

Rações farelada, peletizada e extrusada na produção de exemplares juvenis de tilápia do Nilo

Arcangelo Augusto Signor¹; Wilson Rogerio Boscolo¹; Flavia Renata Potrich¹; Altevir Signor¹; Fabio Bittencourt¹ e Aldi Feiden¹

¹ Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura – GEMAq, Unioeste/Toledo, PR. Rua da Faculdade, 645. Jd. Santa Maria, CEP 85903-160.

angelo_signor@hotmail.com wrboscolo@bol.com.br flavirenatapotrich@gmail.com
altevirsignor@gmail.com bitanca@hotmail.com aldfifeiden@gmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e a composição corporal de alevinos revertidos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* alimentados com dietas fareladas, peletizadas e extrusadas. Foram utilizados 360 alevinos revertidos com $1,47 \pm 0,05$ g. Os peixes foram distribuídos em 18 tanques de polietileno com 500 L cada, em um delineamento inteiramente casualizado, sendo a unidade experimental composta por um tanque com 20 peixes. Os peixes foram alimentados com dietas farelada, peletizada e extrusada, contendo 30% de proteína digestível e 3145 kcal/kg de energia digestível. O arraçoamento foi realizado quatro vezes ao dia até a saciedade aparente. Foram observadas médias superiores de ganho de peso para os peixes que receberam dietas extrusadas e peletizadas. As médias inferiores de conversão alimentar e maiores de eficiência alimentar foram observadas para os peixes que receberam a dieta extrusada. Não foi verificada diferença ($P < 0,05$) na sobrevivência e composição da carcaça em umidade, proteína bruta e matéria mineral. Os peixes alimentados com dietas peletizadas e extrusadas apresentaram maiores teores de gordura na carcaça. A dieta extrusada proporciona melhor desempenho dos juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*).

Palavras-chave: Desempenho produtivo, manejo alimentar, piscicultura, processamento de rações.

Mealed, pelletized and extruded diets on production of youthful Nile juvenile tilapia

Abstract: The aim of this study was to evaluate the performance and body composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*), juveniles fed with mealed, pelletized and extruded diets. Three hundred and sixty fish reversed (1.47 ± 0.05) were distributed in 18 polietilen tanks (500 L each), in a completely randomized design, in an experimental unity with 20 fish. The fish were fed with diet containing 30% of the digestible protein and 3145 kcal/kg of digestible energy/kg, mealed, pelletized and extruded. Fish were fed four times a day until the apparent satisfy. Higher weight gain was observed in fish fed extruded and pelletized diet. The feed conversion ratio, feed efficiency on extruded diet was observed. No differences were observed ($P < 0.05$) on survival and carcass composition in humidity tenor, raw protein and mineral matter. The extruded diet provides better performance of juvenile Nile tilapia (*O. niloticus*).

Keywords: Productive performance, diet management, fish culture, diet processing.

Introdução

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é uma espécie originária da África e foi introduzida no Brasil inicialmente para subsistência, devido ao seu potencial para a

aqüicultura teve sua distribuição expandida em todo o território nacional. Atualmente, é uma das principais espécies com potencial para a aqüicultura, pois está adaptada às condições climáticas (Toyama *et al.*, 2000). Esta espécie apresenta hábito alimentar onívoro com eficiente utilização de carboidratos na dieta, e devido ao aumento de sua produção e importância que esta representa à aqüicultura, muitos aspectos de sua nutrição vêm sendo estudados (Pezzato *et al.*, 2002).

Os atuais sistemas de produção de tilápias estão baseados nos cultivos intensivos, em que a dieta representada por rações completas são de alto custo operacional. Portanto, é importante avaliar a forma de processar os alimentos, visando maximizar a disponibilização de seus nutrientes e proporcionar maior absorção pelos peixes (Tacon e Jackson, 1985; Siddhuraju e Becker, 2002).

Na aqüicultura vários processamentos são empregados para produção de rações, desde uma simples moagem e mistura até os mais sofisticados e de maior custo operacional, como a peletização e extrusão. O processamento das rações propicia modificações benéficas do amido cru, melhorando a disponibilização dos nutrientes (Jayaram e Shetty, 1981), diminuindo a seletividade alimentar, reduzindo as perdas por lixiviação dos nutrientes (Vieira *et al.*, 2005), e reduzindo a carga de poluentes na água (Meurer *et al.*, 2005).

