

## Produção de silagem ácida a partir de vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) e avaliação da digestibilidade para tilápia-do-nilo

*Production of acid silage from surubim catfish ("Pseudoplatystoma" sp.) viscera and evaluation of digestibility for Nile tilapia*

HISANO, Hamilton<sup>1\*</sup>; ISHIKAWA, Márcia Mayumi<sup>1</sup>; PORTZ, Leandro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Câmpus de Palotina, Palotina, Paraná, Brasil.

\*Endereço para correspondência: [hhisano@cpao.embrapa.br](mailto:hhisano@cpao.embrapa.br)

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização de diferentes proporções de ácido fórmico e ácido cítrico para confecção da silagem de vísceras de surubim. Além disso almejou-se determinar a composição químico-bromatológica e o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e disponibilidade de cálcio e fósforo para tilápia-do-nilo. Para a elaboração das silagens, o ácido fórmico e ácido cítrico foram utilizados nas seguintes proporções: 1:0,75; 0,75:1; 1:1,25 e 1,25:1, além do antioxidante (BHT) 0,02%. Após 30 dias, observou-se que todas as proporções dos ácidos promoveram a obtenção de material estável (pH abaixo de 4), sem diferirem entre si. Dessa forma, optou-se por utilizar a silagem preparada com 1,0:0,75 de ácido fórmico:ácido cítrico, que apresentou a seguinte composição com base na matéria seca: 25,7% de proteína bruta, 7330kcal/kg de energia bruta, 42,4% de extrato etéreo, 0,06% de cálcio e 0,27% de fósforo. Os coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, energia bruta e disponibilidade de cálcio e fósforo do composto ensilado apresentaram as seguintes porcentagens (%): 83,52; 93,30; 80,18; 87,20; 83,11 e 74,28, respectivamente. Os resultados deste estudo permitem concluir que é viável a produção de silagem de vísceras de surubim com ácido cítrico e ácido fórmico e que esse ingrediente pode ser considerado uma fonte proteica alternativa, com alto valor biológico para tilápia-do-nilo.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, *Oreochromis niloticus*, resíduo.

### SUMMARY

Different proportions of formic acid and citric acid to produce surubim catfish viscera silage and to determine the chemical-bromatological composition and apparent digestibility of dry matter, crude protein, ether extract, crude energy and availability of calcium and phosphorus for Nile tilapia were evaluated in this study. It was used: 0.75; 0.75:1; 1:1.25 and 1.25:1 of formic acid and citric acid respectively, plus antioxidant (BHT) 0.02% for silage production. After 30 days different proportions of acids provided stable content (pH below 4) that not differed among treatments. Silage prepared with 1.0:0.75 formic acid: citric acid was selected and showed the following results expressed on dry matter: 25.7% of crude protein, 7330kcal/kg of gross energy, 42.4% of ether extract, 0.06% of calcium Ca and 0.27% of phosphorus. The apparent digestibility coefficients for dry matter, crude protein, ether extract, gross energy, calcium and phosphorus in ensiled compound showed the following percentages: 83.52; 93.30; 80.18; 87.20; 83.11 and 74.28%. Production of surubim catfish viscera silage is feasible with citric acid and formic acid and this ingredient may be considered an alternative protein source with high biological value for Nile tilapia

**Keywords:** alternative feedstuff, *Oreochromis niloticus*, residue.

## INTRODUÇÃO

Com o surgimento de grandes indústrias de beneficiamento, o processo de industrialização de pescado vem crescendo de forma constante (OLIVEIRA et al., 2006a). Esses empreendimentos geram resíduos de alto impacto ambiental e de difícil descarte, que devem ser corretamente manejados, se considerado o adequado gerenciamento ambiental e o desenvolvimento de tecnologias para o seu aproveitamento integral (OETTERER, 2002).

