*Piaractus mesopotamicus*) submetidos à dietas com níveis crescentes de levedura de álcool (*Saccharomyces cerevisiae*). **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.16, n.1, p.1-8, 2000.

PAULA, A. et al. Valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos e farinha de vísceras determinados com diferentes níveis de substituição para frangos de corte. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.1, p.51-55, 2002.

PIMENTA, M.E.S.G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.6, p.1953-1959, 2008.

PIMENTA, M.E.S.G. et al. Desempenho produtivo e digestibilidade pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) alimentada com dietas suplementadas com níveis crescentes de silagem ácida de pescado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6, p. 1196-1204, 2006.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Editora Funep, 2007. 283p.

SECCO, E.M.; STÉFANI, M.V.; VIDOTTI, R.M. Substituição da farinha de peixe pela silagem de peixe na alimentação de girinos de rã-touro (*Rana catesbeiana*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.3, 2002.

SIGNOR, A. et al. Farinha de resíduo da filetagem de tilápia em rações para alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 235p.

SOUZA, M.L.R. Comparação de seis métodos de filetagem, em relação ao rendimento de filé e de subprodutos do processamento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1076-1084, 2002.

SUGIRA, S.H. et al. Utilization of fish and animal by-product meals in low-pollution feeds for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, v.31, p.585-593, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. UFV. **SAEG Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 9.1. Viçosa, MG. 2007. 150 p. (Manual do usuário).

VIDAL JUNIOR, M.V. et al. Determinação da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta do fubá de milho e do farelo de soja para tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando-se técnicas com uso de indicadores internos e externos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 2193-2200, 2004.

VIDAL JUNIOR, M.V. et al. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.92-99, 2011.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.32, n.2, 2006.

VISENTAINER, J.V. et al. Efeito do tempo de fornecimento de ração suplementada com óleo de linhaça sobre a composição físico-química e de ácidos graxos em cabeças de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.03, p.478-484, 2003.

8 ANEXOS



Figura 1 – Filetagem



Figura 2 – Resíduos da filetagem



Figura 3 – Moagem dos resíduos



Figura 4 – Resíduo triturado



Figura 5 – Silagem liquefeita



Figura 6 – Adição da silagem à ração



Figura 7 – Ração com silagem



Figura 8 – Unidade Experimental



Figura 9 – Arraçoamento



Figura 10 – Ensaio de digestibilidade



Figura 11 – Coleta de fezes



Figura 12 – Carcaça moída e pré-seca

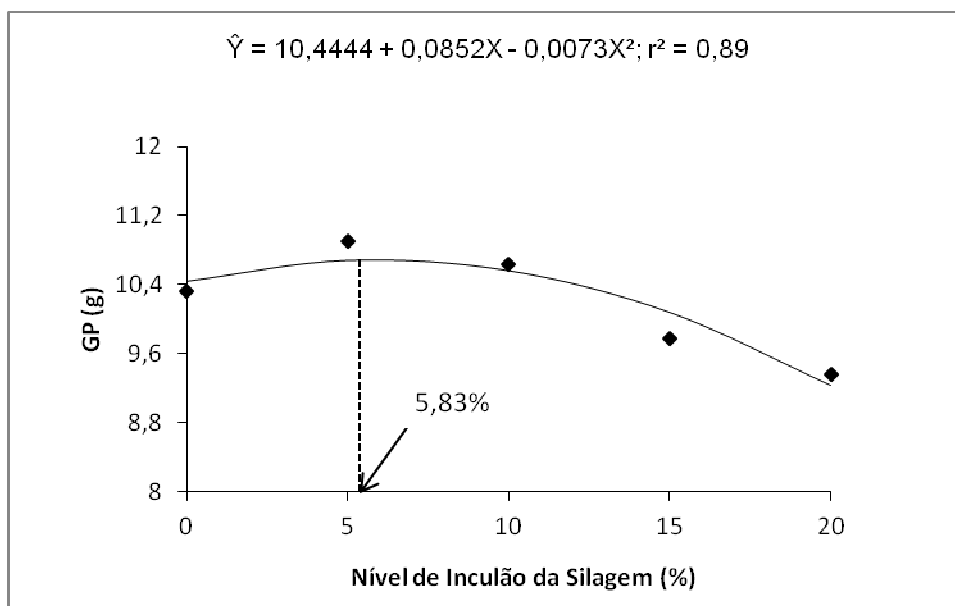


Figura 13 – Ganho de peso de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

