

## Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de coprodutos agroindustriais para tilápia do Nilo

*Apparent digestibility of the energy and nutrients of agro-industrial by-products for Nile tilapia*

BRAGA, Luis Gustavo Tavares<sup>1\*</sup>; RODRIGUES, Fabiana Lopes<sup>1</sup>; AZEVEDO, Rafael Vieira de<sup>2</sup>; CARVALHO, João Sérgio Oliveira<sup>2</sup>; RAMOS, Ana Paula Souza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Faculdade de Medicina Veterinária, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Ilhéus, Bahia, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Ilhéus, Bahia, Brasil.

\*Endereço para correspondência: lgtbraga@gmail.com

### RESUMO

Objetivou-se com este estudo determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e da energia bruta dos coprodutos agroindustriais torta de dendê, farelo de algodão, farelo da vagem de algaroba, farelo da folha de mandioca e farelo de cacau para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Foram utilizados 150 peixes revertidos sexualmente, com peso de  $40 \pm 2,6g$ , distribuídos em 10 gaiolas de 60L, instaladas em cinco caixas de polietileno (310L) e seis incubadoras de 200L adaptadas para ensaio de digestibilidade, em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente foi realizada pelo método indireto, com a utilização 0,10% de óxido crômico ( $Cr_2O_3$ ), como indicador. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta, foram, respectivamente, 56,63; 75,87 e 66,87 para torta de dendê; 48,31; 80,51 e 39,63 para farelo de algodão; 48,69; 51,61 e 30,48 para farelo da vagem de algaroba; 50,22; 49,83 e 29,29 para farelo da folha de mandioca e 43,87; 38,47 e 23,13 para farelo de cacau.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, nutrição, valor nutritivo

### SUMMARY

This study was carried out aimed to determine the dry matter, crude protein and gross energy apparent digestibility coefficients of agro-industrial by-products palm kernel cake, cotton seed meal, mesquite pods meal, aerial parts of cassava meal and cocoa meal for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). One hundred and fifty sexually reverted fishes, with weight of  $40 \pm 2.6g$  were spread across to ten net pens of 60L, installed in five polyethylene boxes (310L) and six hatchers adapted for the digestibility trial (200L), in an entirely randomized layout with five treatments and three repetitions. The apparent digestibility coefficients determination was performed by the indirect method, using 0.10% chromic oxide ( $Cr_2O_3$ ), as marker. Apparent digestibility coefficients of dry matter, crude protein and gross energy were, respectively, 56.63; 75.87 and 66.87 for palm kernel cake; 48.31; 80.51 and 39.63 for cotton seed meal; 48.69; 51.61 and 30.48 for mesquite pods meal; 50.22; 49.83 and 29.29 for aerial parts of cassava meal and; 43.87; 38.47 and 23.13 for cocoa meal.

**Keywords:** alternative food, nutrition, nutritive value

## INTRODUÇÃO

As tilápias são o segundo grupo de peixes de água doce cultivado no mundo, atrás apenas das carpas (EL-SAYED, 2002; ATWOOD et al., 2003). Dentre as características que elevaram as tilápias, especialmente a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a este patamar se destacam: a resistência a altas temperaturas, baixas concentrações de oxigênio dissolvido e alta concentração de amônia na água, facilidade na obtenção de larvas, além das suas qualidades organolépticas e ausência de espinhos em forma de “Y” em seu filé (MEURER et al., 2002; JUSTI et al., 2005; SILVA et al., 2006). Na criação de peixes em sistema intensivo e superintensivo, o fator alimentação pode atingir até 70% dos custos de produção (GONÇALVES et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008). Por esta razão torna-se necessário avaliar fontes alternativas de alimentos que promovam a redução dos custos das dietas para peixes. Assim, os estudos referentes à exploração de coprodutos agroindustriais como componentes de dietas, para substituir em parte ou totalmente os alimentos tradicionais, tem se tornado cada vez mais frequentes (MBAHINZIREKI et al., 2001; CHENG & HARDY, 2002; SOUZA & HAYASHI, 2003; SOUZA et al., 2004; GUIMARÃES et al., 2008; LIMA et al., 2009).

