



Glicerol na dieta de alevinos de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Glycerol in the diet of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings

Dacley Hertes Neu¹, Wilson Massamitu Furuya², Diogo Yamashiro³, Fábio Bittencourt³, Evandro Bilha Moro³, Dihego Romenig Alves Fernandes³, Wilson Rogério Boscolo³, Aldi Feiden³

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Avenida Colombo 5790, CEP: 87020-900, Jardim Universitário, Maringá, PR. e-mail: dacley_pesca@hotmail.com

²Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Departamento de Zootecnia, Ponta Grossa, PR,

³Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Curso de Engenharia de Pesca, Toledo, PR

Recebido em: 02/04/2012

Aceito em: 21/07/2012

Resumo. O glicerol é um produto que possui caráter energético e pode ser acrescentado em dietas de algumas espécies animais. Este trabalho teve como objetivo avaliar níveis de inclusão de glicerol na dieta de alevinos de tilápias do Nilo. Foram utilizados 375 peixes com comprimento e peso iniciais de $2,5 \pm 0,4$ cm e $0,23 \pm 0,12$ g, respectivamente, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos e cinco repetições em 25 aquários com volume de 30L. As dietas foram formuladas contendo 0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,00% de glicerol, sendo fornecidas quatro vezes ao dia. O experimento teve duração de 40 dias. Ao final do período experimental não houve diferenças estatísticas ($P > 0,05$) nos parâmetros zootécnicos dos animais, entretanto a sobrevivência dos peixes que foram alimentados sem a inclusão do glicerol na dieta foi superior aos demais. A utilização desse produto durante essa fase de desenvolvimento para tilápias não é recomendada.

Palavras-chave. Aquicultura, nutrição, resíduo, tilapicultura

Abstract. The glycerol is a product that has character of energy and can be added in the diet of some animal species. This work aimed to evaluate levels of glycerol inclusion in the diet of Nile tilapia fingerlings. 375 fish were used with length and weight initials of $2,5 \pm 0,4$ cm and $0,23 \pm 0,12$ g, respectively, distributed in a completely randomized design, with five treatments and five replicates in 25 aquariums with 30L of volume. The diets were formulated to contain 0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% and 10,00% of glycerol, being given four times a day. The experiment was conducted for 40 days. At the end of experimental period there were no statistical differences ($P > 0,05$) on the productive parameters of the animals, therefore the survival of the fish fed without glycerol in the diet was superior. The utilization of this product for this development stage of Nile tilapia is not recommended.

Keywords. Aquaculture, nutrition, waste, tilapia culture

Introdução

O cultivo de tilápias no Brasil cresce a cada ano, e essa já é a espécie de peixe mais cultivada em nosso país desde o ano de 2004 (Ostrensky et al., 2008) e, segundo dados do Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA, 2010) no período compreendido entre 2008 e 2009, sua produção chegou a mais de 132 mil toneladas. Tal fato, em parte, é possível em detrimento da existência de um pacote tecnológico conhecido somado tanto a grande aceitação pelo mercado consumidor quanto a facilidade de adaptação à ração comercial da espécie,

aproveitando os ingredientes de origem animal e vegetal concomitantemente.

Durante as fases iniciais de criação, os peixes necessitam de alimentos prontamente disponíveis com altos valores energéticos e protéicos, pois é nesse período que depositam maior quantidade de proteína no músculo, representando também o maior crescimento.

A nutrição por sua vez, é o item mais oneroso em uma piscicultura, chegando a atingir cerca de 50% dos custos de produção em sistemas intensivos (Firetti & Sales, 2004). Uma ração balanceada deve atender as exigências mínimas dos animais quanto



ao teor de proteínas, carboidratos e energia. Como existem cerca de 40 espécies de peixes de água doce com potencial para a criação (Godinho, 2007), não há formulação de ração que atenda singularmente em suas diversas fases de vida o requerimento desses animais. Dessa maneira muitos estudos vêm sendo realizados para satisfazer as necessidades biológicas e funcionais dos organismos com alimentos alternativos, sejam eles de característica protéica (Boscolo et al., 2005a; Fries et al., 2011) ou energética (Boscolo et al., 2002; Vargas et al., 2007; Pimenta et al., 2011), que proporcionem melhor ou igual desempenho, com custo inferior ao de rações convencionais.

O glicerol é subproduto da indústria do biodiesel, e é proposto como uma fonte de energia para aves (Lammers et al., 2008a), suínos (Lammers et al., 2008b) e mais recentemente para peixes (Li et al., 2010). Tal ingrediente, por apresentar alto valor de energia bruta (5247 kcal) e digestível (3058 kcal) para tilápias (Neu, et al., 2012), pode servir para a substituição parcial de fontes energéticas como carboidratos e o óleo de soja.

Com a grande demanda de biodiesel no Brasil, maior será a produção do glicerol, sendo, portanto, um produto com potencial de poluição quando não utilizado corretamente. De acordo com Dasari et al. (2005) a cada 9 kg de biodiesel produzido, são gerados 1 kg de glicerol bruto. Segundo Mota et al. (2009) estima-se que em 2012 a produção de glicerol será de aproximadamente 1,2 milhões de toneladas. Porém, o produto apresenta algumas impurezas como águas, sais, ésteres, álcool e óleo residual, atributos que lhe confere baixo valor econômico (Ooi et al. 2004).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho de alevinos tilápias do Nilo (*O. niloticus*), alimentadas com rações contendo diferentes níveis de inclusão de glicerol.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Grupo de Estudos de Manejo na Aquicultura (GEMAq) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Unioeste, *Campus* de Toledo PR, por um período de 40 dias.

Foram utilizados 375 peixes já revertidos sexualmente com hormônio masculinizante, esses alevinos possuíam comprimento inicial médio de 2,5±0,4 cm e peso inicial médio de 0,23±0,12g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e

cinco repetições, distribuídos em 25 aquários de 30L, contendo 15 peixes em cada unidade experimental, o que corresponde a uma densidade de estocagem de dois alevinos por litro. Os aquários foram providos de sistema de aeração individual e sifonados duas vezes ao dia, antes da primeira e da última alimentação. A sifonagem e reposição de água foram de aproximadamente 40% do volume dos aquários, sendo realizada gradualmente para a melhor aclimatação dos alevinos.

Os animais foram pesados com auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,1g e medidos com auxílio de um paquímetro.

Os peixes foram adquiridos em um produtor comercial da cidade de Toledo PR, e foram transportados em sacos plásticos dotados de oxigênio e água (3:1, respectivamente) por um período de 20 minutos até chegar ao Laboratório.

Os tratamentos foram formulados com diferentes níveis de glicerol, sendo 0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,0% (Tabela 1), baseados nos valores digestíveis propostos por Neu et al. (2012). Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia, nos horários 7h30, 10h30, 13h30 e 16h30, com uma dieta extrusada que posteriormente ao processamento foi triturada e fornecida aos peixes na forma farelada.

Para manter a quantidade dos nutrientes equivalentes entre as dietas (proteína e energia) e para melhorar o processamento da dieta, alguns ingredientes da dieta como o milho, farelo de soja, farinha de vísceras, trigo e lisina tiveram variação na formulação, assim como o atendimento de amido.

Ao final do experimento os peixes permaneceram em jejum por um período de 24 horas. Posteriormente, os animais foram retirados dos aquários para a avaliação dos índices zootécnicos de comprimento final, peso final, sobrevivência, ganho de peso (diferença entre o peso final – o peso inicial), taxa de crescimento específico (TCE) e conversão alimentar (CAA). O cálculo da taxa de sobrevivência, TCE e CAA foi realizado utilizando-se a seguintes equações:

$$SOB (\%) = \left(\frac{nf}{ni} \right) 100$$

$$TCE (\% \text{ dia}) = \left(\frac{\ln pf - \ln pi}{t} \right) 100$$



$$CAA = \frac{CR}{GP}$$

Em que: *nf* = número de peixes nos aquários ao final do experimento; *ni* = número de peixes nos aquários no início do experimento; *pf* = peso final (g); *pi* = peso inicial (g); *t* = tempo do experimento (dias); RC = consumo de ração; GP = ganho de peso.

Os parâmetros físicos e químicos da água como pH, oxigênio dissolvido (mg.l⁻¹) e condutividade elétrica (mS.cm⁻¹) foram mensurados semanalmente utilizando medidores portáteis, e a temperatura (°C) foi aferida diariamente com auxílio de um termômetro.

Os dados foram submetidos a análise de regressão em 5% de probabilidade, através do programa estatístico *Statistic 7.1*. (Statsoft, 2005).

Tabela 1. Composição percentual e química das rações experimentais com diferentes níveis de glicerol para pós-larvas de tilápia do Nilo .

Ingredientes	Níveis de inclusão				
	0	2,5	5	7,5	10
Milho Grão	38,94	35,42	31,89	28,36	24,83
Soja farelo 45%	16,88	17,74	18,6	19,44	20,3
Farinha de Vísceras	18,4	18,35	18,31	18,26	18,22
Trigo Farelo	14	14,25	14,5	14,75	15
Glicerol	-	2,5	5,0	7,5	10
Arroz quirera	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Farinha de Peixe	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Premix ¹	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
DL-Metionina	0,201	0,201	0,202	0,202	0,202
Ácido Propiônico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
L-Lisina	0,108	0,089	0,07	0,051	0,032
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Atendimento				
Amido	32,1	29,97	27,84	25,71	23,58
Cálcio	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
ED Tilápia	3135	3135,6	3136,23	3136,84	3137,45
Fibra	3,33	3,33	3,33	3,34	3,34
Fósforo	1,0	1,0	1,0	0,99	0,99
Gordura	4,58	4,48	4,37	4,26	4,15
Lisina	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
Metionina	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Proteína bruta	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Treonina	1,08	1,08	1,09	1,09	1,1

¹Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 24.000 UI; Vit. D3, 6.000 UI; Vit. E, 300 mg; Vit. K3, 30 mg; Vit. B1, 40 mg; Vit. B2, 40 mg; Vit. B6, 35 mg; Vit. B12, 80 mg; Ác. Fólico, 12 mg; Pantotenato Ca, 100 mg; Vit. C, 600 mg; Biotina, 2 mg; Colina, 1.000 mg; Niacina; Ferro,200 mg; Cobre,35 mg; Manganês, 100 mg; Zinco, 240 mg; Iodo, 1,6 mg; Cobalto, 0,8 mg.

Energia digestível baseado em Neu et al. (2012).

Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade de água como pH (7,84), condutividade elétrica (0,04 mS.cm⁻¹) e oxigênio dissolvido (7,98 mg.l⁻¹) ficaram dentro dos limites toleráveis para a espécie de acordo com Proença & Bittencourt (1994). Entretanto a temperatura apresentou média de 21,4 °C, fora da

faixa adequada para a criação de tilápias (Lim, 1988), sendo o principal fator de influência no desempenho produtivo dos animais. Porém esse valor é reflexo do período de inverno em que o experimento foi conduzido.

Meurer et al. (2007) também observaram que quando a temperatura é baixa o consumo de ração é

menor e ocorre maior desperdício de alimento por pós larvas de tilápia do Nilo. Como no presente experimento foi ofertado ração à vontade, essa pode ser uma possível resposta ao elevado índice de conversão alimentar.

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) nos parâmetros zootécnicos de comprimento final, peso final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e conversão alimentar, porém a sobrevivência foi distinta ($P<0,05$), entre os diferentes níveis de inclusão do alimento (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros zootécnicos das pós-larvas de tilápia do Nilo alimentadas com inclusão de diferentes níveis de glicerol na ração.

TRAT	Parâmetros zootécnicos					
	CF	PF	SO	GP	TCE	CAA
0,0%	4,02±0,30	1,13±0,21	70,62±15,36	0,89±0,08	3,94±0,52	6,19±1,56
2,5%	4,35±0,12	1,68±0,73	43,96±16,05	1,44±0,73	4,94±1,06	6,30±2,64
5,0%	4,11±0,33	1,35±0,34	47,96±12,80	1,11±0,34	4,39±0,61	7,28±4,67
7,5%	4,16±0,17	1,43±0,23	41,30±15,19	1,20±0,24	4,54±0,39	10,72±5,59
10,0%	4,31±0,27	1,56±0,30	50,62±3,67	1,32±0,30	4,75±0,47	5,48±1,67
P	0,630	0,298	0,02*	0,298	0,15	0,126
Efeito	NS	NS	POL	NS	NS	NS

CF = comprimento final (cm); PF = peso final (g); SO = sobrevivência (%); GP = ganho de peso (g); TCE = taxa de crescimento específico (%); CAA = conversão alimentar. NS = não significativo; POL = efeito polinomial.

O comprimento e o peso dos animais foram bastante próximos, variando de 4,02 cm e 1,13 g a 4,35 cm e 1,68 g nos tratamentos sem a inclusão de glicerol e com 2,5% de adição do produto, respectivamente. Boscolo et al. (2005b) alimentando larvas de tilápia do Nilo com diferentes níveis de energia digestível observaram que conforme aumenta essa quantidade o desempenho dos animais é prejudicado. No presente trabalho, a formulação energética das rações atendeu aproximadamente 3135 kcal de energia digestível por quilo de ração, valores recomendados pelos autores supracitados, contudo o crescimento e o peso final das larvas alimentadas com níveis crescentes de glicerol foram mais elevados, do que o verificado por Boscolo et al. (2005b).

Outro fator que pode sugerir essa melhor condição de comprimento e peso finais é pelo fato de que os peixes do atual estudo receberam, mesmo com o aumento dos níveis de glicerol nas rações, dietas isoprotéicas e isoenergéticas.

A sobrevivência foi mais elevada no tratamento que não continha glicerol, apresentando efeito polinomial entre os tratamentos (Figura 1). Ocorreu maior mortalidade no tratamento com inclusão de 7,5% de glicerol, seguido pelo tratamento com inclusão de 2,5% de glicerol. Derivando a equação do efeito polinomial, a maior

mortalidade ocorre com a inclusão de 6,21% de glicerol.

A mortalidade nessa fase de desenvolvimento dos animais é um pouco elevada, porém vários fatores podem ter contribuído para que isso pudesse ocorrer, dentre eles a temperatura e a própria fonte alimentar testada. Bezerra et al. (2008) verificando a taxa de sobrevivência de pós larvas e alevinos de tilápia do Nilo sob diferentes fotoperíodos encontraram o período crítico durante a fase de reversão sexual com taxas de sobrevivência de apenas 11%, chegando a 77,44% em condições naturais. Para alevinos com peso inicial de 0,33g a sobrevivência não foi inferior a 80%. Boscolo et al. (2008) substituindo o óleo de soja por óleo de tilápia, para larvas de tilápia também observaram taxas de mortalidade que chegaram a 39%.

No presente estudo, a maior taxa de sobrevivência foi observada no grupo de peixes que não recebeu glicerol, cerca de 70%.

A taxa de sobrevivência, assim como o consumo da dieta podem ter sido prejudicados devido existir na composição do glicerol algumas impurezas, dentre elas metanol e alguns metais, mesmo em quantidades diminutas, porém que podem interferir no metabolismo. Dentre os metais encontrados na composição do glicerol, destaca-se o chumbo, molibdênio e o alumínio, há também a presença de ácidos graxos, dentre eles os essenciais

linoléico e linolênico. Contudo, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da resolução 386/1999, classifica o glicerol como produto umectante na lista de aditivos permitidos

para a alimentação humana e animal, contudo, sem critérios com relação à conformidade e a qualidade do produto (Pasquetti, 2011).

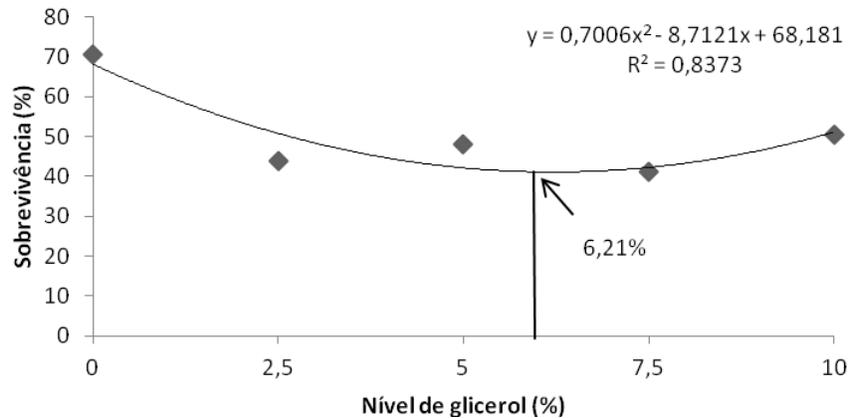


Figura 1. Efeito polinomial da sobrevivência das tilápias do Nilo alimentadas com glicerol durante a fase transitória de pós-larvas à alevinos.