A tecnologia da extrusão vem sendo muito utilizada no processamento de dietas para organismos aquáticos, principalmente, pela diversidade de ingredientes que podem ser utilizados em sua elaboração, e também por aumentar os valores nutritivos dos alimentos (Davis e Arnold, 1995). A extrusão proporcionou acréscimo nos valores nutricionais do farelo de canola para o salmão (*Oncorhynchus tshawytscha*), demonstrando que além do amido, outros nutrientes podem ser disponibilizados, bem como inativação de fatores antinutricionais (Satoh *et al.*, 1998). No entanto, em condições severas de temperatura podem reduzir a digestibilidade da proteína e aminoácidos, pois a lisina pode reagir com os açúcares presente nos alimentos (Cheng e Hardy, 2003a).

A moagem dos ingredientes que compõem as dietas mostra influência sobre a estabilidade, seletividade (Booth *et al.*, 2000) e custo. Esses ingredientes finamente moídos consomem maiores quantidades de energia e tempo de moagem (Meurer *et al.*, 2003a). Porém, proporcionam maior eficiência alimentar (Pezzato *et al.*, 1995). Assim sendo, a eficiência da digestão está diretamente ligada a relação entre superfície de exposição das partículas alimentares e as secreções digestivas (NRC, 1993; Zanotto, 1995; Soares *et al.*, 2003).

O processo de peletização consiste em compactar mecanicamente a dieta, através do aquecimento pelo atrito mecânico durante a prensagem dos alimentos pelos rolos compressores contra a matriz (Millan, 1987). A extrusão exige alta pressão, umidade e temperaturas elevadas (Cheng e Hardy, 2003a; Cheng e Hardy, 2003b), com maior gelatinização do amido (Vieira *et al.*, 2005), ocorrendo exposição dos nutrientes contidos no interior das células vegetais, favorecendo a ação digestiva e melhorando a eficiência alimentar (Kubitza, 1998; Barrows *et al.*, 2007). Neste sentido o presente trabalho foi avaliar o desempenho zootécnico e a composição corporal de alevinos revertidos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* alimentados com dietas fareladas, peletizadas e extrusadas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Aqüicultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, durante 60 dias (05/01 a 05/03/2007). Foram utilizados 360 alevinos revertidos de tilápia do Nilo com peso inicial médio $1,47 \pm 0,05$ g. Os peixes foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em 18 tanques de polietileno com capacidade para 500 L cada, em sistema de recirculação de água, com três tratamentos e seis repetições, sendo a unidade experimental composta por uma caixa com 20 peixes.

Os animais foram alimentados com três dietas, farelada, peletizada e extrusada formuladas a base de milho, farelo de soja e farinha de peixe. Os nutrientes das dietas foram calculados baseados nos dados de digestibilidade descritos por Boscolo *et al.* (2002), Meurer *et al.* (2003b) e Boscolo *et al.* (2008). As rações continham 30% de proteína digestível (PD) e 3145 kcal de energia digestível kg⁻¹ (ED), isocálcicas (1,2% de Ca) e isofosfóricas (0,77% de P), atendendo as exigências da espécie. A composição percentual e química das rações estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Os alimentos (farelo de soja, farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, milho e trigo integral) foram inicialmente pesados, pré-misturados e submetidos à moagem em um triturador tipo martelo com peneira de malha de 0,8 mm. Posteriormente, foi realizada uma nova mistura e incorporado, antioxidante, fosfato bicálcico, suplemento mineral e vitamínico e sal, constituindo-se assim a ração farelada.

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais para juvenis de tilápia do Nilo

Ingredientes	%
Farelo de soja	51,36
Milho	17,30
Farinha de tilápia	12,00
Trigo integral	17,35
Suplemento (min.+vit.) ¹	1,00
Sal	0,50
Fosfato bicálcico	0,47
Antioxidante (BHT)	0,02
Total	100

¹ Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D₃, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K3, 1.000mg; Vit. B1, 1.500mg; Vit. B2, 1.500mg; Vit. B6, 1.500mg; Vit. B12, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Colina, 40.000mg; Co, 10mg; Cu, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

Tabela 2 - Composição química das dietas experimentais para juvenis de tilápia do Nilo

Nutrientes	(%)
Energia digestível (kcal/kg) ²	3145,00
Proteína digestível (%) ²	30,00
Cálcio (%)	1,20
Amido (%)	24,05
Fibra (%)	3,37
Fósforo total (%)	0,77
Gordura (%)	4,28
Linoléico (%)	0,80
Lisina (%)	1,98
Metionina + Cistina (%)	1,27
Metionina (%)	0,58

² Valores de energia e proteína digestíveis propostos por Boscolo *et al.* (2002), Meurer *et al.* (2003b) e Boscolo *et al.* (2008).

A dieta peletizada foi processada em um equipamento de laboratório tipo moedor de carne marca BECCARO® equipado com duas diferentes matrizes com aberturas de 1,5 e 3,0 mm. Para esse procedimento, a dieta farelada foi umidecida com água a 50°C, peletizada e

posteriormente, seca em estufa de ventilação forçada por 12 horas a 55°C, resultando em um produto com cerca de 10 % de umidade. A seguir foram medidos, com o auxílio de um paquímetro, 50 grânulos processados nas matrizes de 1,5 e 3,0 mm, obtendo-se péllets com diâmetros finais de $1,34 \pm 0,05$ e $2,95 \pm 0,23$ mm, respectivamente. Os peixes foram inicialmente arraçoados com grânulos menores e gradativamente substituídos por maiores quando os animais conseguiam ingerí-los.

A extrusão foi realizada em um equipamento marca EX-MICRO® com capacidade de produção para 10 kg.h^{-1} . Para esse procedimento a dieta foi umidecida com 20% de água, pois o equipamento não possui sistema de vapor. Posteriormente a extrusão, a ração foi seca em estufa de ventilação forçada por 12 horas a 55°C, resultando em um produto com cerca de 10% de umidade. Após o processo de secagem foram medidos, com o auxílio de um paquímetro, 50 grânulos processados nas matrizes de 1,0 e 2,0 e 3,0 mm, obtendo-se grânulos com seguintes diâmetros ($1,52 \pm 0,12$; $2,57 \pm 0,23$ e $4,13 \pm 0,38$ mm). Os peixes foram inicialmente arraçoados com os grânulos menores e substituídos pelos maiores quando os peixes pudessesem ingerí-los.

Os peixes foram arraçoados quatro vezes ao dia (8; 11; 14 e 17h) até a saciedade aparente. A ração foi pesada para calcular seu consumo, colocada em recipientes plásticos e armazenadas em geladeira. As sobras de rações de cada recipiente foram pesadas possibilitando assim, avaliar o consumo total de rações durante a realização do experimento.

Ao final do experimento, os peixes foram insensibilizados em gelo, pesados e medidos para determinação do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA) e sobrevivência (SO).

Posteriormente, os animais foram eviscerados para análises da composição química da carcaça. Foram realizadas análises de umidade (UM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), segundo metodologia descrita em Association of Official Analytical Chemists (2000).

Os parâmetros físico-químicos da água como, pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido foram monitorados semanalmente, enquanto que, a temperatura da água foi monitorada diariamente (8 e 17 h).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de significância e em caso de diferenças foi aplicado o teste de Duncan pelo programa estatístico SAEG (UFV, 1997).

Resultados e Discussão

Os valores médios de temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica da água foram de $28,32 \pm 1,09^{\circ}\text{C}$; $7,09 \pm 0,32$; $4,30 \pm 0,40\text{mg L}^{-1}$ e $173,39 \pm 17,45\text{ mS cm}^{-1}$, respectivamente, não diferindo ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Estes valores médios permaneceram dentro da faixa recomendada para a produção de peixes de clima tropical (Boyd, 1990; Sipaúba-Tavares, 1995).

Os valores médios de ganho de peso ($P < 0,05$) foram verificados nos peixes alimentados com as dietas peletizada e extrusada (Tabela 3). No entanto, não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) nas taxas de sobrevivência dos peixes alimentados com dietas submetidas aos diferentes processamentos. Os melhores índices de conversão alimentar e eficiência alimentar ($P < 0,05$) foram observados para os peixes alimentados com a dieta extrusada (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios de desempenho de exemplares juvenis de tilápia do Nilo

Variáveis*	Tipos de dieta			CV (%)
	Farelada	Peletizada	Extrusada	
Peso inicial (g)	1,47a	1,47a	1,47a	3,84 ^{NS}
Ganho de peso (g)	23,64b	31,58a	33,29a	10,77*
Consumo de ração (g)	41,50a	33,95b	36,16ab	13,42*
Conversão alimentar (g/g)	1,75c	1,15b	1,02a	7,10*
Eficiência alimentar (%)	0,57c	0,87b	0,98a	7,01*
Sobrevivência (%)	81,67a	84,17a	85,83a	12,60 ^{NS}

* Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ao nível 5% de probabilidade pelo teste de Duncan

Estes resultados podem ser explicados devido a maior aglomeração dos ingredientes pelo processamento, que diminui a perda de nutrientes para a água quando comparada à dieta farelada. O calor envolvido no processo de peletização e extrusão pode ter disponibilizado melhor certos nutrientes como o amido e gordura, possivelmente melhorando a digestão e absorção dos nutrientes pelos peixes.

Resultado semelhante foi observado por Furuya *et al.* (1998) quando avaliaram o processamento de dietas para tilápia na fase de terminação, porém, quando compararam o processamento de dietas peletizadas e extrusadas, verificaram que o PF não foi afetado nos diferentes tratamentos. No entanto, quando avaliaram o GP diário (GPD), observaram que os

peixes alimentados com dietas extrusadas apresentaram resultados superiores ($P<0,05$) em comparação a dieta peletizada.

Os valores de CA e EA obtidos para os animais que receberam dieta extrusada, diferiram ($P<0,05$) dos peixes que receberam dietas na forma peletizada, apresentando valores de 1,15 e 0,87. Os índices de CA e EA mostram valores inferiores para a dieta farelada, que apresentaram 1,57 e 0,57, respectivamente, diferindo ($P<0,05$) das outras duas dietas (extrusada e peletizada). Estes resultados demonstram maiores perdas por lixiviação das dietas fareladas, pois estas apresentam maior relação superfície volume e consequentemente apresentam maiores perdas de vitaminas e minerais (Kubitza, 1998). Observação semelhante foi verificada por Zerate e Lovell (1997) trabalhando com dietas peletizadas, onde relatam que tanto os aminoácidos ligados a proteínas quanto os sintéticos apresentam grandes perdas quando em contato com a água, ou seja, aproximadamente 13% da lisina sintética (L-Lisina-HCL) é lixiviada nos primeiros 15 segundos em contato com água. Segundo Toyama *et al.* (2000) a dieta farelada apresenta pouca estabilidade na água, sofrendo altas perdas por lixiviação e solubilização dos nutrientes em função da degradação das partículas alimentares, dessa forma é exigida maior suplementação de vitaminas nas dietas.

Outro fator que pode ter influenciado no ganho de peso e conversão alimentar é que na dieta ocorre separação de seus ingredientes na superfície da água, possibilitando a seletividade das partículas pelos animais (Pezzato *et al.*, 1995), sendo assim, possivelmente os peixes não ingeriram todos os nutrientes necessários ao seu crescimento.

O processo de extrusão melhorou a CA de alevinos de truta (*Orncorhynchus mykiss*) e carpa (*Cyprinus carpio*), quando alimentados com dietas contendo diferentes fontes de carboidratos como o amido de batata, amido de milho, farinha de trigo, milho e centeio, submetidos ao processo de extrusão, comparados aos mesmos ingredientes sem a extrusão (Takeuchi *et al.*, 1990). No entanto, o crescimento e a eficiência alimentar da truta e da carpa foi superior para os peixes alimentados com dietas contendo alimentos extrusados quando comparados aos outros não extrusados.

A produção da dieta farelada representa menor custo operacional, pois o processamento ocorre mais rapidamente e com menor gasto com energia elétrica e não utilizam-se equipamentos específicos onerosos à fábrica. Neste caso, deve-se levar em consideração, o custo benefício entre o processamento e a resposta zootécnica, pois segundo Furuya *et al.* (1998) o menor custo por quilo de GP foi observado para a dieta peletizada quando comparada a extrusada, porém, o tempo de cultivo influencia no cálculo, pois os

peixes alimentados com dieta extrusada podem atingir peso de abate em tempo inferior quando comparada as outras dietas.

Os valores médios de composição química da carcaça dos peixes alimentados com as três dietas, não apresentaram diferenças significativas ($P<0,05$) entre as variáveis umidade, proteína e matéria mineral (Tabela 4). No entanto, o extrato etéreo corporal sofreu influência do processamento das dietas, sendo que, os maiores teores de lipídios na carcaça foram observados nos peixes alimentados com dieta peletizada (6,02%) e extrusada (6,4%), não diferindo entre si. Por outro lado, a dieta farelada apresentou a menor porcentagem de deposição de gordura (4,79%) diferindo ($P<0,05$) das outras duas dietas.

Tabela 4 - Composição química da carcaça de exemplares juvenis de tilápia do Nilo

Variáveis (%)	Tipos de dieta			CV (%)
	Farelada	Peletizada	Extrusada	
Umidade	73,13a	73,00a	73,21a	1,33 ^{NS}
Proteína	16,41a	16,48a	16,08a	4,45 ^{NS}
Extrato etéreo	4,79a	6,02b	6,40b	14,66*
Matéria mineral	4,68a	4,61a	4,19a	12,22 ^{NS}

* Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem ao nível 5% de probabilidade pelo teste de Duncan

Provavelmente as dietas na forma peletizada ou extrusada proporcionaram maior digestibilidade dos carboidratos (amido), utilizando-os para sua manutenção e crescimento e o restante, metabolizado em ácidos graxos e depositados como lipídios na carcaça. Contrapondo-se a estas respostas, Araújo (1999) verificou que o milho extrusado na alimentação de tilápia (*Oreochromis niloticus*) proporcionou maior deposição de proteínas e menor teor de lipídios, sugerindo o aumento de proteínas como componente estrutural e não como fonte energética. Esta mesma tendência foi observada por Vieira *et al.* (2005) que avaliaram o processamento do milho (moído, extrusado, laminado e peletizado) na dieta da piaba (*Leporinus friderici*), e observaram menor teor de lipídios e maior de proteína na carcaça dos animais.

Neste estudo, as dietas peletizadas e extrusadas proporcionaram maior deposição de lipídios na carcaça dos peixes, devido a maior disponibilização do amido e, consequentemente, maior deposição de ácidos graxos na carcaça. Os lipídios são essenciais para o metabolismo de peixes (Fujimoto *et al.*, 2007), e possuem funções energéticas, estruturais, hormonais, entre outras (Haliloglu *et al.*, 2003). Porém, em peixes de tamanho

comercial, esta característica é indesejável devendo ser mantida em nível que não afete as características organolépticas da carne (Meurer *et al.*, 2002).

As dietas podem influenciar também no ganho de peso dos peixes, por proporcionarem maior deposição de lipídios na carcaça dos animais. Quanto aos índices de conversão alimentar, as dietas extrusada e peletizada mostraram redução de 41,72 e 34,29% respectivamente. No entanto, este melhor desempenho dos animais deve ser aliado aos custos de produção buscando dietas bem elaboradas para cada fase de vida do peixe.

Conclusão

Nas condições em que foi realizado o presente trabalho, pode-se concluir que a dieta extrusada proporciona melhor desempenho dos juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).

Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17, ed. Arlington: 2000, v.1 e v.2.

ARAÚJO, M.G. **Influência de rações formuladas com milho processado e amido de milho sobre o desempenho e composição corporal da tilápia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757)**. 1999. 44 p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

BARROWS, F.T.; STONE, D.A.J.; HARDY, R.W. The effects of extrusion conditions on the nutritional value of soybean meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.265, p.244-252, 2007.

BOOTH, M.A.; ALLAN, G.L.; WARNER-SMITH, R. Effects of grinding, steam conditioning and extrusion of a practical diet on digestibility and weight gain of silver perch (*Bidyanus bidyanus*). **Aquaculture**, v.182, p.287-299, 2002.

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.13, p.539-545, 2002.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; FEIDEN, A.; MEURER, F.; SIGNOR, A.A. 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, p.2579-2586, 2008.

BOYD, C. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama: Birmingham, 1990. 482p.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. Effects of extrusion and expelling processing, and microbial phytase supplementation on apparent digestibility coefficients of nutrients in full-fat soybeans for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v.218, p.501-514, 2003a.

CHENG, Z.J.; HARDY, R.W. Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, v.9, p.77-83, 2003b.

DAVIS, D.A.; ARNOLD, C.R. Effects of two extrusion processing conditions on the digestibility of four cereal grains for *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.133, p.287-294, 1995.