A bioconversão desses resíduos (aparas, carnes escuras, cabeças, vísceras e carcaças), na forma de silagem, pode fornecer proteína de boa qualidade com níveis desejáveis de aminoácidos e alta digestibilidade (VIDOTTI et al., 2003). Além disso, a produção de silagem de pescado oferece vantagens econômicas, pois exige tecnologia simples e independente de escala, além de utilizar material de baixo custo, diferentemente da farinha de peixe, que exige alto investimento para sua produção.

Uma variedade de ácidos inorgânicos e orgânicos tem sido utilizada para confecção de silagem de pescado. Os inorgânicos, apesar de mais baratos, resultam em material com maior acidez, o que torna necessária sua neutralização antes do fornecimento ao animal (ARRUDA et al., 2007). Por outro lado, os ácidos propiônico e fórmico são comumente utilizados, visto permitem a produção de silagem com odor menos pronunciado, além de serem menos corrosivos, portanto, de mais fácil manipulação (BORGHESI et al., 2007). O ácido cítrico também pode ser considerado uma boa opção e apresenta algumas vantagens, principalmente por apresentar menor custo (FAGBENRO & FASAKIN, 1996). No entanto, mesmo em altas concentrações (4,5%),

o uso isolado do ácido cítrico não proporciona a preservação da silagem por mais de 30 dias, logo, é recomendável a adição suplementar do ácido fórmico (GAO, et al., 1992).

Além disso, Vielma & Lall (1997) sugerem que o ácido fórmico promove uma significativa influência no pH e na absorção intestinal por um mecanismo indireto. Os autores ainda defendem que estudos são necessários para caracterizar a quantidade de ácido (orgânico e inorgânico) para manter um pH ótimo para o crescimento normal e saúde dos peixes, além de melhorar a eficiência de absorção e retenção de minerais, em especial a do fósforo.

Conduziu-se este estudo com o objetivo de avaliar diferentes proporções de ácido fórmico e ácido cítrico como alternativa ao uso do ácido propiônico e verificar a digestibilidade da silagem ácida de vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.) como fonte proteica alternativa para a alimentação de tilápia-do-nilo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração da silagem foram utilizadas vísceras de surubim (*Pseudoplatystoma* sp.), retiradas a vácuo (sem contato manual), por um frigorífico com inspeção federal e mantidas sob refrigeração (5°C). Posteriormente, o material foi transportado para o Laboratório de Piscicultura da Embrapa Agropecuária Oeste, onde foi triturado em picador de carne comercial para obtenção de massa homogênea. Em seguida, o material foi pesado e separado em 12 recipientes plásticos que continham 1000g de amostra cada, as quais foram adicionadas as diferentes proporções de ácidos, e, por fim, a mistura foi homogeneizada com auxílio

de espátula. Os tratamentos consistiram na adição de ácido fórmico 85% (AF) e ácido cítrico 99,5% (AC) nas seguintes proporções: 1:0,75; 0,75:1; 1:1,25 e 1,25:1 (V/V) de AF:AC, além do antioxidante (BHT) 0,02/100g, que foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições.

Os recipientes com as diferentes silagens foram mantidos em temperatura ambiente, fechados com tampa plástica e a mistura revolvida a cada dois dias. Para avaliação da estabilidade da silagem foram mensurados o pH e a temperatura durante o período matutino, a cada dois dias, durante 30 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativo, foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey a 5%. Após a avaliação das diferentes concentrações de ácido fórmico e ácido cítrico foi estabelecida a melhor proporção dos ácidos, cujo material foi destinado para avaliação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca) e fósforo (P), segundo metodologia da *Association of Official Agriculture Chemists* (AOAC, 1990) e, para, posteriormente, proceder a confecção da ração experimental.

Para avaliação do coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foram confeccionadas duas rações (ração purificada referência, elaborada com base na proteína da albumina e gelatina e uma ração teste, composta de 70% da ração referência e 30% de silagem na forma úmida), ambas acrescidas com 0,1% de óxido de cromo III (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como indicador externo inerte (Tabela 1). Para o preparo das rações utilizou-se um moedor comercial com abertura de 5,0mm de diâmetro. Após o processamento, as rações foram secas em estufa de ventilação forçada, a 55,0°C por 24 horas e, em seguida,

fracionadas para obtenção dos grânulos (3,6mm).