Embora possa haver estas impurezas, o mesmo é tóxico a organismos aquáticos quando lançados ao meio ambiente diretamente, pois altera as condições físicas e químicas da água, sendo muito tóxico ao peixe *Danio rerio* (Araújo et al., 2011). Contudo, Arruda et al. (2006) considera que existe grande variedade de aplicações do produto devido a combinação de diversas propriedades físico-químicas, como não toxicidade, ausência de cor e odor. Essas combinações resultam em ampla utilização na indústria alimentícia, em forma de aditivo, estabilizante, antioxidante, entre outros.

Como o produto incluso na dieta passa por um processo de aquecimento durante a extrusão, em que as temperaturas se elevam a níveis acima de 90 °C, algumas características podem ser modificadas. Porém, é mais provável que algum fator interespecífico do próprio metabolismo dos alevinos possa ter causado essa mortalidade averiguada no presente experimento, do que a própria composição do produto fornecido aos peixes, observado também pela não variação nos parâmetros de qualidade de água dos aquários dos peixes.

O ganho de peso variou pouco entre os tratamentos e, portanto, não foi diferente significativamente. Li et al. (2010) incluíram na ração do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) níveis crescentes de glicerol (0; 5; 10; 15 e 20%) e embora não verificaram problemas de mortalidade

evidenciaram que o ganho de peso é significativamente influenciado pela quantidade de glicerol disponibilizado na ração, prejudicando o crescimento dos animais. Os autores não recomendam a utilização desse alimento em níveis elevados. Neu (2011) também não observou diferenças significativas no ganho de peso de juvenis de tilápias que receberam inclusão de glicerol (0; 2,5; 5; 7,5 e 10%), assim como o observado no presente estudo.

A taxa de crescimento específico demonstra que os animais cresceram praticamente ao mesmo ritmo entre as diferentes alimentações. Contudo esse crescimento está acima do demonstrado por Vargas et al. (2007) para juvenis de tilápia do Nilo alimentados com fontes de lipídios que variaram de 2,5 a 3,0%. Todavia, quanto menor os peixes, maior a capacidade de crescimento específico dos animais, sobretudo se os mesmos receberem alimento regularmente e em quantidades adequadas.

A conversão alimentar foi considerada elevada para peixes, entretanto, quando alimenta-se larvas e alevinos de peixes, o alimento é fornecido a vontade e a dieta está na forma farelada, fato que prejudica a estabilidade da ração, outro fator preponderante é que os animais nem sempre se alimentam quando a temperatura da água oscila, ou se mantém amena.



Apesar de não apresentar valores satisfatórios para produção comercial, Meurer et al. (2007) demonstram que para pós larvas e alevinos de tilápia do Nilo que são arraçoados com 35% do seu peso corporal em temperaturas em torno de 23°C, há um índice de conversão alimentar de 27,75 e 23,52, respectivamente, para as duas fases fisiológicas. Isso pode ajudar a compreender os dados obtidos no atual estudo onde as conversões alimentares foram relativamente altas para a espécie quando alimentadas com diferentes níveis de glicerol na dieta.

Conclusões

Durante a fase de alevinos, não é indicado incluir glicerol na ração, pois as mesmas não utilizam eficientemente o produto. Contudo, cabe ressaltar que mais estudos são necessários para identificar um nível de inclusão satisfatório.

Referências

ARAUJO P.H.A.; GOMES, L.O.; TAVARES, M.G.O. Análise ecotoxicológica do glicerol bruto, derivado de biocombustível e etanol combustível. In: 63ª Reunião Anual da Sociedade Brasileiro para o Progresso da Ciência, 2011, Goiânia, GO. **Anais...** Jornada de Iniciação Científica do Congresso da Sociedade Brasileiro para o Progresso da Ciência, 2011.

ARRUDA, P.V.; RODRIGUES, R.C.L.B.; ALMEIDA FELIPE, M.G. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, v. 26, p. 56-62, 2006.

BEZERRA, K.S.; SANTOS, A.J.G.; LEITE, M.R.; SILVA, A.M.; LIMA, M.R. Crescimento e sobrevivência de tilápia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.6, p.737-743, 2008.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta*) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.546-551, 2002.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A.; REIDEL, A. Farinha de resíduos da filetagem de tilápias na alimentação de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) na fase de reversão sexual. **Revista**

Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.34, n.6, p.1807-1812, 2005a.

BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; BOMBARDELLI, R.A.; SIGNOR, A.A.; REIDEL, A. Energia digestível para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de reversão sexual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1813-1818, 2005b.

BOSCOLO, W.R.; SIGNOR, A.A.; SIGNOR, A.; FEIDEN, A.; REIDEL, A.; BOSCOLO, R.J. Substituição parcial e total do óleo de soja pelo óleo de tilápia em rações para larvas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Semina**, Londrina, v.29, n.3, p.707-712, 2008.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, G.J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, Amsterdã, v.281, p.225-231, 2005.

FIRETTI, R.; SALES, D.S. O futuro promissor da cadeia produtiva da piscicultura comercial. **Anualpec**, São Paulo, v.11, p.305-307, 2004.

FRIES, E.M.; LUCHESI, J.D.; COSTA, J.M.; RESSEL, C.; SIGNOR, A.A.; BOSCOLO, W.R.; FEIDEN, A. Hidrolisados cárneos proteicos em rações para alevinos de kinguio (*Carassius auratus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.37, n.4, p.401-407, 2011.

GODINHO, H.P. Estratégias reprodutivas de peixes aplicada à aquicultura: bases para o desenvolvimento de tecnologias de produção. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.3. 2007. p.351-360.

LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; HONEYMAN, S.M.; STALDER, K.; DOZIER, W.A.; WEBER, T.E.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, S.M. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Poultry Science**, College Park, v.87, p.104-107, 2008a.

LAMMERS, P.J. KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K.; Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign v.86, p.602-608, 2008b.



LI, M.H. MINCHEW, C.D.; OBERLE, D.F.; ROBINSON, E.H. Evaluation of glycerol from biodiesel production as a feed ingredient for Channel catfish, *Ictalurus punctatus*. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v.41, n.1, p.130-136, 2010.

LIM, C. Practical feeding-tilapias. In: COWEY, C.B.; MACKIE, A.M. **Nutrition and feeding in fish**. New York: Van Nostrand Reinhold. 1988. p.163-182.

MEURER, F. SILVA, M.S.; COLPINI, L.M.S.; FRECCIA, A.; MAEUERWERK, V.L. Nível de arraçoamento de pós-larvas de tilápia do Nilo em baixa temperatura. **Revista Científica de Produção Animal**, Teresina, v.9, n.1, p.76-83, 2007.

MOTA, C.J.A.; SILVA, C.X.A.; GONÇALVES, V.L.C. Gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção do biodiesel. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.3, p.639-648, 2009.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Produção pesqueira e aquícola: Estatística 2008 e 2009**. Brasília, 30p. 2010.

NEU, D.H. **Glicerol na dieta de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2011. 58p. Dissertação (Mestrado Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2011.

NEU, D.H.; FURUYA, W.M.; BOSCOLO, W.R.; BUENO, G.W.; POTRICH, F.R.; FEIDEN, A. Energia digestível de diferentes fontes de glicerol para a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 1, p. 174-179, 2012.

OOI, T.L. YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H.; DZULKEFLY, K.; YUNUS, W.M.Z. Glycerol residue- A rich source of glycerol and medium chain triglycerides. **Journal of Oleo Science**, Tóquio v.53, p.29-33, 2004.

OSTRENSKY, A.; BORGUETTI, J.R., SOTO, D. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília, 276 p, 2008.

PASQUETTI, T.J. **Avaliação nutricional da glicerina bruta ou semipurificada, oriundas de**

gordura animal e óleo vegetal, para codornas de corte. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

PIMENTA, C.J. OLIVEIRA, M.M.; FERREIRA, L.O.; PIMENTA, M.E.S.G.; LOGATO, P.V.R.; LEAL, R.S.; MURGAS, L.D.S. Aproveitamento do resíduo do café na alimentação de tilápia do Nilo. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.60, n.231, p.583-593, 2011.

PROENÇA, C.E.M.; BITTENCOURT, P.R.L. **Manual de Piscicultura Tropical**. Brasília: IBAMA. Ed Imprensa Nacional. 1994. 196p.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA (data analysis software system), version 7.1**. www.statsoft.com. (2005).

VARGAS, R.J. SOUZA, S.M.G.; TOGNON, F.C.; GOMES, M.E.C.; KESSLER, A.M. Desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v.13, n.3, p.377-381, 2007.