

**Influência da adição de silagem ácida de despesca da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), integral e desengordurada, no valor nutritivo da caseína<sup>1</sup>**

*Influence of the addition of acid silage from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.), whole and defatted, on the nutritive value of casein 1*

**Ronaldo de Oliveira Sales<sup>2\*</sup>, Admar Costa de Oliveira<sup>3</sup>**

**RESUMO:** Avaliou-se o efeito da inclusão de silagem ácida de despesca da tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), integral e desengordurada no valor nutritivo da caseína. Durante 10 dias e 5 de adaptação com balanço de nitrogênio nos últimos 5 dias e pesagens a cada 5 dias, com água e dieta "ad libitum", 48 ratos machos, com peso médio de  $44,27 \pm 2,03$  g, foram alojados em gaiolas de metabolismo, seguindo-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Utilizou-se 8 tratamentos com 6 ratos por tratamento com dietas isoprotéicas e isocalóricas, cujo conteúdo protéico ( $10,5 + 0,09\%$  de proteína) que foram fornecidos por: Caseína, Caseína + 5% de silagem com óleo, Caseína + 5% de silagem sem óleo, Caseína + 10% de silagem com óleo, Caseína + 10% de silagem sem óleo, Caseína + 15% de silagem com óleo, Caseína + 15% de silagem sem óleo e aprotéica. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis (ganho de peso, ingestão de dieta, QEA, NPR, RNPR relativa, ingestão de proteína e ganho de peso/consumo de proteína), após 10 dias de experimento. O ganho de peso diário e a conversão alimentar dos ratos melhoraram linearmente ( $p < 0,05$ ) com a diminuição do teor de óleo na silagem, tendo-se verificado efeito negativo dos níveis de silagem com óleo sobre o consumo de ração da dieta de caseína.

**Palavras-chave:** Silagem ácida, avaliação nutricional, dietas experimentais, quociente de eficiência alimentar, eficiência protéica líquida.

**ABSTRACT:** Avaliou-se o efeito da inclusão de silagem ácida de despesca da tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), integral e desengordurada no valor nutritivo da caseína. Durante 10 dias e 5 de adaptação com balanço de nitrogênio nos últimos 5 dias e pesagens a cada 5 dias, com água e dieta "ad libitum", 48 ratos machos, com peso médio de  $44,27 \pm 2,03$  g, foram alojados em gaiolas de metabolismo, seguindo-se o delineamento experimental inteiramente casualizado. Utilizou-se 8 tratamentos com 6 ratos por tratamento com dietas isoprotéicas e isocalóricas, cujo conteúdo protéico ( $10,5 + 0,09\%$  de proteína) que foram fornecidos por: Caseína, Caseína + 5% de silagem com óleo, Caseína + 5% de silagem sem óleo, Caseína + 10% de silagem com óleo, Caseína + 10% de silagem sem óleo, Caseína + 15% de silagem com óleo, Caseína + 15% de silagem sem óleo e aprotéica. Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis (ganho de peso, ingestão de dieta, QEA, NPR, RNPR relativa, ingestão de proteína e ganho de peso/consumo de proteína), após 10 dias de experimento. O ganho de peso diário e a conversão alimentar dos ratos melhoraram linearmente ( $p < 0,05$ ) com a diminuição do teor de óleo na silagem, tendo-se

verificado efeito negativo dos níveis de silagem com óleo sobre o consumo de ração da dieta de caseína.

**Keywords:** acid silage, nutritional assessment, experimental diets, efficiency feed quotient, net protein efficiency.

---

*\* To whom correspondence should be sent. E-mail: \* ronaldo.sales@ufc.br*

Recebido em Aceito em

<sup>1</sup> Part of the Doctoral Thesis of the first author .

<sup>2</sup> Federal University of Ceará - DZ / CCA / UFC

Recebido em 3.3 .2013. Aceito em 20.8.2013

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20140001>

## Introdução

A silagem química de pescado é um produto líquido obtido a partir do pescado inteiro ou de partes residuais, ao qual é agregado um ácido, em que as próprias enzimas do pescado realizam a liquefação. Os ácidos aceleram o processo, criando condições mais favoráveis de hidrólise para as enzimas, ajudando na dissolução dos ossos, além de impedir o desenvolvimento de bactérias putrefativas, resultando em um alimento de origem animal de alta qualidade com tempo de estocagem relativo. Após a liquefação do material ensilado, pode-se proceder à remoção do óleo para dotar o produto de maior estabilidade para uso na alimentação

animal (MARTIN; PATEL, 1991; TATTERSON; WINDSOR, 1974; WIGNALL; TATTERSON, 1977). O produto final é fonte de proteína de alta qualidade e minerais para a alimentação animal.