FUJIMOTO, R.Y.; CASTRO, M.P.; HONORATO, C.A.; MORAES, F.R. Composição corporal e eficiência de utilização de nutrientes por pacus alimentados com ração suplementada com cromo trivalente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1763-1768, 2007.

FURUYA, W.M.; SOUZA, S.R.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C.; RIBEIRO, R.P. Dietas extrusadas e peletizadas para machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. **Ciência Rural**, v.28, p.483-487, 1998.

HALILOGLU, H.I.; BAYIR, A.; SIRKECIOGLU, N.; MEVLUT ARAS, N.; ATANANALP, M. Comparisons of fatty acid composition in some tissues of rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. **Food Chemistry**, v.86, p.55-59, 2003.

JAYARAM, M.G.; SHETTY, H.P.C. Formulation, processing and water stability of two new pellted fish feeds. **Aquaculture**, v.23, p.355-359, 1981.

KUBITZA, F. **Nutrição e alimentação dos peixes cultivados**. Campo Grande, MS: [s.n.], 1998. 108 p.

MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R. Influência do processamento da ração no desempenho e sobrevivência da tilápia do Nilo durante a reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.262-267, 2003a.

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, p.1801-1809, 2003b.

MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; FORNARI, D.C. Grau de moagem dos alimentos em rações para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante o período de reversão sexual. **Acta Scientiarum**, v.27, p.81-85, 2005.

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, p.566-573, 2002.

MILLAN, L. M. **Tecnología de fabricación de piensos para la acuicultura**. In. MONTEROS, J. E. de los; LABARTA, U. Alimentacion en aquicultura. Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, p.131-166, 1987.

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

PEZZATO, L. E.; MILANESI, C.; BARROS, M.M.; CARRATORE, C.R.; PEZZATO, A.C. Estabilidade química de dietas para organismos aquáticos confeccionadas com aglutinantes nutritivos. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.22, p.125–131, 1995.

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, p.1595-1604, 2002.

SATOH, S.; HIGGS, D. A.; DOSANJH B.S.; HARDY, R.W.; GEOFFERY EALES, J.; DEACON, G. Effect of extrusion processing on the nutritive value of canola meal for chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in seawater. **Aquaculture Nutrition**, v.4, p.115-122, 1998.

SIDDHURAJU, P.; BECKER, K. Efect of phenolic nonprotein amino acid L L-dopa (L L-3,4-dihydroxyphenylalanine) on growth performance, metabolic rates and feed nutrient utilization of common carp (*Cyprinus carpio* L.). **Aquaculture Nutrition**, v.8, p.69-77, 2002.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. S. **Limnologia aplicada à aquicultura**. Jaboticabal: Funep, 1995. 72p.

SOARES, C.M.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; MEURER, F. Diferentes graus de moagem dos ingredientes em dietas peletizadas para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.) em fase de crescimento. Desempenho e digestibilidade aparente. **Zootecnia Tropical**, v.1, p.275–287, 2003.

TACON, A.G.J.; JACKSON, A.J. Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish foods. A review. In: Cowey, C.B., Mackie, A.M. & Bell, J.G. **Nutrition and Feeding in Fish**. Academic Press, 119-145. 1985.

TAKEUCHI, T.; JEONG, K. S.; WATANABE, T. Availability of extruded carbohydrate ingredients to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and carp (*Cyprinus carpio*). **Bulletin of Japanese Society Science Fish**, v.56, p.1839-1845, 1990.

TOYAMA, G.N.; CORRENTE, J.E.; CYRINO, J.E.P. Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. **Scientia Agrícola**, v.57, p.221-228, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. UFV. 1997. SAEG **Sistema para análises estatísticas e genéticas**. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).

VIEIRA, J.S.; LOGATO, P.V.R.; RIBEIRO, P.A.P.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T. Efeito do processamento do milho sobre o desempenho e composição de carcaça de piaba (*Leporinus friderici*) criada em tanques-rede. **Ciência Agropecuária**, v.29, p.453-458, 2005.

ZANOTTO, D.L.; NICOLAIEWSKY, S.; FERREIRA, A. S. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.428-436. 1995.

ZERATE, D.D.; LOVELL, R.T. Free Lysina (L-lysina – HCL) is utilized for growth less efficiently than protein-bound lysine (soybean meal) in practical diets by young channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.159, p.87-100, 1997.