É necessário o conhecimento do valor nutricional desses coprodutos agroindustriais bem como das suas limitações, para que a substituição não cause comprometimento nas respostas produtivas dos peixes. Neste sentido se destacam os ensaios de digestibilidade (FURUYA et al., 2001; BOSCOLO et al., 2002; PEZZATO et al., 2000; PEZZATO et al., 2002; MEURER et

al., 2003; BOSCOLO et al., 2004; PEZZATO et al., 2004).

Conhecer os valores de digestibilidade da energia e nutrientes dos alimentos permite a formulação de rações que atendam as exigências nutricionais dos animais (BOSCOLO et al., 2002), além de reduzir o impacto ambiental causado pelas fezes e resíduos dos alimentos (CHENG et al., 2003). Nesse contexto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e da energia bruta dos coprodutos agroindustriais torta de dendê, farelo de algodão, farelo da vagem de algaroba, farelo da folha de mandioca e farelo de cacau para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição e Alimentação de Peixes (Aquanut), da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – Ba, nos meses de junho e julho de 2009. Foram utilizados 150 exemplares de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), machos, revertidos sexualmente, com peso de  $40 \pm 2,6$ g, fornecidos pela Fazenda Aquavale, em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. A estrutura física foi formada por 10 gaiolas de 60L, instaladas em cinco caixas de polietileno (310L), abastecidas em fluxo contínuo (1,2L/m) em um sistema de circulação fechada, com filtragem biológica e fotoperíodo controlado (12h de luz), e seis incubadoras (aquários de digestibilidade) de forma cônica de 200L, equipadas com registro e coletor imerso em caixa de isopor com gelo na parte inferior e mantidas sob aeração

forçada e troca parcial de água no terço superior, conforme metodologia adaptada de Portz & Cyrino (2004), para coleta das fezes. As variáveis físico-químicas da água pH e oxigênio dissolvido (mg/L) foram monitoradas três vezes por semana e a temperatura (°C) diariamente pela manhã e tarde. Foram avaliados os coprodutos agroindustriais: torta de dendê, farelo de algodão, farelo da vagem de algaroba, farelo da folha de mandioca e farelo de

cacau. A análise da composição químico-bromatológica (Tabela 1), quanto aos valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Santa Cruz segundo a metodologia de AOAC (1984).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica quanto aos valores de matéria seca (MS %), matéria mineral (MM %), proteína bruta (PB %), energia bruta (EB kcal/kg), fibra bruta (FB %), fibra em detergente ácido (FDA %) e fibra em detergente neutro (FDN %) dos coprodutos utilizados nas dietas experimentais (matéria natural)

Ingrediente	MS	MM	PB	EB	FB	FDA	FDN
Torta de dendê	93,08	1,15	15,75	4397	56,9	30,13	74,27
Farelo de algodão	92,12	3,49	27,64	4375	33,2	27,96	53,05
Farelo da vagem de algaroba	90,34	6,25	43,80	4124	4,0	6,87	15,29
Farelo da folha de mandioca	92,74	6,50	21,87	4641	24,5	25,29	38,38
Farelo de cacau	91,83	6,13	12,96	3813	26,0	33,95	41,09

Os tratamentos consistiram de uma dieta referência e cinco dietas teste e estas eram compostas de 70% da dieta referência e 30% do coproduto a ser testado. A dieta referência (Tabela 2) foi elaborada de acordo com o NRC (1993) e a partir de valores de coeficiente de digestibilidade aparente obtidos para tilápia do Nilo (BOSCOLO et al., 2002; PEZZATO et al., 2002).

Os alimentos e os coprodutos utilizados foram moídos em moinho tipo faca com peneira de 0,5mm, e posteriormente, homogeneizados de acordo com a formulação de cada dieta. Após a adição do óleo de soja e umedecimento com água a 50°C (20%), as diferentes dietas foram granuladas em peletizadoras com matriz de três milímetros de abertura.

Os peletes foram secos em estufa de circulação forçada (55°C) por 24h.