Entretanto, muitos estudos sobre a estabilidade das silagens de peixe têm se concentrado em silagens feitas a partir de peixe com baixo conteúdo de óleo ou de silagens desengorduradas (SILVA, 2002). Além disso, a maioria dos testes com suínos e aves em crescimento utilizando silagem de peixe, tem-se concentrado apenas nas silagens com baixo teor de lipídios (SEIBEL & SOUZA-SOARES, 2003) advindo tendência natural, a

oxidação e a rancidez oxidante que representam as principais causas da deterioração nas dietas (CARVALHO et al., 2006), explicável pela presença de cadeias longas de hidrocarbonetos insaturados, sendo os lipídios elementos importantes envolvidos na oxidação, e as porções dos ácidos graxos insaturados, tais como oléico, linoléico e linolênico como fatores de aumento da velocidade de oxidação geometricamente com o grau de insaturação fato observado quando da realização dos ensaios biológicos, principalmente com relação a digestibilidade.

Nas silagens de pescado, os lipídeos podem ser hidrolisados à Ácidos Graxos Livres (AGL) pelas lipases. O aumento dos Ácidos Graxos Livres (AGL) em silagens de *sprat* se deve, em parte, à liberação dos ácidos graxos dos seus sais hidrosolúveis durante a acidificação decorrente de certos ácidos orgânicos. A hidrólise ácida tem se mostrado um fator importante para a degradação deste óleos

em pH ácidos, provavelmente devido à presença de um catalisador termolábil, com atividade a pH menor do que 7,0. Esta atividade pode ser inibida no uso de misturas de ácidos fórmico e sulfúrico para ensilar pescado (REECE, 1980).

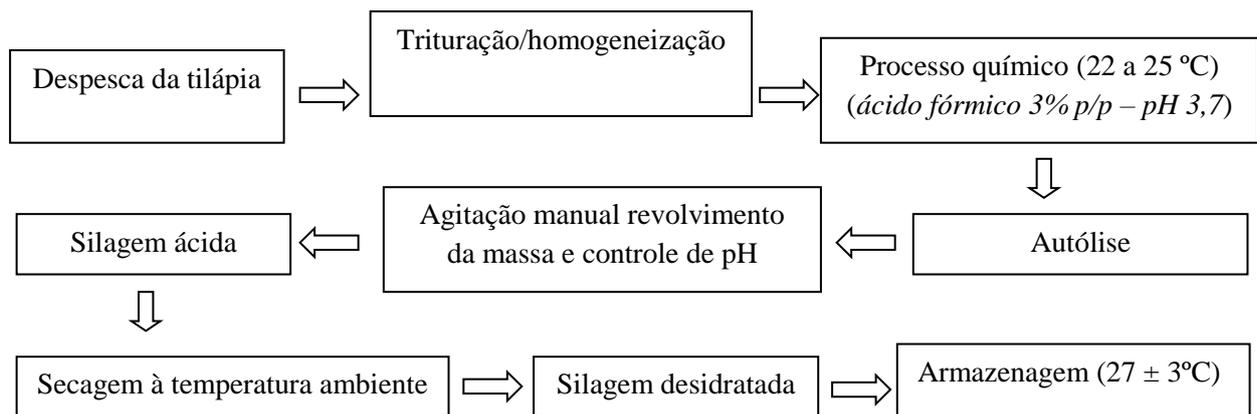
Segundo (BOSCOLO et al., 2004), variações na composição de ácidos graxos, número de TBA e valor de peróxido mostram que durante o armazenamento de silagens de pescado ocorre oxidação dos óleos. Em alguns casos o número de TBA não aumenta consideravelmente, devido, provavelmente, à reação dos compostos carbonílicos provenientes da quebra dos hidroperóxidos, com os aminoácidos das proteínas hidrolisadas, o que diminuiria o valor nutricional da silagem.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da adição de silagem ácida de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.), integral e desengordurada, sobre o valor nutritivo da caseína, utilizando ratos *Wistar* como animal experimental.

## Material e Métodos

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

ácida para a massa do resíduo (SEIBEL & SOUZA-SOARES, 2003). A agitação do material foi realizada frequentemente para espalhar as enzimas e, assim, acelerar a taxa de liquefação (MACH DIEP et al., 2009) obtendo-se a silagem química de tilápia, na qual foi feito o controle diário de pH para que permanecesse próximo a 4,0. Em seguida o material foi submetido a um processo de secagem a temperatura ambiente, com a silagem permanecendo ao ambiente ( $27^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ) por 90 dias. As amostras foram processadas seguindo as operações descritas no fluxograma da [Figura 1](#).