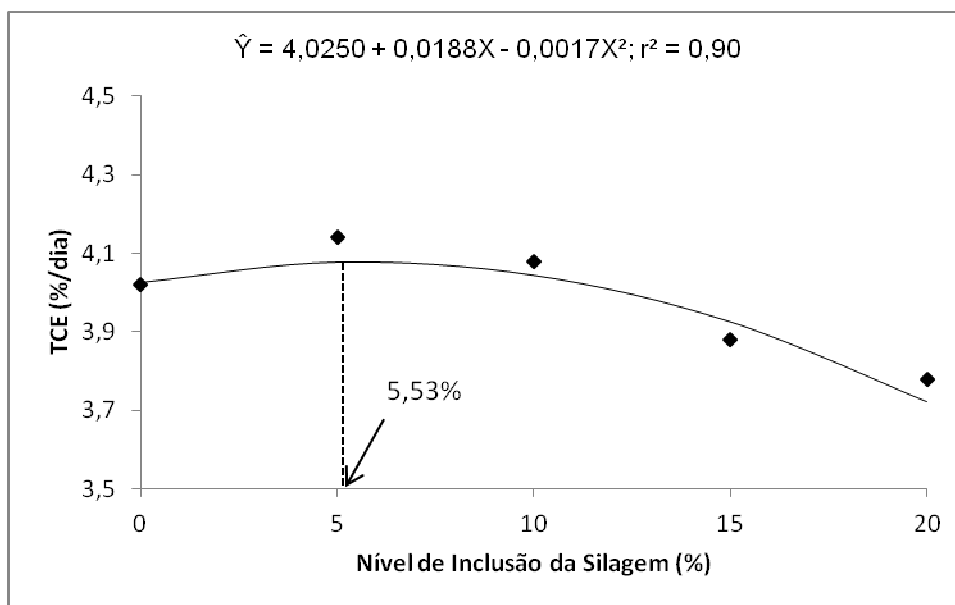


Figura 14 – Taxa de crescimento específico de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

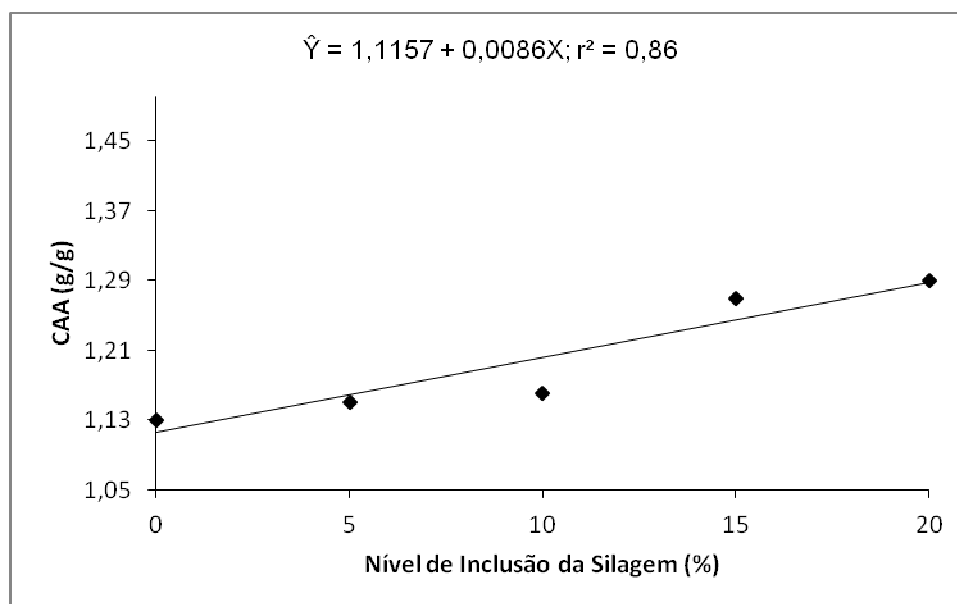


Figura 15 – Conversão alimentar aparente de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