Os animais foram submetidos a um período de adaptação de três dias antes de cada dieta avaliada, e permaneceram nos tanques de alimentação onde eram arraçoados à vontade por quatro vezes ao dia. Esse período garantia o esvaziamento do tubo digestório da dieta anterior.

Durante o período de colheita de fezes, as tilápias foram mantidas nas gaiolas, dentro dos aquários de alimentação e arraçoadas à vontade com as dietas em quatro refeições diárias, duas no período da manhã e duas no período da tarde. Após o último arraçoamento, os peixes foram transferidos para os aquários de digestibilidade onde permaneceram até a manhã seguinte. Antes de iniciar a

retirada das fezes nos copos coletores, procedia-se o retorno das tilápias para os aquários de alimentação. As fezes das tilápias alimentadas com a dieta referência e dietas teste foram

colhidas em triplicata. Por sedimentação as fezes eram depositadas em copos coletores, e procedeu-se, a retirada desses copos coletores após fechamento do registro.

Tabela 2. Composição percentual da dieta referência usada no ensaio de digestibilidade para tilápia do Nilo

Ingrediente	Dieta referência (%)
Farinha de peixe	30,00
Farelo de soja	23,64
Farelo de trigo	12,85
Amido de milho	11,40
Fubá de milho	10,00
Farelo de algodão	8,00
Óleo de soja	3,09
Suplemento (min + vit) <sup>1</sup>	1,00
Antioxidante BHT <sup>2</sup>	0,02
Óxido de cromo III	0,10
Alimento teste	0,00
Total	100,00
Valores calculados	
Proteína digestível (%)	28,0
Energia digestível (kcal/kg)	3.000
Fibra bruta (%)	5,0
Gordura (%)	6,2

<sup>1</sup>Premix mineral e vitamínico (Composição/ kg do produto): vit. A = 6.000.000 UI; vit. D3 = 2.250.000 UI; vit. E = 75.000mg; vit. K3 = 3.000mg; vit. tiamina= 5.000mg; riboflavina = 10.000mg; vit. pirodoxina = 8.000mg; biotina = 2.000mg; vit. C = 192.500mg; niacina = 30.000mg; ácido fólico = 3.000mg; Fe = 100.000mg; Cu = 600mg; Mn = 60.000mg; Zn = 150.000mg; I = 4.500mg; Cu = 15.000mg; Co = 2.000mg; Se = 400mg.; <sup>2</sup>BHT = Butil-hidroxi-tolueno.

As fezes úmidas foram depositadas em recipientes de alumínio identificados, e nestes, transferidas para secagem em estufa ventilada (55°C) por 36 horas. Após a secagem, o material fecal foi separado de contaminações por escamas em peneiras de 0,5mm e armazenado em freezer (-10°C), até a realização das análises químicas.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente das rações e dos alimentos testados foi realizada pelo

método indireto, com utilização de 0,1% de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como indicador, adicionado às dietas referência e teste. Os teores de óxido de cromo nas dietas e excretas foram determinados por absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal – DZO da Universidade Federal de Viçosa. Os coeficientes de digestibilidade aparente foram calculados, segundo Pezzato et al. (2002), por meio das seguintes fórmulas:

$$CDA = 100 - \left[ 100 \times \left( \frac{\% \text{ do indicador no alimento}}{\% \text{ do indicador nas fezes}} \right) \times \left( \frac{\% \text{ do nutriente nas fezes}}{\% \text{ do nutriente no alimento}} \right) \right]$$
$$CDA(ing) = \frac{CD(dt) - b.CD(dr)}{a}$$

Em que:

CDA = Coeficiente de digestibilidade aparente;

CDA (ing) = Coeficiente de digestibilidade aparente do alimento;

CD (dt) = Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta com alimento teste;

CD (dr) = Coeficiente de digestibilidade aparente da dieta referência;

b = Porcentagem da dieta referência;

a = Porcentagem do ingrediente teste.

A análise da composição bromatológica da dieta referência, dietas teste e excretas foi realizada de acordo com os métodos descritos por AOAC (1984) no Laboratório de Nutrição Animal da UESC. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e as diferenças estatísticas foram detectadas pelo teste Tukey 5% de probabilidade, com utilização do programa estatístico SAEG (UFV, 1993).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos parâmetros temperatura, pH, e oxigênio dissolvido, observados durante o período experimental foram de  $25,6 \pm 1,1^\circ\text{C}$ ;  $6,8 \pm 0,1$ ;  $3,2 \pm 1,8\text{mg/L}$ , respectivamente, considerados dentro da faixa recomendada para criação de peixes de clima tropical (ROSS, 2000).

As médias dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB)

e energia bruta (EB), além dos valores de proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) para os coprodutos testados, farelo de folha de mandioca, farelo da vagem de algaroba, farelo de algodão, farelo de cacau e torta de dendê para tilápia do Nilo, constam na Tabela 3. Houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para coeficientes de digestibilidade aparente entre os coprodutos para todas as frações analisadas (MS, PB e EB).

Pode-se observar que para os coprodutos analisados, a torta de dendê apresentou o melhor ( $P < 0,05$ ) valor para coeficiente de digestibilidade aparente da MS, valor este superior ao obtido para farelo de cacau. Nota-se ainda que o coeficiente de digestibilidade aparente da MS encontrado para torta de dendê, foi semelhante aos valores obtidos para farelo de algodão, farelo da vagem de algaroba e farelo da folha de mandioca, os quais se mostram semelhantes ao do farelo de cacau.

O resultado para coeficiente de digestibilidade aparente da MS obtido nesta pesquisa para torta de dendê, foi inferior ao relatado por Oliveira et al. (1998), que ao trabalharem com tilápia do Nilo ( $1,92 \pm 0,04\text{g}$ ) encontraram valores que variaram de 74,74 a 82,45%, de acordo com o nível de inclusão da torta de dendê (7 a 35%) e, semelhante ao coeficiente de digestibilidade aparente de 54,80% encontrado por Oliveira et al. (1997), em experimento com pacu (*Piaractus mesopotamicus*) de 180g.

Tabela 3. Valores médios dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e valores de proteína digestível (PD) e energia digestível (ED) de coprodutos para a tilápia do Nilo

Coproducto	Coeficiente de digestibilidade aparente (%)			PD (%)	ED (kcal/kg)
	MS	PB	EB		
Torta de dendê	56,63 <sup>a</sup>	75,87 <sup>a</sup>	66,87 <sup>a</sup>	11,95	2940
Farelo de algodão	48,31 <sup>ab</sup>	80,51 <sup>a</sup>	39,63 <sup>b</sup>	22,25	1734
Farelo da vagem de algaroba	48,69 <sup>ab</sup>	51,61 <sup>b</sup>	30,48 <sup>bc</sup>	22,61	1257
Farelo da folha de mandioca	50,22 <sup>ab</sup>	49,83 <sup>b</sup>	29,29 <sup>bc</sup>	10,90	1359
Farelo de cacau	43,87 <sup>b</sup>	38,47 <sup>b</sup>	23,13 <sup>c</sup>	4,99	882
Coeficiente de variação (%)	8,69	12,38	10,35	-	-

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Pezzato et al. (2002), Souza & Hayashi (2003) e Kleemann et al. (2009) encontraram, para tilápia do Nilo, valores superiores ao observado nesta pesquisa para coeficientes de digestibilidade aparente da MS para farelo de algodão, respectivamente, de 53,11; 70,23 e 53,45 a 54,32%. O mesmo pode ser observado para o coeficiente de digestibilidade aparente da MS de 55,99% encontrado por Pezzato et al. (2004), para farelo de algaroba, superior ao encontrado neste experimento. As variações entre os coeficientes de digestibilidade aparente apresentados para farelo de algaroba podem ser devido à presença de taninos. Segundo Pinto et al. (2004), concentração de tanino igual ou maior que 0,46% na ração diminui de forma significativa a digestibilidade aparente da MS em tilápia do Nilo.