**Figura 1.** Fluxograma para elaboração da silagem ácida de despesca da tilápia do Nilo.

Foram utilizados 48 ratos macho albinos da linhagem *Wistar*, entre 21-23 dias, recém-desmamados, provenientes do Centro de Bioterismo da Universidade

Estadual de Campinas (UNICAMP). Os animais foram pesados na chegada ( $44,27 \pm 2,09\text{g}$ ) e submetidos a um período de aclimação ao ambiente em gaiolas de

crescimento individuais, durante cinco dias, com dieta não purificada (Nuvital<sup>®</sup>).

As condições ambientais do Laboratório de Ensaios Biológicos eram temperatura de  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 50-60% de umidade relativa do ar e ciclo com alternância automática para claro/escuro de 12 horas. O protocolo do estudo foi previamente aprovado pela Comissão de Ética na Experimentação Animal da Unicamp.

Quando da realização dos ensaios biológicos, foram preparadas dietas cuja composição está especificada (AOAC, 2000) e a composição da mistura mineral utilizada foi a especificada na United States Pharmacopoeia - USP XIX (AOAC, 2000), e a mistura vitamínica para fortificação de dieta animal da (NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION, 1977/1978). O teor protéico das dietas e do nitrogênio ingerido, fecal e urinário, foi determinado através do método semi-micro Kjeldahl preconizado pela (AOAC, 2000),

utilizando-se o fator de conversão 6,38 para a caseína.

As dietas experimentais ficaram assim constituídas: Caseína, Caseína + 5% de silagem com óleo, Caseína + 5% de silagem sem óleo, Caseína + 10% de silagem com óleo, Caseína + 10% de silagem sem óleo, Caseína + 15% de silagem com óleo, Caseína + 15% de silagem sem óleo e apteica. As dietas eram isoprotéicas ( $12,3 \pm 0,2\%$ ) e isoenergéticas ( $391,5 \pm 2,3\text{kcal}/100\text{g}$ ).

O consumo das dietas foi monitorado durante os dez dias do período experimental, bem como a evolução ponderal dos ratos que foram pesados durante o período experimental, com intervalos de cinco dias, em balança semi-analítica. As fezes foram coletadas no quinto dia de experimento para determinação do nitrogênio excretado.

A digestibilidade e o valor biológico das proteínas foram estimadas com base no balanço de nitrogênio.

O nitrogênio ingerido com a dieta foi analisado nas fezes e urina, sendo a urina recolhida em 10 ml de ácido sulfúrico a 20%.

Os animais receberam as dietas com as fontes protéicas em estudo e a água "ad libitum", sendo a coleta de fezes e urina, assim como o controle de dieta consumida, sempre feitas por um período de cinco dias, após os animais terem se adaptado a dieta pelo mesmo período de tempo. Os balanços metabólicos também permitiram o cálculo da utilização líquida da proteína (NPU) e a digestibilidade aparente e verdadeira foram calculadas conforme descrito por (WOLZACK et al., 1981). A digestibilidade verdadeira das proteínas foi estimada com base na determinação do nitrogênio total eliminado nas fezes pelo grupo de ratos alimentados com dieta aprotéica, além das determinações feitas para o cálculo da digestibilidade aparente. O delineamento estatístico experimental utilizado nos ensaios biológicos foi o delineamento

experimental inteiramente casualizado (PIMENTEL GOMES, 1985). Para comparação entre médias foi feita a análise de variância, que se diferentes do teste F, analisadas de acordo com Tukey. Usou-se a regressão linear, pelo método dos mínimos quadrados, para definir as equações das retas de evolução ponderal dos animais nas diferentes dietas (SNEDECOR & COCHRAN, 1967).

### 3. Resultados

A evolução dos pesos médios dos animais, nas diversas dietas ao longo dos 15 dias de experimento, está disposta na Figura 2. Observou-se que, para todas as dietas, foi possível estabelecer relação linear entre o ganho de peso dos ratos e o tempo na respectiva dieta, em dias. Estas relações foram, em todos os casos positivas, com coeficientes de correlação de Pearson,  $r$ , próximos à unidade, representadas pelas correlações: caseína ( $y = 55,4590 + 4,98769x$ ,  $r = 0,9820$ ), Caseína + 5% SCO ( $y = 54,5904 + 4,967783 x$ ,  $r = 0,9933$ ), Caseína + 5%

SSO ( $y = 55,5069 + 5,90694x$ ,  $r = 0,9362$ ),

Caseína + 10% SCO ( $y = 55,6079 +$

$5,90685x$ ,  $r = 0,9786$ ), Caseína + 10% SSO

( $y = 54,6909 + 5,49055 x$ ,  $r = 0,9874$ ),

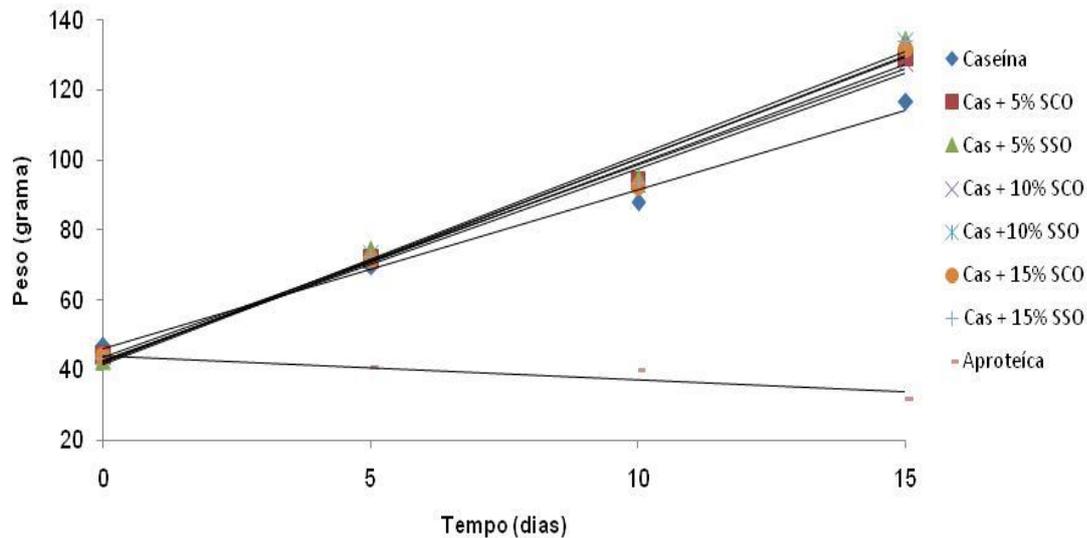
Caseína + 15% SCO ( $y = 53,0978 +$

$5,09782 x$ ,  $r = 0,9363$ ), Caseína + 15% SSO

( $y = 54,9689 + 5,09784 x$ ,  $r = 0,9868$ ) e

aprotéica ( $y = 53,9876 + (-0,4867) x$ ,  $r =$

$0,5715$ ).



**Figura 2.** Ganho de peso médio em gramas dos ratos Wistar, e o tempo de experimento em dias, nos vários tratamentos para diversas dietas balanceadas de caseína, Caseína + 5% SCO, Caseína + 5% SSO, Caseína + 10% SCO, Caseína + 10% SSO, Caseína + 15% SCO, Cas + 10% SSO, Caseína + 15% SSO e aprotéica. Utilizou-se grupos de 6 animais, com peso médio inicial de  $44,27 \pm 2,03g$ .

Houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis consumo de dieta (CD), ganho de peso (GP), consumo de proteína (CP), quociente de eficiência alimentar (QEA), quociente de eficiência protéica líquida (NPR), quociente de eficiência protéica operacional (PER op) após 15 dias de experimento utilizando-se ratos Wistar. No

ganho de peso comparando-se os tratamentos entre si observou-se que os ratos em dieta (Caseína + 5% SSO) apresentaram o maior ganho de peso ( $p < 0,05$ ) diferindo portanto dos demais. Entretanto, com relação a dieta caseína, o ganho de peso dos ratos foi o estatisticamente menor ( $p < 0,05$ ) quando comparada com as demais dietas

analisadas. Verificou-se também no ganho de peso que, à medida que se aumentou a porcentagem de silagem com óleo na dieta, diminuía-se o ganho de peso dos animais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Índices nutricionais baseados no consumo de dieta (CD), ganho de peso (GP), consumo de proteína (CP), quociente de eficiência alimentar (QEA), quociente de eficiência líquida da proteína (NPR), quociente de eficiência protéica operacional (PERop).

DIETAS	CD (g)	GP (g)	CP (g)	QEA	NPR	PERop
Caseína	154,6a±12,1	43,2 b ±7,0	34,2 a ±4,3	0,28c ±0,03	2,81d ±0,29	1,36c ±0,32
C+5% SCO	129,1b ±16,1	51,2 ab ±5,3	24,6 b ±1,3	0,40b ±0,02	4,21ab ±0,25	2,08b ±0,22
C+5% SSO	138,3ab ±20,3	59,0 a ±9,7	23,7 b ±0,8	0,43a ±0,01	4,48a ±0,13	2,48a ±0,40
C+10% SCO	128,4b ±6,7	53,5 b ±4,3	23,5b ±1,5	0,38c ±0,02	3,75c ±0,21	1,98c ±0,28
C+10% SSO	138,6 ab ± 7,7	58,3 ab ±4,5	23,5 b ±1,4	0,36c ±0,02	3,72c ±0,33	1,97c ±0,28
C+15% SCO	140,0ab ±16,1	50,8 ab ±5,3	22,6b ±1,3	0,37c ±0,01	3,75c ±0,25	1,95b ±0,22
C+15% SSO	135,1b ±6,2	50,3 b ±6,2	22,5 b ± 1,2	0,37bc ±0,02	3,70bc ±0,20	1,96b ±0,18

a, b, c Letras diferentes (colunas) indicam diferentes estatísticas (P<0,05)

SCO = silagem com óleo (integral)

SSO = silagem sem óleo (desengordurada)

PERop = obtido em tempo diferente da metodologia padrão (28 dias)

ESPE et al. (1989), com o propósito de determinar a variação do ganho de peso dos ratos alimentados através com dietas com níveis diferentes de silagens de peixe com e sem óleo, verificaram que, o ganho de peso diário e a conversão alimentar dos ratos melhoravam linearmente ( $p < 0,05$ ) com a diminuição do nível de óleo na silagem, tendo verificado efeito negativo ( $p > 0,05$ ) dos níveis de silagem com óleo sobre o consumo de ração. Na ingestão de

dieta os ratos do tratamento caseína foram significativamente superiores aos demais, enquanto no quociente de eficiência alimentar os ratos do tratamento (Caseína + 5% SSO) tiveram seus ratos mais pesados a nível de 5%. O mesmo autor confirma que o QEA é influenciado pelo teor protéico na ração, principalmente, pelo nível de silagem adicionado nas rações, sendo que os resultados encontrados para os quocientes de eficiência alimentar, para

as dietas de (Caseína + SSO) foram também semelhantes àqueles encontrados por (BORGHESI et al., 2008), que encontraram valores na faixa de 0,38 a 0,42. No (NPR) e no (RNPR) os tratamentos (Caseína + 5% SSO) e (Caseína + 5% SSO) foram significativamente superiores á nível de 5% durante os experimentos realizados, demonstrando que os animais dessas dietas apresentaram ótimo desempenho com NPR igual a 4,48 e RNPR igual 1,58. Valores relativamente altos também foram relatados por ESPE et al., 1989; CAMPBELL, 1963) que expressam valores na faixa de 3,75 a 4,22 para o NPR e 1,50 a 1,54 para o RNPR, demonstrando que a combinação de (Caseína + 5% SSO) confere maior eficiência protéica em relação as demais dietas experimentais. Os mesmos autores constataram que a combinação da silagem de peixe + caseína a níveis crescentes na dieta até 5%, melhora o valor nutricional da dieta protéica como também o quociente de

eficiência protéica líquida (NPR). Na ingestão de proteína (g) observou-se que o tratamento caseína foi significativamente superior aos demais tratamentos.

No ganho de peso/consumo de proteína a dieta (Caseína + 5% SSO) foi estatisticamente superior ( $p < 0,05$ ) diferindo portanto dos demais. Esse fato demonstra que a combinação da caseína + silagem de peixe melhora o consumo de proteínas por parte dos animais, fato constatado por outros autores (VIDOTTI et al., 2002; VIANA et al., 1999).

Apesar de todas as medições na (Tabela 2) apresentarem diferenças significativas na análise de variância, fica difícil identificar uma ordem entre os tratamentos relativo ao balanço de nitrogênio relativo dos ratos. Entretanto, podemos acrescentar que no nitrogênio ingerido a dieta (Caseína + 10% SSO), teve uma maior ingestão de nitrogênio a nível de 5% em relação as demais. No nitrogênio excretado fecal a caseína indicou que os tratamentos (Caseína) (C +

15% SCO) e (C + 15% SSO) foram superiores ( $p < 0,05$ ) aos demais tratamentos.

A análise de variância (teste F), mostrou diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis (nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado (fecal e urinário) e balanço nitrogenado aparente. No nitrogênio excretado na urina o

tratamento (Caseína + 10% SSO) apresentou seus ratos significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) aos ratos do tratamento (Caseína) e (Caseína + 5% SCO), enquanto no balanço nitrogenado aparente observa-se que os ratos dos tratamentos (Caseína + 5% SSO) e (Caseína + 10% SSO) foram superiores as demais dietas analisadas.

Tabela 2. Valores médios de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal aparente (NFap), nitrogênio urinário aparente (NUap) e balanço de nitrogenado aparente (BNapa).

Dietas	NI (g)	NF (g)	NU (g)	BN(g)
Caseína	1.75 c $\pm$ 0.25	2.60 a $\pm$ 0.027	0.505 b $\pm$ 0.054	1.35 ab $\pm$ 0.22
C + 5% SCO	1.87 bc $\pm$ 0.28	0.174 c $\pm$ 0.025	0.528 b $\pm$ 0.061	1.16 ab $\pm$ 0.29
C + 5% SSO	2.34 abc $\pm$ 0.51	0.187 bc $\pm$ 0.027	0.594 ab $\pm$ 0.083	1.55 a $\pm$ 0.51
C + 10% SCO	1.90 abc $\pm$ 0.17	0.200 bc $\pm$ 0.021	0.549 ab $\pm$ 0.054	1.16 ab $\pm$ 0.21
C + 10% SSO	2.24 abc $\pm$ 0.35	0.222 abc $\pm$ 0.034	0.650 a $\pm$ 0.073	1.36 ab $\pm$ 0.33
C + 15% SSO	2.13 abc $\pm$ 0.22	0.202 bc $\pm$ 0.027	0.584 ab $\pm$ 0.060	1.34 ab $\pm$ 0.24

a.b.c. Letras diferentes (colunas) indicam diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ), SCO = Silagem com óleo (integral), SSO = Silagem sem óleo (desengordurada).

A este respeito OLLEY et al. (1968), trabalhando com ratos, obtiveram valores de balanço nitrogenado aparente na faixa de 1,53 a 1,58 g com adição de 5% a 7% de silagem de peixe na dieta. No nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado fecal e urinário a análise de variância

também detectou diferença nos tratamentos ao nível de 1%.

Houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis (valor biológico (aparente e verdadeiro) e utilização líquida da proteína (NPU) (aparente e verdadeira) e diferença

significativa ( $p < 0,05$ ) para as variáveis digestibilidade aparente e verdadeira dos dados analisados. Comparando-se os tratamentos entre si na digestibilidade (aparente e verdadeira) os ratos dessas dietas (Cas + 5% SSO), apresentaram a maior digestibilidade ( $p < 0,05$ ) diferindo portanto das demais. Segundo (BORGHESI et al., 2008), a ocorrência de consideráveis perdas da digestibilidade, ocorrem devido a interação de lipídios oxidados com as proteínas, nas dietas onde foram alocadas as maiores porcentagens de caseína + silagem de tilápia com óleo, advindo portanto, máxima peroxidação dos lipídios.

No (VB) aparente e verdadeiro e no (NPU) não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos em função dos níveis 5, 10 e 15% de silagem ácida de despesca de tilápia nas dietas (Tabela 3). Muito embora as médias do (VB) e do (NPU) apresentadas na Tabela 3 não tenham mostrado entre si uma diferença ( $p > 0,05$ ), verificou-se que houve tendência de menor

consumo de dieta no tratamento (Caseína + 15% SSO) quando comparado com o tratamento (Caseína + 5% SSO), que apresentou maiores valores em relação aos demais tratamentos. Esses resultados demonstram que a combinação da (Caseína + SSO) melhora o valor nutricional da dieta protéica, como também em relação à digestibilidade com valores sempre superiores a 90%, estando de acordo com aqueles já divulgados por outros autores (STROM & EGGUM, 1981; JACKSON et al., 1984; RAA & GILDBERG, 1982), que encontraram valores na faixa de 89 a 90%. STROM & EGGUM (1981) relatam um aumento na digestibilidade da silagem de pescado recém preparada, mas também não apresenta nenhum decréscimo na digestibilidade da silagem armazenada por mais de 60 dias quando armazenada a temperatura ambiente. Os mesmos autores ao removerem o óleo da silagem de vísceras de bacalhau preparado com adição de ácido fórmico e propiônico a 1:1, para

uma concentração final de 1,5% (p/v), valor nutricional das dietas. observaram um aumento considerável no

**Tabela 3.** Valores aparente e verdadeiros da digestibilidade (D), valor biológico (VB) e utilização líquida da proteína (NPU).

DIETAS	DA (%)	DV (%)	VBa (%)	VBv (%)	NPUa (%)	NR (%)
Caseína	84.93c±2.20	85.40b±1.03	65.76a±33.70	62.22a±2.65	55.89a±4.27	66.03a±2.31
C+5% SCO	86.48ab±2.18	89.59b±1.10	66.28 <sup>a</sup> ±5.95	67.52a±5.26	61.84a±6.30	64.83a±5.36
C+5% SSO	92.71a±1.97	92.84a±1.27	69.60 <sup>a</sup> ±5.39	70.97a±6.73	64.21a±5.58	65.43a±5.34
C+10% SCO	87.40ab±1.73	89.70b±0.56	67.04 <sup>a</sup> ±5.39	66.45a±6.79	60.33a±5.58	63.27a±5.34
C+10% SSO	86.85ab±0.97	90.58b±0.79	65.43 <sup>a</sup> ±5.40	66.22a±5.83	62.78a±4.75	62.79a±5.40
C+15% SCO	85.29b±1.57	89.90b±0.93	65.86 <sup>a</sup> ±3.45	66.07a±3.02	60.12a±2.52	62.71a±3.10
C+15% SSO	85.51ab±0.92	89.64b±0.54	65.22 <sup>a</sup> ±5.83	65.34a±5.61	58.78a±5.52	61.81a±5.15

a, b, c Letras diferentes (colunas) indicam diferentes estatísticas (P<0,05)

SCO = silagem com óleo (integral)

SSO = silagem sem óleo (desengordurada)

PERop = obtido em tempo diferente da metodologia padrão (28 dias)

FERRAZ DE ARRUDA (2004) afirmam que os produtos da oxidação dos lipídios são capazes de interagir com as proteínas, tornando-as indigeríveis à ação enzimico pepsínica, visto que, o processo oxidativo ocasiona uma redução na digestibilidade das dietas, sendo que estas interações promovem a formação de complexos irreversivelmente inaproveitáveis pelas enzimas proteolíticas que não são capazes de degradá-los.

Portanto, a redução nos valores da digestibilidade nas dietas de (Cas + SCO), verificados no presente trabalho, foram evidenciadas também pela reação entre os aldeídos formados na oxidação dos lipídios, com o grupo amino de aminoácidos e proteínas da silagem ácida de despesca de tilápia do Nilo, como também serem atribuídas a uma reação de Maillard, ou outro tipo de complexação.

## 6. Conclusões

O ganho de peso diário e a conversão alimentar dos ratos melhoraram linearmente ( $p < 0,05$ ) com a diminuição do teor de óleo na silagem, tendo-se verificado efeito negativo dos níveis de silagem com óleo sobre o consumo de ração da dieta de caseína; nesse sentido mais uma vez foi verificada a adequação da complementação da dieta de caseína com 5% da silagem, para melhoria do valor nutricional.

### Referências bibliográficas

- AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis of AOAC**. 16.ed. Arlington, Virginia, USA, 1995. V.I e II.
- BELLO, R.A.; FERNANDEZ, Y. Evaluacion del ensilado biologico de pescado en pollos de engorde. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 45, n. 2, p. 134-139, 1995.
- BORGHESI, R.; PORTZ, L.; OETTERER, M.; CYRINO, J.E.P. Apparent digestibility coefficient of protein and amino acids of acid, biological and enzymatic silage for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture Nutrition**, v. 14, n. 3, p.242-248, 2008. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2095.2007.00523.x/abstract>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1111/j.1365-2095.2007.00523.x.
- BOSCOLO, W.R. et al. Desempenho e características de carcaça de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) alimentadas com rações contendo diferentes níveis de gordura. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.4, p.443-447, 2004. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/1717/1156>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.4025/actascianimsci.v26i4.1717.
- BOSCOLO, W.R. et al. Farinha de resíduos da filetagem de tilápias em rações para alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.819-1827, 2005.
- BUENO, J.R. **Silagem ácida de resíduos da filetagem de tilápias em dietas de alevinos de piauçu (*Leporinus macrocephalus*)**. 2006. 45f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) - Curso de pós-graduação em Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista.
- CAMPBELL, J.A. **Method for determination of PER and NPR in Food and Nutrition Board**. Evaluation of Protein Quality. Washington: Committee on Protein Quality, 1963. p.31–32.
- CARVALHO, G.G.P et al. Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápiado-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.126-130, 2006.
- CISSE, A. et al. Utilisation par *Chysichthys nigrodigitatus* (Bagridae) d'ensilage chimique ou biologique de poisson. **Aquatic Living Resources**, v.8, n.4, p.373-377, 1995. Disponível em: [http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FALR%2FALR8\\_04%2FS0990744095000428a.pdf&code=45c40198ee6d1f925367dab8427fc72d](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FALR%2FALR8_04%2FS0990744095000428a.pdf&code=45c40198ee6d1f925367dab8427fc72d). Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1051/alr:1995042.
- ESPE, M. et al. Nutrient absorption and growth of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fed fish protein concentrate. **Aquaculture**, v.174, n.1-2, p.119-137, 1999. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484869800502X>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1016/S0044-8486(98)00502-X.
- ESPE, M.; RAA, J. NJAA, L. R. Nutritional value of stored fish silage as a protein source for young rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture* Volume 49, Issue 3, pages 259–270, 1989.
- ESPE, M. HAALAND, H. NJAA, L. R. Substitution of fish silage protein and a free amino acid mixture for fish meal protein in a chicken diet. *Journal of the Science of Food*

and Agriculture, Volume 58, Issue 3, pages 315–319, 1992.

FAGBENRO, O.A.; JAUNCEY, K. Physical and nutritional properties of moist fermented fish silage pellets as a protein supplement for tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Animal Feed Science and Technology**, v.71, n.1-2, p.11-18, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840197001235>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1016/S0377-8401(97)00123-5.

FAGBENRO, O., JAUNCEY, K. Growth and protein utilization by juvenile catfish (*Clarias gariepinus gariepinus*) fed dry diets containing co-dried lactic-acid-fermented fish-silage and protein feedstuffs. **Bioresource Technology**, Essex, v.51, p.29-35, 1995.