Foram utilizados dois tanques de fibra de vidro, com capacidade de 1000L, para alimentação com as rações experimentais. Cada tanque continha duas gaiolas de 60L com 15 peixes (35,0±5,0g), e esses tanques eram abastecidos continuamente por água proveniente de poço artesiano. Foi utilizado um período de aclimação, durante os cinco primeiros dias, para adaptação às rações experimentais e o sistema de manejo de coleta.

Tabela 1. Composição percentual da ração purificada referência (base na matéria original)

Ingrediente	(%)
Albumina	32,00
Gelatina	7,70
Amido de milho	44,58
Celulose	6,00
Antioxidante (BHT) <sup>(1)</sup>	0,02
Óleo de soja	6,00
Fosfato bicálcico	3,00
Sal comum (NaCl)	0,10
Suplemento vitamínico e mineral <sup>(2)</sup>	0,50
Óxido de cromo	0,10
Total	100,00

<sup>1</sup>BHT = Butil hidroxi tolueno.

<sup>2</sup>Suplemento vitamínico e mineral (*Supre Mais*): níveis de garantia por kg de ração: Vitaminas: A=600 UI; D3=1.000 UI; E=60mg; K3=12mg; B1=24mg; B2=24mg; B6=20mg; B12=24mg; Ac. fólico=6mg; pantotenato de Ca=60mg; C=240mg; biotina=0,24mg; colina=325mg; niacina=120mg; minerais: ferro=50mg; cobre=3mg; manganês=20mg; zinco=150mg; iodo=0,10mg; cobalto=0,01mg e selênio=0,10mg.

Os peixes permaneceram nesses tanques e foram alimentados à vontade (oito vezes ao dia), com maior frequência à tarde. As gaiolas foram adotadas por facilitar o manejo de

transferência para os aquários de coleta e, conseqüentemente, minimizar o estresse do animal e a contaminação das fezes com sobras de ração.

Ao final de cada tarde, as gaiolas eram transferidas para quatro aquários de coleta de fezes de fundo cônico com capacidade para 250L. Na parte terminal de cada aquário, foram acoplados recipientes plásticos para facilitar a coleta de fezes. Os peixes permaneceram nos aquários de coleta com aeração constante até a manhã do dia subsequente. A temperatura da água e o oxigênio foram monitorados, diariamente, com auxílio de oxímetro digital.

As fezes coletadas foram secas em estufa, a 55,0°C, e moídas manualmente em almofariz. As escamas, quando presentes, foram retiradas com auxílio de uma pinça, acondicionadas em recipientes plásticos e congeladas a, aproximadamente, -20,0°C para posterior análise químico-bromatológica.

As análises de MS, PB, EE, Ca e P foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Agropecuária Oeste, enquanto as análises de EB da silagem, da ração e das fezes foram realizadas pelo Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Alagoas – UFAL. O coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes foi determinado segundo metodologia descrita por CHO et al. (1985).

$$Da_{(n)} = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\%Cr_2O_{3r}}{\%Cr_2O_{3f}} \right) \times \left( \frac{\%N_f}{\%N_r} \right) \right]$$

Em que:

$Da_{(n)}$  = Digestibilidade aparente;

$Cr_2O_{3r}$  = % de óxido de crômio na ração;

$Cr_2O_{3f}$  = % de óxido de crômio nas fezes;

$N_r$  = Nutrientes na ração;

$N_f$  = Nutriente nas fezes.

$$CDA_{(ing)} = \frac{CD_{(rt)} - b \cdot CD_{(rb)}}{a}$$

Em que:

$CDA_{(ing)}$  = coeficiente de digestibilidade aparente do ingrediente;

$CD_{(rt)}$  = coeficiente de digestibilidade

aparente da ração com o ingrediente teste;

$CD_{(rb)}$  = coeficiente de digestibilidade aparente da ração basal;

b = percentagem da ração basal;

a = percentagem do ingrediente teste.