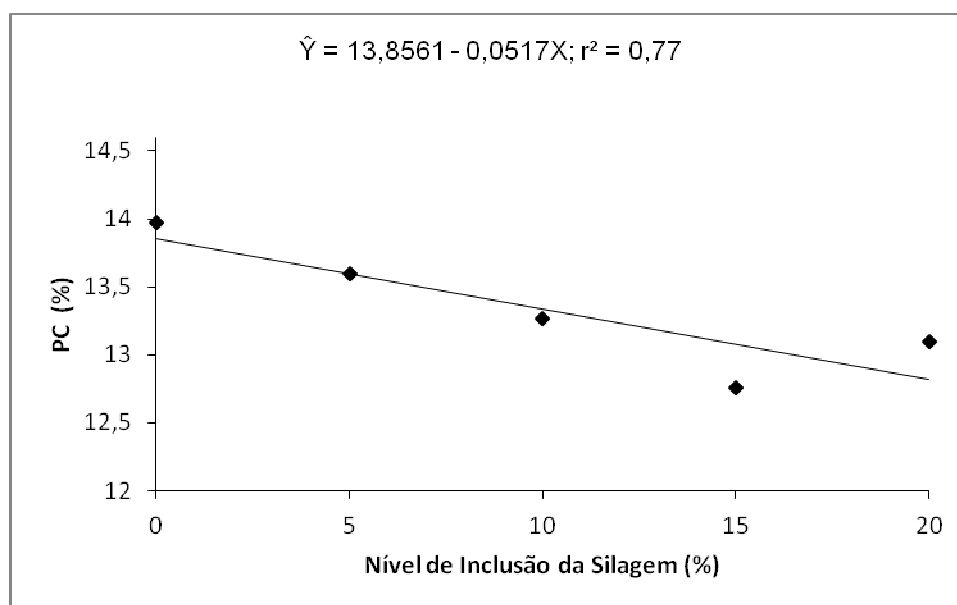


Figura 16 – Composição proteica de carcaças de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia

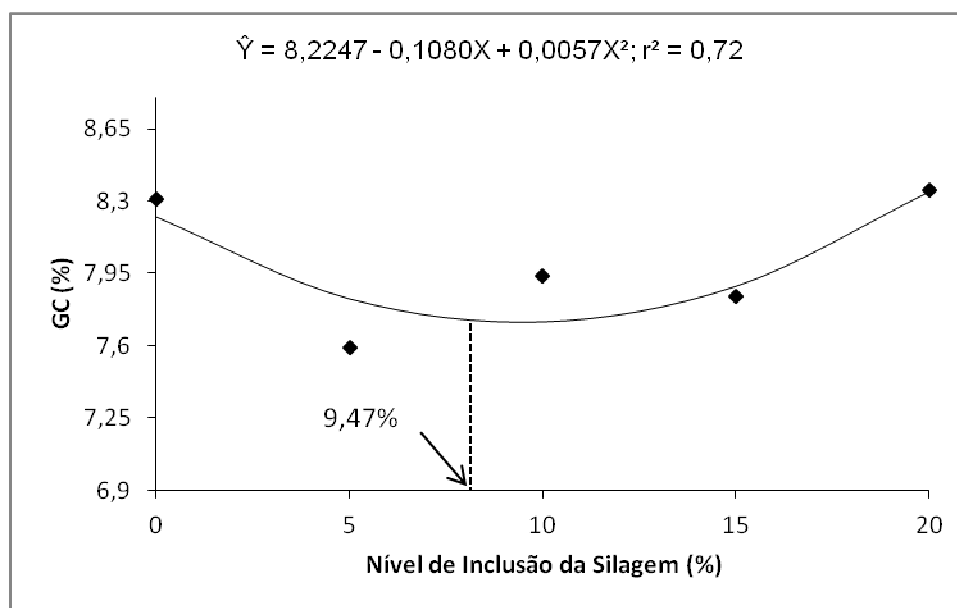


Figura 17 – Teor de gordura de carcaças de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com níveis crescentes de silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápia