

# Glicerol na Dieta de Larvas de Carpa Comum (*Cyprinus carpio*)

## Glycerol in the Diet of Common Carp Larvae (*Cyprinus carpio*)

Dihego Romenig Alves Fernandes<sup>a\*</sup>; Diogo Yamashiro<sup>a</sup>; Jhonis Erzen Pessini<sup>a</sup>; Fabio Bittencourt<sup>a</sup>;  
Wilson Rogério Boscolo<sup>b</sup>; Dacley Hertes Neu<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Curso de Engenharia de Pesca.

<sup>b</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Pós-Graduação no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia; e Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca.

<sup>c</sup>Universidade Federal da Grande Dourados.

\*E-mail: dihegoromenig@hotmail.com.

---

### Resumo

A alimentação é a parte mais onerosa durante cultivo de peixes em sistema intensivo, por isso, alimentos alternativos estão sendo aplicados no intuito de reduzir os gastos, porém manter o desempenho dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar a inclusão de glicerol na alimentação de larvas de carpa comum. Foram elaboradas quatro diferentes rações contendo níveis crescentes de glicerol e uma ausente do produto (0,0; 2,5; 5,0; 7,5; e 10% de glicerol na dieta). Foram utilizados 375 animais distribuídos em 25 aquários de 30 litros, divididos em cinco tratamentos e cinco repetições, em um esquema inteiramente casualizado. Houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para todos os parâmetros zootécnicos dos animais. A inclusão de 10% de glicerol proporcionou maior peso final, comprimento final, ganho de peso, taxa de crescimento específico e fator de condição, porém o mesmo tratamento apresentou os piores resultados de sobrevivência.

**Palavras-chave:** Aquicultura. Nutrição. Resíduo. Subproduto.

### Abstract

*Feeding is the most costly part during a fish breeding in intensive system, therefore, alternative foods are being applied in order to reduce costs but maintain the animal's performance. The objective of this study was to evaluate the inclusion of glycerol in the diet of common carp larvae. Four different diets were elaborated containing increasing levels of glycerol and one without the product (0.0; 2.5; 5.0; 7.5 and 10% of glycerol in the diet). 375 animals were used distributed in 25 aquariums of 30 liters, divided into five treatments and five replications, in a completely randomized design. There were significant differences ( $P < 0,05$ ) for all performance parameters. The inclusion of 10% of glycerol provided greater final weight, final length, weight gain, specific growth index and condition factor, although the same treatment showed the worst survival results.*

**Keywords:** Aquaculture. Nutrition. Waste. Byproducts

---

## 1 Introdução

Nas últimas décadas, a aquicultura vem crescendo constantemente, tanto em âmbito mundial como nacional. De acordo com os dados do levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), referente ao ano de 2013, a piscicultura produziu um total de 392.493 toneladas de peixes. Muito embora o cenário da piscicultura brasileira seja influenciado pela criação de tilápias, foram produzidos no ano de 2013, 18.837 toneladas de carpas, produção essa que foi inferior apenas a das tilápias e dos peixes redondos (tambaqui, tambacu, tambatinga, pacu e patinga) (IBGE, 2015). Quando levado em consideração a produção mundial de peixes, o grupo de carpas apresenta grande importância econômica, principalmente na Ásia, sendo os peixes mais cultivados (FAO, 2015).

Um dos entraves na produção aquícola é representado pela fase inicial, em que os animais ainda não têm capacidade para assimilar os ingredientes da dieta, ou essa habilidade é reduzida pela ausência de enzimas capazes de degradar o conteúdo alimentar.

Outro importante fator que contribui para onerar os custos produtivos é a alimentação, e quando esta não é fornecida em sua forma adequada ou os sistemas empregados no cultivo são intensivos, os custos alimentares podem ser superiores a 50% (FIRETTI; SALES, 2004).

Para tentar reduzir esses valores, a utilização de ingredientes alternativos, tanto proteicos como energéticos, é proposta como potencial na nutrição de peixes. Dentre estes se pode citar o glicerol, que é um subproduto da indústria do biodiesel, que tem baixo valor econômico (OOI *et al.*, 2004) e foi proposto como uma fonte energética potencial para suínos (LAMMERS *et al.*, 2008a), aves (LAMMERS *et al.*, 2008b) e peixes (BALEN *et al.*, 2014; MEURER *et al.*, 2012; NEU *et al.* 2012a).

Para peixes, porém, o conhecimento sobre a inclusão desse produto nas dietas ainda é incipiente, contudo alguns resultados foram descritos para o bagre do canal *Ictalurus punctatus* (LI *et al.*, 2010) e para tilápias do Nilo (NEU *et al.*, 2012b; NEU *et al.*, 2013). Todavia, para larvas ainda não há relatos de como essa fonte alimentar pode ser suplementada

e quais os seus efeitos no desempenho produtivo de diversas espécies em distintas fases de desenvolvimento.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a inclusão de glicerol na alimentação de larvas de carpa comum (*Cyprinus carpio*), e verificar a interferência do alimento no crescimento dos animais.

## 2 Material e Métodos

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

Foram utilizados 375 peixes com comprimento inicial médio de 2,17±0,20cm e peso inicial médio de 0,14±0,04g, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições, divididos em vinte e cinco aquários de 30L, sendo considerada uma unidade experimental um aquário contendo quinze peixes. Os aquários possuíam sistema de aeração individual e, diariamente, foram realizadas duas sifonagens, antes da primeira e da última alimentação para retirada das sobras de rações e excrementos dos peixes. O volume sifonado foi de aproximadamente 40%. A temperatura da água dos aquários não foi controlada em nenhum tratamento e a mesma sofria as oscilações ambientais diárias.

Os peixes foram adquiridos em uma piscicultura comercial no interior da cidade de Toledo PR e foram transportadas até o Laboratório da Universidade durante um período de vinte minutos, em sacos plásticos dotados de água e oxigênio (1:3, respectivamente).

Foram elaboradas cinco dietas experimentais, quatro com níveis crescentes de glicerol e uma ausente do produto (controle). Os tratamentos foram formulados para conter 0,0%, 2,5%, 5,0%, 7,5% e 10,00% de inclusão de glicerol na ração (Tabela 1). A alimentação foi fornecida quatro vezes ao dia – 8h00, 11h00, 14h00 e 17h00 até a saciedade aparente dos animais.

**Tabela 1:** Rações experimentais com diferentes níveis de glicerol para larvas de carpa comum

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	18,60	19,44	20,30
Farinha de Vísceras	18,40	18,35	18,31	18,26	18,22
Trigo Farelo	14,00	14,25	14,50	14,75	15,00
Glicerol	-	2,50	5,00	7,50	10,00
Arroz quirera	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Farinha de Peixe	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Premix <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

DL-Metionina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Ácido Propiônico	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-Lisina	0,11	0,09	0,07	0,05	0,03
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

	Atendimento				
Amido	32,10	29,97	27,84	25,71	23,58
Cálcio	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Energia Digestível	3135,00	3135,60	3136,23	3136,84	3137,45
Fibra	3,33	3,33	3,33	3,34	3,34
Fósforo	1,00	1,00	1,00	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	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Proteína bruta	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Treonina	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10

<sup>1</sup>Níveis 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.* (2012a).

Fonte: Dad

os da pesquisa.

Os parâmetros físicos e químicos da água como pH, oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>) e condutividade elétrica (mS.cm<sup>-1</sup>) foram mensurados, semanalmente, utilizando medidores portáteis, enquanto a temperatura da água foi aferida diariamente com auxílio de um termômetro com bulbo de mercúrio.

Ao final do período experimental, os peixes permaneceram em jejum por um período de vinte e quatro horas para esvaziamento do trato gastrointestinal. Posteriormente, estes foram retirados dos aquários para a avaliação dos índices zootécnicos de peso final, comprimento final, sobrevivência, ganho em peso (diferença entre o peso final – o peso inicial), taxa de crescimento específico e fator de condição.

A sobrevivência (SOB), taxa de crescimento específico (TCE) e o fator de condição (FC) foram calculados por meio das seguintes equações:

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

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

$$FC = \left( \frac{pf}{ct^3} \right) 100$$

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 de duração do experimento (dias); *ct* = comprimento total (cm).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando apresentadas diferenças estatísticas, estes foram submetidos ao teste de regressão em 5% de significância, por meio do programa estatístico *Statistic 7.1*.

### 3 Resultados e Discussão

Os parâmetros de qualidade de água como pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica, ( $7,79 \pm 0,35$ ;  $8,12 \pm 2,01$  mg.l<sup>-1</sup>; e  $0,04 \pm 0,01$  mS.cm<sup>-1</sup>, respectivamente), permaneceram dentro dos limites tolerantes para peixes de clima tropical (SIPAÚBA-TAVARES, 1995). Porém a temperatura média

foi de  $21,4 \pm 1,1$  °C, sendo essa abaixo do recomendado para o cultivo de carpas que é de 24 a 28 °C (WOYNAROVICH, 1993). Entretanto, a temperatura foi semelhante em todos os aquários e os efeitos pronunciados no presente estudo se reportam ao manejo alimentar adotado nos diferentes tratamentos.

Os parâmetros zootécnicos de peso final, comprimento final, sobrevivência, ganho em peso, taxa de crescimento específico e fator de condição das larvas de carpa comum diferiram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos com os crescentes níveis de glicerol na ração (Tabela 2).

**Tabela 2:** Parâmetros zootécnicos das larvas de carpa comum alimentados com níveis crescentes de glicerol na dieta.

TRAT	PF	CF	SO	GP	TCE	FC
0,0	0,25±0,07	2,52±0,12	83,96±18,02	0,11±0,07	1,40±0,69	1,55±0,30
2,5	0,28±0,02	2,56±0,04	61,63±11,39	0,14±0,02	1,74±0,19	1,69±0,12
5,0	0,25±0,08	2,34±0,18	59,95±9,40	0,11±0,08	1,36±0,82	1,89±0,18
7,5	0,30±0,11	2,48±0,03	62,17±13,89	0,16±0,11	1,82±0,87	1,97±0,66
10,0	0,41±0,09	2,69±0,09	53,30±17,22	0,27±0,09	2,66±0,61	2,12±0,35
P	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,04
Efeito	POL	POL	POL	POL	POL	LIN

TRAT = tratamento; PF = peso final (g); CF = comprimento final (cm); SO = sobrevivência (%); GP = ganho em peso (g); TCE = taxa de crescimento específico (% ao dia); FC = fator de condição; POL = efeito polinomial; LIN = efeito linear.

Peso final  $y = 0,0029x^2 - 0,0153x + 0,267$ ;  $R^2 = 0,8958$ . Comprimento final  $y = 0,0081x^2 - 0,071x + 2,5683$ ;  $R^2 = 0,6634$ . Sobrevivência  $y = 0,3523x^2 - 5,9544x + 80,76$ ;  $R^2 = 0,8127$ . Ganho de peso  $y = 0,0029x^2 - 0,0153x + 0,127$ ;  $R^2 = 0,8958$ . Taxa de crescimento específico  $y = 0,021x^2 - 0,1065x + 1,5377$ ;  $R^2 = 0,8355$ . Fator de condição  $y = 0,0566x + 1,5626$ ;  $R^2 = 0,9854$ .

Fonte: Dados da pesquisa.

O peso final, comprimento final, ganho em peso, taxa de crescimento específico e fator de condição foram mais elevados nos peixes que receberam ração suplementada com 10% de glicerol, porém para esse mesmo tratamento houve a maior taxa de mortalidade (47%).

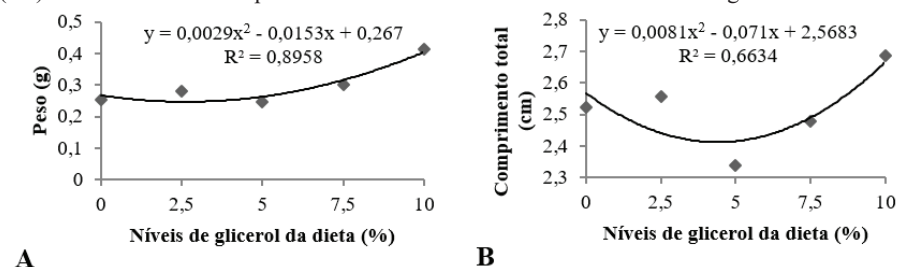
O peso final das larvas de carpa comum se situou entre 0,25 e 0,41 gramas, sendo influenciado pelo nível de glicerol da dieta. Neu *et al.* (2012b) não verificaram diferenças no peso final de alevinos de tilápia alimentados com níveis crescentes de glicerol. Entretanto, a utilização de fontes energéticas por essas espécies pode ser diferenciada por vários fatores, dentre eles a fase de desenvolvimento. Nesse sentido, as larvas de carpas avaliadas no presente estudo utilizaram a energia de

maneira distinta, quando relacionadas aos alevinos de tilápia.

O comprimento final apresentou efeito polinomial, sendo que a derivação da equação permite estimar que o menor crescimento ocorresse, quando a dieta continha 4,43% de glicerol. Neu *et al.* (2013) não verificaram diferenças significativas no comprimento de juvenis de tilápias do Nilo alimentadas com níveis crescentes de glicerol. Graeff e Tomazelli (2007) fornecendo diferentes fontes e níveis de óleos para carpas também não relataram diferenças no comprimento final de carpas comum.

Nas Figuras 1A e 1B é possível verificar o comportamento do peso final e comprimento final que as larvas de carpa obtiveram durante o período experimental.

**Figura 1A:** peso final (g) dos indivíduos de carpa comum alimentados com níveis crescentes de glicerol na dieta. **Figura 1B:** comprimento final (cm) dos indivíduos de carpa comum alimentados com níveis crescentes de glicerol na dieta.

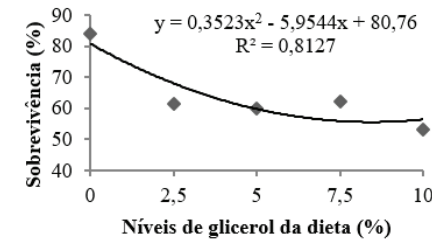


Fonte: Dados da pesquisa.

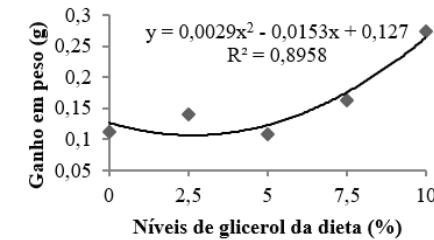
Com relação à sobrevivência das larvas (Figura 2C) foi observado que, quando não houve a inclusão do produto, ocorreu a maior taxa de sobrevivência, acima de 80%, enquanto a maior inclusão proporcionou elevados valores de mortalidade (aproximadamente 47%). Woinarovich (1993) relata que pode ocorrer mortalidade de 40 a 50% dos peixes na fase inicial. Isso pode ser explicado devido a diversos fatores, um deles é a própria temperatura da água que ficou abaixo do recomendado, pois não havia controle em relação ao manejo diário aos quais os peixes

foram submetidos e à nutrição. Pasquetti *et al.* (2014) relatam que o glicerol possui algumas impurezas em sua composição, talvez tanto o excesso desse ingrediente, quanto a incapacidade fisiológica dos peixes possam ter contribuído para ocorrer essa elevada taxa de mortalidade nessa fase de desenvolvimento. Li *et al.* (2010) não verificaram mortalidade em juvenis de bagre do canal, que receberam dietas com níveis crescentes de glicerol, resultados que corroboram àqueles descritos por Neu *et al.* (2012b, 2013) para alevinos e juvenis de tilápia do Nilo.

**Figura 2C:** Sobrevivência (%) das larvas de carpa comum alimentadas com níveis crescentes de glicerol. **Figura 2D:** Ganho em peso (g) das larvas de carpa comum alimentadas com níveis crescentes de glicerol.



**C**  
Fonte: Dados da pesquisa.



**D**

Para o ganho em peso (Figura 2D), aparentemente, o glicerol proporciona efeito benéfico. Quando se aplicam altos níveis de energia nas rações é comum reduzir o consumo de alimento e aumentar o ganho em peso dos animais, pois há o atendimento das necessidades energéticas e deposição de gordura na carcaça e nas vísceras. Porém, no presente estudo, a formulação da ração contemplou que todas as dietas fossem isoproteicas e isoenergéticas, tentando eliminar esse fator. Além disso, o glicerol é fonte imediata de energia (LAMMERS *et al.*, 2008b) e é absorvido com maior facilidade.

peixes que receberam 5,0% de glicerol na dieta (menor TCE), apresentando efeito polinomial por entre os tratamentos. Esse índice representa a taxa de crescimento em peso do peixe em percentagem ao dia, ou seja, os peixes do tratamento 1, que não receberam glicerol na ração, cresceram em peso, em média, 1,40% ao dia.

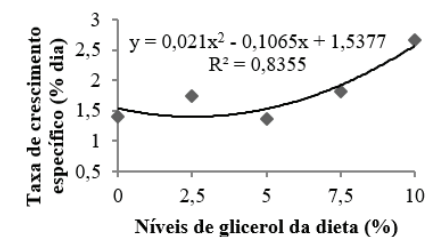
Outro fator que pode ter sido determinante para o ganho em peso reduzido das larvas de carpas foi a não ocorrência do período de transição entre o alimento natural (zooplâncton) para a ração, ou seja, depois que os animais foram transferidos do local, em que foram produzidos para o laboratório, houve o fornecimento imediato de alimento exógeno (ração), e de acordo com Verreschi *et al.* (1997), a presença de organismos planctônicos tem grande importância para larvas de carpa comum. Associado às impurezas do produto testado, pode ter ocasionado em maior mortalidade, quando utilizados maiores teores do glicerol.

Os resultados apresentados no atual estudo são próximos aos reportados por Bergamin *et al.* (2011) para juvenis de carpa húngara (variando de 1,27 a 2,20%) alimentados com fontes proteicas vegetais, e superior aos observados por Souza *et al.* (2008) que encontraram TCE de 1,11 a 1,54% para juvenis de carpa capim alimentados com um ingrediente alternativo, *Azolla filiculoides* e ração. Porém, os valores apresentados são inferiores aos descritos por Gonçalves *et al.* (2015) e Moesch *et al.* (2016) para juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com níveis crescentes de glicerol. Representando, portanto, as diferenças de utilizações entre as espécies e fase de desenvolvimento.

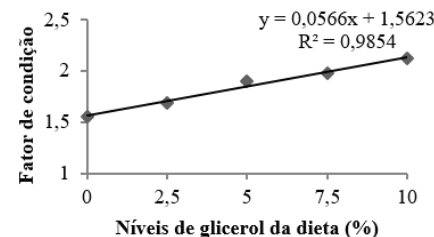
A taxa de crescimento específico (Figura 3E) dos peixes alimentados com o maior conteúdo de glicerol (10,0%) na dieta foi 51% superior do que a taxa de crescimento específico dos

Com relação ao fator de condição (Figura 3F), este é um índice proposto para o estudo da biologia dos peixes, pois fornece importantes informações relacionadas ao estado fisiológico dos mesmos, com base no princípio de que os indivíduos de um determinado comprimento, apresentando maior peso, estão em melhores condições (LIMA-JÚNIOR *et al.*, 2002), em outras palavras, corresponde a um índice de bem-estar do animal.

**Figura 3E:** Taxa de crescimento específico (% ao dia) das larvas de carpa comum alimentadas com níveis crescentes de glicerol. **Figura 3F:** Fator de condição das larvas de carpa comum alimentadas com níveis crescentes de glicerol.



**E**  
Fonte: Dados da pesquisa.



**F**

De acordo com Rocha *et al.* (2005), o fator de condição pode ter diferenças entre os sexos e a idade dos peixes. Para carpa comum entre 60 e 240 dias de idade, as fêmeas possuem maiores valores, e os autores encontraram coeficientes variando entre 1,8 a 2,0. Dentre as médias observadas pelos autores supracitados, e fazendo um comparativo com o fator de condição das larvas do presente estudo, nota-se que algumas delas se enquadram nessa classificação. O fator de condição apresentou comportamento linear, conforme se elevaram os níveis de glicerol na dieta, indicando que este alimento pode proporcionar efeito benéfico aos animais.

Os valores do fator de condição destacados para larvas são inferiores aos de juvenis da mesma espécie encontrados por Corrêia *et al.* (2009), porém os dados atuais são superiores aos apresentados por Diemer *et al.* (2011) para juvenis de jundiás. Portanto, há grande oscilação entre cada espécie e, sobretudo, entre a mesma espécie de peixe, diferindo entre a idade e o sexo dos animais.

O glicerol é um alimento com potencial utilização para peixes, pois possui elevado teor de energia bruta. Entretanto, é possível que os animais não possuam a mesma efetividade de aproveitamento, quando nas fases jovens comparados a animais adultos, e isso pode ser pela formação do trato gastrointestinal em formação e a composição do produto, portanto, mais estudos devem ser realizados com esse alimento, visando redução dos custos da dieta.

#### 4 Conclusão

Os animais que receberam 10,0% de glicerol na composição da ração apresentaram maior peso final, comprimento final, ganho em peso, taxa de crescimento específico e fator de condição, porém esse mesmo tratamento apresentou a menor taxa de sobrevivência. Dessa forma, mais estudos com esse alimento são necessários a fim de desvendar o efeito metabólico do mesmo em peixes nas etapas iniciais de desenvolvimento.

#### Referências

- BALEN, R.E. *et al.* Digestible energy of crude glycerol for pacu and silver catfish. *Ciênc. Rural*, v.44, n.8, p.1448-1451, 2014.
- BERGAMIN, G.T. *et al.* Fontes proteicas vegetais na alimentação da carpa húngara. *Ciênc. Rural*, v.41, n.9, p.1660-1666, 2011.
- CORRÊIA, V. *et al.* Crescimento de jundiá e carpa húngara criados em sistema de recirculação de água. *Ciênc. Rural*, v.39, n.5, p.1533-1539, 2009.
- DIEMER, O. *et al.* Níveis de fósforo total na alimentação de juvenis de jundiá criados em tanques rede. *Pesq. Agropec. Trop.*, v.41, n.4, p.559-563, 2011.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries global information System (FIGIS). 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-production/query/en>. Acesso em: 28 maio 2015.
- FIRETTI, R.; SALES, D.S. O futuro promissor da cadeia produtiva da piscicultura comercial. *Anualpec*, v.11, p.305-307, 2004.
- GONÇALVES, L.U. *et al.* Crude glycerin as dietary energy source for Nile tilapia. *Aquaculture*, v. 437, p.230-234, 2015.
- GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. Fontes e níveis de óleos na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de crescimento. *Ciênc. Agropec.*, v.31, n.5, p.1545-1551, 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da pecuária municipal: 2013. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- LAMMERS, P.J. *et al.* Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.86, p.602-608, 2008a.
- LAMMERS, P.J. *et al.* Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. *Poult. Sci.*, v.87, p.104-107, 2008b.
- LI, M.H. *et al.* Evaluation of glycerol from biodiesel production as a feed ingredient for Channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *J. World Aquac. Soc.*, v.41, n.1, p.130-136, 2010.
- LIMA-JÚNIOR, S.E.; CARDONE, I.B.; GOITEIN, R. Determination of a method for calculation of Allometric Condition factor of fish. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.24, n.2, p.397-400, 2002.
- MEURER, F. *et al.* Apparent energy digestibility of glycerol from biodiesel production for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758). *Aquac. Research*, v.43, p.1734-1737, 2012.
- MOESCH, A. *et al.* Growth, body composition and hepatopancreas morphology of Nile tilapia fingerlings fed crude glycerol as a replacement for maize in diets. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v. 219, p.122-131, 2016.
- NEU, D.H. *et al.* Energia digestível de diferentes fontes de glicerol para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Agrária*, v.7, n.1, p.174-179, 2012a.
- NEU, D.H. *et al.* Glicerol na dieta de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Agrarian*, v.5, n.17, p.288-294, 2012b.
- NEU, D.H. *et al.* Glycerol inclusion in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) juveniles. *Aquac. Nutrition*, v.19, p.211-217, 2013.
- OOI, T.L. *et al.* Glycerol residue: a rich source of glycerol and medium chain triglycerides. *J. Oleo Sci.*, v.53, n.1, p.29-33, 2004.
- PASQUETTI, T.J. *et al.* Semi-purified glycerin in the meat quails feeding. *Semina*, v.35, n.6, p.3377-3392, 2014.
- ROCHA, M.A. *et al.* Uso do fator de condição alométrico e de Fulton na comparação de carpa (*Cyprinus carpio*), considerando os sexos e idade. *Semina*, v.26, n.3, p.429-434, 2005.
- SIPAÚBA-TAVARES, L.H. *Limnologia aplicada à aquicultura*. Jaboticabal: Funep, 1995.
- SOUZA, S.M.G. *et al.* Desempenho e conversão alimentar de juvenis de carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*) alimentadas com *Azolla filiculoides* e ração com baixo teor lipídico. *Semina*, v.29, n.2, p.459-464, 2008.
- VERRESCHI, D.C.; SENHORINI, J.A.; BRAZIL, E.A. Influência da alimentação artificial na larvicultura da carpa comum, *Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1858. *Bol. Téc. CEPTA*, v.10, p.9-17, 1997.
- WOYNAROVICH, E. *Manual de piscicultura*. Brasília: CODEVASF. 1993.