Foram efetuadas oito coletas de fezes, as quais foram agrupadas a cada dois dias, o que totalizou quatro repetições. Para os valores da composição químico-bromatológica e do coeficiente de digestibilidade aparente, foi considerada a média dessas repetições.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes proporções de ácido fórmico e ácido cítrico mostraram-se adequadas para manter a estabilidade do pH e conseqüente preservação da silagem ácida de vísceras de surubim. Destaca-se que, todos os tratamentos alcançaram pH próximo a 4 (Tabela 2). Segundo Seibel & Soares (2003) essa faixa de pH é ideal para o favorecimento da atividade de algumas enzimas, além de impedir a proliferação de micro-organismos patogênicos e deteriorantes. Portanto, a proporção de 1:0,75 (v/v) de ácido fórmico e ácido cítrico foi suficiente para preservação da silagem de vísceras de surubim.

Os resultados do presente estudo corroboram os dados obtidos por Oliveira et al. (2006b), que avaliaram a silagem constituída de resíduos de filetagem de tilápia, composta de 3% de ácido fórmico, por 30 dias, e determinaram temperatura média de

21,5°C e pH de 3,95. Do mesmo modo, Fagbenro & Fasakin (1996), ao elaborarem silagem de vísceras de aves com 4,5% de ácido cítrico e 0,5% de

ácido fórmico para a alimentação do bagre africano (*Clarias gariepinus*) constataram, após 30 dias, que manteve-se o pH4, no ensilado.

Tabela 2. Valores médios e respectivos desvios padrão do pH e temperatura das silagens confeccionadas com diferentes proporções de ácido fórmico (AF) e ácido cítrico (AC), após 30 dias

Item	AF:AC			
	1:0,75	0,75:1	1:1,25	1,25:1
pH	3,72±0,24	3,65±0,11	3,60±0,16	3,50±0,24
Temperatura (° C)	26,2 ±2,80	26,4±2,60	26,2±2,64	26,6±2,15

pH inicial das vísceras=6,05.

Além disso, a opção pelo uso de ácido cítrico em substituição ao ácido propiônico, juntamente com as diferentes proporções de ácido fórmico, proposta no estudo, apresentou viabilidade técnica e se destacou pelo custo de quase 17 vezes menor, quando comparado ao propiônico.

Em relação à composição químico-bromatológica, o percentual de matéria

seca (MS) da silagem de vísceras de surubim determinado no presente trabalho (21,68%), apresentado na Tabela 3, foi similar ao encontrado por Fagbenro & Fasakin (1996) para silagem ácida de vísceras de aves (23,90%). Por outro lado, quando se utilizou resíduo de filetagem de tilápia, Oliveira et al. (2006a) verificaram teor de MS de 42,06%.

Tabela 3. Valor total (VT), coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) e valor digestível (VD) da silagem de vísceras de surubim (% matéria seca)

Nutriente	VT	CDA	VD
Matéria seca (%)	21,68	83,52	18,10
Proteína bruta (%)	25,70	93,30	23,98
Extrato etéreo (%)	42,40	87,20	36,97
Energia (kcal/kg)	7330	80,18	5877
Ca (%)	0,06	83,11	0,05
P (%)	0,27	74,28	0,20

Valores médios obtidos a partir de quatro repetições.

O nível de proteína bruta (PB) da silagem (25,70%), quando comparado com silagens constituídas por outros tipos de resíduos, apresentou valor superior ao obtido por Iglesias et al. (2009), que obtiveram 13,08% de PB

na silagem de resíduo de carpa cabeça grande (*Aristichthys nobilis*) e valor inferior em relação ao resultado de Oliveira et al. (2006a), com silagem ácida de resíduo de filetagem de tilápia (48,00% de PB).

O teor de extrato etéreo (EE) da silagem de vísceras de surubim (Tabela 3) foi elevado (42,40%), principalmente, se comparado a silagens confeccionadas com misturas de carcaça e aparas de sardinha, que segundo informações de Zahar et al., (2002) contém 20,10%. Isso pode ser explicado pelo acúmulo de gordura visceral que aumenta o teor lipídico e, conseqüentemente, a densidade energética da silagem, o que pode limitar seu uso na alimentação de organismos aquáticos.

Os valores de cálcio e fósforo da silagem do presente estudo foram de 0,06 e 0,27% respectivamente. Esses valores foram inferiores àqueles descritos por Fernandes et al. (2007), que obtiveram teores de 5,20% de cálcio e 1,86% de fósforo para silagem de resíduo de tilápia. Essa diferença é resultante da maior proporção de ossos e escamas presentes no resíduo de filetagem de tilápia.

Em função da variação do material residual utilizado para confecção das diferentes silagens, muitos dos resultados distintos para os parâmetros avaliados estão relacionados ao uso de resíduos de diferentes espécies e proporções. Portanto, a análise químico-bromatológica de cada lote de silagem é indispensável para sua aplicação na alimentação de peixes.

Para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, o aproveitamento da silagem ácida de vísceras de surubim para tilápia (Tabela 3) foi menor que o determinado por Oliveira et al. (2006a), quando avaliaram a silagem ácida de filetagem de tilápia-do-nilo para alimentação dessa mesma espécie (95,49%). Por outro lado, Middleton et al. (2001), ao avaliarem a digestibilidade da silagem de vísceras de aves para alimentação de tilápia encontraram menor coeficiente de digestibilidade aparente que o presente trabalho.

Para o coeficiente de digestibilidade aparente da PB (93,30%), os resultados encontrados estão próximos ao determinado por Borghesi et al. (2007), com o uso da silagem ácida de resíduo de processamento de tilápia-do-nilo para alimentação da mesma espécie (92,00%) e indicam bom aproveitamento da fração proteica. Apesar da maior proporção de tecido muscular no resíduo do filetagem da tilápia, o coeficiente de digestibilidade aparente para PB de vísceras foi comparável a esse tipo de silagem.

O coeficiente de digestibilidade aparente do EE (87,20%), do presente trabalho, demonstrou menor aproveitamento da fração lipídica, se comparado com o estudo de Oliveira et al. (2006a) que obtiveram 97,18% com silagem ácida de resíduo de filetagem de tilápia na alimentação de alevinos dessa mesma espécie.

Já os valores do coeficiente de digestibilidade aparente para EB (80,18%) foram superiores aos determinados por Fagbenro & Fasakin (1996) ao utilizarem silagem ácida de vísceras de aves para bagre africano. Por outro lado, Oliveira et al. (2006a) obtiveram resultados inferiores em estudo com silagem ácida de pescado para alimentação de tilápia-do-nilo.

A disponibilidade de Ca e P foram respectivamente de 83,11% e 74,28%, ligeiramente superior para o cálcio e inferior ao fósforo, quando comparados aos resultados encontrados por Borghesi (2007), que determinaram 81,72% para o Ca e 77,86% para o P. Diferenças na disponibilidade dos minerais podem estar relacionadas ao uso de distintos resíduos, assim como maiores níveis de ácidos orgânicos, em especial o fórmico, que pode melhorar a eficiência de absorção e retenção de minerais, principalmente, a do fósforo (VIELMA & LALL, 1997).

Com a expansão da aquicultura, observa-se também um crescimento das indústrias de beneficiamento de pescado, com a ampliação e construção de plantas processadoras de alto nível tecnológico, que visam a aprimorar o aproveitamento do pescado. Nesse aspecto, o uso de equipamentos para o processamento da carne mecanicamente separada (CMS) tem se intensificado, e as vísceras tornam-se o principal sub-produto com potencial de aplicação para alimentação animal.

De certa forma, isso permite a elaboração de produto com maior padronização, sem que haja mistura de diferentes resíduos e proporções, que pode ser processado para obtenção de farinha ou silagem. No caso da silagem, a redução de concentrações de ácido fórmico e a substituição do propiônico pelo cítrico podem diminuir significativamente o seu custo de produção. O preço do ácido cítrico equivale à metade do valor do ácido fórmico e quase 17 vezes menor do que o propiônico.

A combinação de ácido cítrico e ácido fórmico (proporção 1,0:0,75 v/v) para confecção de silagem ácida de vísceras de surubim é viável e mantém pH estável e abaixo de 4. A composição químico-bromatológica e CDA para matéria seca, proteína bruta, energia bruta e disponibilidade de cálcio e fósforo demonstram que a silagem de vísceras de surubim pode ser considerada uma fonte proteica alternativa, com alto valor biológico para tilápia do Nilo.

## AGRADECIMENTOS

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro e ao frigorífico Mar&Terra pela doação das vísceras de surubim.*

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Agriculture Chemists.** Washington, 1990.

ARRUDA, L.F.; BORGHESI, R.; OETTERER, M. Use of Fish Waste as Silage - A Review. **Brazilian Archives of Biology and Tecnology**, v.50, n. 5, p. 879-886, 2007.

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.13, p.1 – 7, 2007.

CHO, C.Y.; COWEY, C. B.; WATANABE, T. **Finfish nutrition in Asia: methodological approaches to research and development.** Ottawa: IDRC, 1985. 154 p.

FAGBENRO, O.A.; FASAKIN, E.A. Citric-acid-ensiled poultry viscera as protein supplement for catfish (*Clarias gariepinus*). **Bioresource Technology**, v.58, p.13–16, 1996.

FERNANDES, J.B.K.; BUENO, R.J.; RODRIGUES, L.A.; FABREGAT, T. EL H.P.; SAKOMURA, N.K. Silagem ácida de resíduos de filetagem de tilápias em rações de juvenis de piauçu (*Leporinus macrocephalus*). **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.29, n.3 p.339-344, 2007.

GAO, K.V.L.Y.; LIAO, P. H. Utilization of Salmon Farm Mortalities: Fish Silage, **Bioresource Technology**, v.41, p.123-127, 1992.

IGLESIAS, L.; PÉREZ, J.T.; LAZO de la VEGA y VALDEZ, J. Evaluación de diferentes niveles de inclusión de ensilado químico de pescado en dietas para *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras**, v.26, p.9-13, 2009.

MIDDLETON, T.R.; FERKET, P.R.; BOYD, L.C.; DANIELS, H.V. M.L. GALLAGHER. An evaluation of co-extruded poultry silage and culled jewel sweet potatoes as a feed ingredient for hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). **Aquaculture**, v.198, p.269–280, 2001.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado Cultivado**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 200p.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; PIMENTA, C.J.; CAMARGO, A.C.S.; FIORINI, J.E.; LOGATO, P.V.R. 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 a.

OLIVEIRA, M.M.; PIMENTA, M.E.S.G.; CAMARGO, A.C.; FIORINI, J.E.; PIMENTA, C.J. 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, 2006b.

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

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D.J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v.105, n.1, p.199-204, 2003.

VIELMA, J.; LALL, S.P. Dietary formic acid enhances apparent digestibility of minerals in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Nutrition**, v.3, n.4, p.265–268, 1997.

ZAHAR, M.; BENKERROUM, N.; GUEROUALI, A.; LARAKI, Y.; EL YAKOUBI, K. Effect of temperature, anaerobiosis, stirring and salt addition on natural fermentation silage of sardine and sardine wastes in sugarcane molasses. **Bioresource Technology**, v.82, p.171-176, 2002.

Data de recebimento: 06/07/2011

Data de aprovação: 19/04/2012