Falaye & Jauncey (1999) em experimento com tilápia do Nilo (0,97g) encontraram valor de coeficiente de digestibilidade aparente da MS de 39,80% para farelo de cacau, valor esse inferior ao encontrado nesta pesquisa. Apesar do valor superior ao encontrado por estes autores, o farelo de cacau apresentou o pior coeficiente de

digestibilidade aparente entre os coprodutos analisados nesta pesquisa, o que pode ser devido a fatores como o elevado valor de fibra detergente ácido (34%), e também em razão da existência de fatores antinutricionais como a presença dos alcalóides theobromina, theofilina e cafeína (SOTELO & ALVAREZ, 1991).

Em relação a PB, os melhores (P<0,05) valores de coeficientes de digestibilidade aparente foram obtidos pelo farelo de algodão e pela torta de dendê comparados aos obtidos para os farelos da vagem de algaroba, da folha de mandioca e de cacau.

O coeficiente de digestibilidade aparente da PB obtido para farelo de algodão neste experimento foi superior aos encontrados por Pezzato et al. (2002) e Kleemann et al. (2009), respectivamente, 74,87% e 71,56 a 74,81% e, inferior ao obtido por Souza & Hayashi (2003) com coeficiente de digestibilidade aparente de 88,70% para tilápia do Nilo.

Segundo Furuya et al. (2001), a presença de fatores antinutricionais e a forma de processamento aplicada influenciam o valor nutritivo dos alimentos, o que pode explicar as

variações nos coeficientes de digestibilidade aparente encontrados por diferentes autores. No caso do farelo de algodão, a presença do gossipol, além de inibir a atividade de diversas enzimas (BEAUDOIN, 1985), durante o processamento, o gossipol livre pode se unir à proteína, e tornar alguns aminoácidos indigestíveis (MARTIN, 1990).

Para torta de dendê, obteve-se valor de coeficiente de digestibilidade aparente da PB inferior ao encontrado por Oliveira et al. (1998) para tilápia do Nilo (92,79 a 97,86%) e semelhante ao verificado por Oliveira et al. (1997), quando trabalharam com pacu (75,76%).

Com relação aos coeficientes de digestibilidade aparente do farelo de algaroba e do farelo da folha de mandioca, Pezzato et al. (2004), em experimento com tilápia do Nilo (100g), encontraram valor de coeficiente de digestibilidade aparente de 81,92% e Ng & Wee (1989), relataram valor de coeficiente de digestibilidade aparente de 67,7%, ambos superiores aos encontrados neste experimento, respectivamente.

O baixo valor do coeficiente de digestibilidade aparente da PB apresentado pelo farelo da vagem de algaroba pode ser devido à ação do tanino, que possui ação inibidora sobre as enzimas digestivas (PINTO et al., 2000). A presença de taninos, assim como outros fatores antinutricionais, a exemplo do cianeto e saponinas, pode ter influenciado negativamente na digestibilidade da proteína das folhas da mandioca (MELO et al., 2008).

Para os valores médios de coeficientes de digestibilidade aparente da EB, pode-se observar que a torta de dendê apresentou o melhor valor ( $P<0,05$ ). O farelo de algodão apresentou valor de coeficiente de digestibilidade aparente

da EB superior ( $P<0,05$ ) ao farelo de cacau e semelhante aos obtidos para os farelos da vagem da algaroba e folha da mandioca, e estes, apresentaram valores semelhantes ao farelo de cacau.

Valores superiores ao encontrado para coeficientes de digestibilidade aparente da EB para farelo de algodão nesta pesquisa, foram relatados por Pezzato et al. (2002), Souza & Hayashi (2003) e Kleemann et al. (2009) para tilápia do Nilo, respectivamente, 99,39; 71,76 e 53,80 a 58,60%. Do mesmo modo, Pezzato et al. (2004) encontraram coeficiente de digestibilidade aparente de 73,96% para tilápia do Nilo, valor este também superior ao encontrado neste experimento.