FERNANDES, J.B.K. et al. Fontes e níveis de proteína bruta em dietas para juvenis de pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.617-626, 2001. Disponível em: <http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=2908>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982001000300003.

FERRAZ DE ARRUDA, L. et al. Use of fish waste as silage - a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.50, n.5, p.879-886, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/babt/v50n5/a16v50n5.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1590/S1516-89132007000500016.

LOPEZ, L.M., VIANA, M.T. Determinacion de la calidad del alimento elaborado com ensiljes de pescado crudo y cocido, para abulones juveniles de *Heliotis fulgens*. **Ciencias Marinas**, v. 21, n. 3, p. 331-342, 1995.

MACH DIEP T. N.; NORTVEDT, R. Chemical and nutritional quality of silage made from raw or cooked lizard fish (*Saurida undosquamis*) and blue crab (*Portunus pelagicus*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, n.15, p.2519-2526, 2009. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.3761/abstract>. Acesso em: 27 abr. 2012. doi: 10.1002/jsfa.3761.

MEYER, G.; FRACALOSSO, D.M. Protein requirement of jundiá fingerlings (*Rhamdia quelen*) at two dietary energy concentrations. **Aquaculture**, v.240, n.4, p.331-343, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUCIL. **Nutrient requirements of fish**. Washington : National Academy, 1993. 114p.

NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION. **ICN diet catalog**. Cleveland, NBC, 1977/78. p. 18-24.

PIAIA, R.; RADÜNZ NETO, J. Avaliação de diferentes fontes protéicas sobre o desempenho inicial de larvas do jundiá (*Rhamdia quelen*). **Ciência Rural**, v.27, n.2, p.319-323, 1997.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 11 ed. rev. ampl. Piracicaba, Nobel, 1985. p. 56-76.

RODRÍGUEZ T, MONTILLA, J.J, BELLO R.A. Fish silage from shrimp by catch fish: I. Preparation and biological evaluation, *Archivos Latinoamericanos Nutricion*. Sep;40(3):426-38, 1990.

SAS INSTITUTE **Sas user's guide for Windows Environment**: 6.12. Cary: NC, SAS Institute, 1996. 79 p.

SALES, R.O.; SOUZA, J.M.L.; AZEVEDO, A.R. et al. Efeito de dietas contendo silagem biológica de resíduos de pescado no desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECINA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002b. CD-ROM. Piscicultura e Pequenos Animais.

SEIBEL, N.F.; SOUZA-SOARES, L.A. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003. Disponível em: <http://bjft.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v6nu150a.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2012.

SILVA, H.B.R. **Utilização da silagem de subprodutos de peixes filetados na alimentação de suínos**, 2002. 48 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SILVA, H.B.R.; LANDELL FILHO, L.C. Silagem de subprodutos da filetagem de peixe na alimentação de suínos em crescimento parâmetros de desempenho e organolépticos. **Acta Scientiarum**, v. 25, n. 1, p. 137-41, 2003.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G., **Statistical methods**. 6 ed. Ames, Iowa State College Press, 1967. p 45-69.

SOARES C.M. et al. Substituição da proteína do farelo de soja pela proteína do farelo de canola em dietas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1172-1177, 2001.  
STATSOFT INC. **Statistica for Windows** (computer program manual). Tulsa, OK, USA, 1998.

VIANA, M.T.; GUZMAN, J.M.; ESCOBAR, R. Effect of heated and unheated fish silage as a protein source in diets for abalone *Haliotis fulgens*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.30, n.4, p.481-489, 1999. Disponível em:  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1749-7345.1999.tb00996.x/abstract>. Acesso em: 28 abr. 2012. doi: 10.1111/j.1749-7345.1999.tb00996.x.

VIDOTTI, R.M. et al. Growth rate of pacu, *Piaractus mesopotamicus*, fingerlings fed diets containing co-dried fish silage as replacement of fish meal. **Journal of Applied Aquaculture**, v.12, n.4, p.77-88, 2002. Disponível em: [http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J028v12n04\\_07](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J028v12n04_07). Acesso em: 28 abr. 2012. doi: 10.1300/J028v12n04\_07.

VIDOTTI, R.M. et al. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, n.1, p.199-204, 2003. Disponível em: [http://www.gipescado.com.br/banco%20teses\\_dissert/artigos/afst\\_105\(1-4\)-199-204.pdf](http://www.gipescado.com.br/banco%20teses_dissert/artigos/afst_105(1-4)-199-204.pdf). Acesso em: 28 abr. 2012. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00056-7.

WOLZACK, A. The comparison of in vivo and in vitro estimates of protein digestibility of native and thermally processed vegetable proteins. **Qualitas Plantarum: plant foods for human nutrition**. v. 31, p. 31-43, 1981.