Com exceção da torta de dendê, os demais coprodutos apresentaram coeficientes de digestibilidade aparente da EB baixos. Um dos fatores que pode explicar o baixo coeficiente de digestibilidade aparente desses coprodutos é a presença de alto teor de FDA. Ainda que a torta de dendê utilizada neste experimento tenha apresentado alto teor de fibra bruta (56,9%), também apresentou alto teor de fibra em detergente neutro (74,3%), composta por grande parte de hemicelulose, que é a porção digestível da fibra. Esta fibra de alta qualidade não influenciou na digestibilidade deste coproduto.

Diante dos valores de proteína e energia digestível obtidos para os coprodutos estudados, verificou-se que estes ingredientes podem ser utilizados como componentes em formulações de rações para tilápias do Nilo, em substituição parcial de ingredientes considerados convencionais em rações comerciais.

Entre os coprodutos analisados, a torta de dendê apresentou os melhores resultados para coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e energia bruta. Conclui-

se com isso que a tilápia do Nilo utiliza eficientemente este ingrediente o que viabiliza sua utilização em rações para esta espécie.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado; ao CNPq e Pratiği Alimentos SA, pelo financiamento do projeto de pesquisa; à Universidade Estadual de Santa Cruz, que possibilitou a realização do experimento; à Vitaly Foods, RIOCON, COOPATAN, Cargil, Fazenda Aquavale e ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pelo apoio no desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, D.C., 1984. p.152–160.

ATWOOD, H.L.; TOMASSO, J.R.; WEBB, K.; GATLIN, D.M. Low-temperature tolerance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: effects of environmental and dietary factors. **Aquaculture Research**, v.34, n.3, p.241-251. 2003.

BEAUDOIN, A.R. The embriotoxicity of gossypol. **Teratology**, v.32, p.251-257, 1985.

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

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

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. Effect of microbial phytase on apparent nutrient digestibility of barley, canola meal, wheat and wheat middlings, measured in vivo using rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.271-277, 2002.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.; USRY, J.L. Effects of lysine supplementation in plant protein-based diets on the performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and apparent digestibility coefficients of nutrients. **Aquaculture**, v.215, p.255-265, 2003.

EL-SAYED, A.F.M. Effects of stocking density and feeding levels on growth and feed efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fry. **Aquaculture Research**, v.33, n.8, p.621-626. 2002.

FALAYE, A.E.; JAUNCEY, K. Acceptability and digestibility by tilapia *Oreochromis niloticus* of feeds containing cocoa husk. **Aquaculture Nutrition**, v.5, p. 157-161, 1999.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; FURUYA, V.R.B.; BARROS, M.M.; LANNA, E.A.T. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes do farelo de canola pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.611-616, 2001.

GONÇALVES, G.S.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; HISANO, H.; FREIRE, E.S.; FERRARI, J.E.C. Digestibilidade aparente e suplementação de fitase em alimentos vegetais para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.313-321, 2004.

GUIMARÃES, I.G.; MIRANDA, E.C.; RIBEIRO, V.L.; MARTINS, G.P.; MIRANDA, C.C. Farinha de camarão em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 140-149. 2008.

JUSTI, K.C.; PADRE, R.G.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Efeito da temperatura da água sobre desempenho e perfil de ácidos graxos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.4, p.529-534. 2005.

KLEEMANN, G.K.; BARROS, M.M.; PEZZATO, L.E. Valor nutricional do farelo de algodão para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.1, p.87-94, 2009.

LIMA, C.B.; GUIMARÃES, I.G.; RIBEIRO, V.L.; MIRANDA, E.C. Farinha de algaroba em dietas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Pubvet**, v.3, n.3, 2009.

MARTIN, S.D. Gossypol effects in animal feeding can be controlled. **Feedstuffs**, v.62, n.1, p.14-17, 1990.

MBAHINZIREKI, G.B.; DABRIWSKI, K.; LEE, K.J.; EL-SAYDY, D.; WISNER, E.R. Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis* sp.) fed with cottonseed meal-based diets in a recirculating system. **Aquaculture Nutrition**, v.7, n.3, p.189-200, 2001.

MELO, D.S.; CORRÊA, A.D.; MARCOS, F.C.A.; SOUSA, R.V.; ABREU, C.M.P.; SANTOS, C.D. Efeitos da farinha de folhas de mandioca sobre a atividade das enzimas AST, ALT, FA e lipídios hepáticos de ratos *Wistar*. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v.28, p.32-37, 2008. Suppl.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566-573, 2002.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p. 1801-1809, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of warm water, fishes and shellfishes: nutrient requirements of domestic animals**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1993. 114p.

NG, W.K.; WEE, L. The nutritive value of cassava leaf meal in pelleted feed for Nile tilapia. **Aquaculture**, v.83, p.45-58, 1989.

OLIVEIRA, A.C.B.; CANTELMO, O.A.; PEZZATO, L.E.; RIBEIRO, M.A.R.; BARROS, M.M. Coeficiente de digestibilidade aparente da torta de dendê e do farelo de coco em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Revista Unimar**, v.19, n.3, p.897-903, 1997.

OLIVEIRA, A.C.B.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; GRANER, A. Digestibilidade aparente e efeito macro-microscópico em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) arraçadas com torta de dendê. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.210-215. 1998.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.;  
BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.;  
PEZZATO, A.C.; FURUYA, W.M.  
Valor nutritivo do farelo de coco para  
tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).  
**Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.695-  
699, 2000.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.;  
BARROS, M.M.; PINTO, L.G.Q.;  
FURUYA, W.M.; PEZZATO, A.C.  
Digestibilidade aparente de ingredientes  
pela tilápia do Nilo (*Oreochromis  
niloticus*). **Revista Brasileira de  
Zootecnia**, v.31, n.4, p.1595-1604,  
2002.

PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.;  
BARROS, M.M.; FURUYA, W.M.;  
PINTO, L.G.Q. Digestibilidade  
aparente da matéria seca e da proteína  
bruta e a energia digestível de alguns  
alimentos alternativos para tilápia do  
Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta  
Scientiarum Animal Science**, v.26,  
n.3, p.329-337, 2004.

PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.;  
MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.;  
FURUYA, W.M. Ação do tanino na  
digestibilidade de dietas pela tilápia do  
Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Acta  
Scientiarum**, v.22, n.3, p.671—681,  
2000.

PINTO, L.G.Q.; PEZZATO, L.E.;  
MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M.;  
FURUYA, W.M. Ação do tanino na  
digestibilidade dos nutrientes da ração  
pela tilápia do Nilo, *Oreochromis  
niloticus*. **Acta Scientiarum Animal  
Science**, v.26, n.2, p.181-186, 2004.

PORTZ, L.; CYRINO, J.E. Digestibility  
of nutrients and amino acids of different  
protein sources in practical diets by  
largemouth bass, *Micropterus  
salmoides*. **Aquaculture Research**,  
v.35, n.4, p.312-320, 2004.

ROSS, L.G. Environmental physiology  
and energetics. In: BEVERIDGE,  
M.C.M.; McANDREW, B.J. (Eds.).  
**Tilapias: biology and exploitation**.  
Dordrecht: Kluwer Academic  
Publishers, 2000. p.89–128.

SILVA, L.C.R.; FURUYA, W.M.;  
SANTOS, L.D.; SANTOS, V.G.;  
SILVA, T.S.C; PINSETTA, P.J. Níveis  
de teonina em rações para tilápias-do-  
nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
v.35, n.4, p.1258-1264, 2006.

SOTELO, A.; ALVAREZ, R.G.  
Chemical composition of wild  
theobroma species and their comparison  
to the cacao bean. **Journal of  
Agricultural and Food Chemistry**,  
v.39, p. 1940-1943, 1991.

SOUZA, S.R., HAYASHI, C.  
Digestibilidade do farelo de algodão  
pela tilápia do Nilo (*Oreochromis  
niloticus* L.) e piavuçu (*Leporinus  
macrocephalus* B & G). **Acta  
Scientiarum Animal Sciences**, v.25,  
n.1, p.15-20. 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA UFV. **Manual de utilização  
do programa SAEG (Sistemas para  
análises estatísticas)**. Viçosa, MG,  
1993. 59p.

Data de recebimento: 07/04/2010  
Data de aprovação: 13/09/2010