

Selênio orgânico na alimentação de matrizes de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Thiago Scremin Pereira*, Thiago El Hadi Perez Fabregat, João Batista Kochenborger Fernandes, Camila Nomura Boscolo, Julian David Alvarado Castillo e Teresa Cristina Ribeiro Dias Koberstein

Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, 14884-900, Jaboticabal, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: thiago.scremin@gmail.com

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de selênio orgânico na dieta de matrizes de tilápia-do-Nilo. Foi avaliado o desempenho zootécnico e reprodutivo das matrizes, assim como o crescimento das larvas (progênes). Utilizaram-se 80 peixes em idade reprodutiva, com peso médio de 121 g, divididos em grupos de quatro animais (três fêmeas e um macho), estocados em 20 tanques de 1,5 m³. Os peixes foram alimentados com cinco dietas contendo níveis crescentes de suplementação com selênio orgânico (0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mg kg⁻¹ de ração). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Para avaliar o desempenho zootécnico da progênie, as larvas produzidas de cada tratamento foram divididas em quatro aquários e alimentadas durante 30 dias com ração comercial (45% PB). O desempenho zootécnico e reprodutivo das matrizes não apresentou diferenças estatísticas ($p > 0,05$). Por outro lado, as matrizes que foram alimentadas com dietas suplementadas com 0,50 mg de selênio orgânico produziram larvas que apresentaram melhor ($p < 0,05$) ganho de peso em relação as que receberam a dieta-controle.

Palavras-chave: minerais, nutrição, reprodução, tilapicultura.

ABSTRACT. Organic selenium in the diet of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock. The aim of this study to test the effect of organic selenium supplementation in the diets of Nile tilapia broodstock. Growth, reproductive performance and performance of fingerlings were evaluated. Eighty adult fish were used, with average weight of 121.7 g and divided into groups of four animals (3 female and 1 male) stocked in 20 tanks with 1.5 cubic meters. The fish were fed five diets containing different levels of organic selenium (0.0, 0.25, 0.50, 0.75, and 1.0 mg kg⁻¹ ration). In the experimental period, females from all tanks were captured and the eggs collected. The experimental design was entirely randomized, with five treatments and four replicates. To evaluate progeny performance, the fingerlings were shared in four aquariums and fed during 30 days with commercial diet (45% CP). The supplementation with organic selenium did not affect the productive performance as with the reproductive parameters of the broodstock ($p > 0.05$). On the other hand, the broodstock fed with 0.50 mg of organic selenium produced fingerlings that presented improved weight gain ($p < 0.05$) compared to fish fed the control diet.

Key words: minerals, nutrition, broodstock, culture tilapia.

Introdução

Com o crescente aumento da piscicultura no Brasil e no mundo, torna-se cada vez mais importante realizar estudos voltados para nutrição de reprodutores, na busca de elaborar rações nutricionalmente completas que possam suprir as exigências nutricionais de cada espécie. A nutrição dos reprodutores é um dos fatores que influencia diretamente a qualidade das desovas e das larvas.

Segundo El-Sayed et al. (2003), a adequada alimentação fornece aos peixes os nutrientes essenciais para o desenvolvimento gonadal da fêmea e a performance de seus ovos e larvas. Muitos dos

problemas encontrados durante os primeiros dias de criação das larvas estão diretamente relacionados ao regime alimentar dos reprodutores. Por isso, técnicas de manejo e nutrição que melhorem parâmetros como frequência de desova, quantidade de ovos, taxa de eclosão e desempenho zootécnico das larvas devem ser estudados.

Micronutrientes, como vitaminas e minerais, são essenciais para o crescimento normal, reprodução e saúde dos peixes (KIM et al., 2003). No entanto, as exigências em minerais das diferentes espécies de peixes tropicais ainda se encontram defasadas. As recomendações adotadas para a formulação de rações

para espécies tropicais se baseiam em valores médios disponíveis na literatura (NRC, 1993) que, em sua maioria, se referem aos estudos realizados com peixes de ambiente temperado.

O selênio (Se) é um micromineral essencial na nutrição humana e animal, incluindo os peixes (WATANABE et al., 1997). Além de proteger as células contra o processo oxidativo e prevenir a ocorrência de doenças metabólicas e infecciosas, possui importante papel nas selenoenzimas como a glutatona peroxidase (GSH-Px), que desempenha papel fundamental no sistema de proteção antioxidante dos espermatozoides. Este micromineral é essencial para o desenvolvimento e maturação dos espermatozoides além de apresentar a função de proteção contra toxicidade de metais pesados como o mercúrio e o cádmio.

Poucos trabalhos foram realizados em peixes com suplementação de selênio orgânico. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito da suplementação de selênio orgânico na dieta de matrizes de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) no desempenho zootécnico, reprodutivo e o desempenho das progênes durante o período da reversão sexual.

Material e métodos

Experimento 1

Foram utilizados 80 reprodutores adultos de tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus*, com peso médio de 121,0 g, previamente sexados e identificados. Os animais foram divididos em grupos de quatro peixes (três fêmeas e um macho) e estocados em 20 tanques de 1.500 L que fazem parte de um sistema de recirculação de água, equipado com filtro biológico e trocador de calor para manutenção da temperatura.

O delineamento experimental utilizado para avaliar os parâmetros de desempenho zootécnico, reprodutivo e índices de crescimento dos reprodutores foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, e cada tanque consistia numa repetição. As análises estatísticas dos resultados foram realizadas por meio do teste F para análise de variância e teste de Tukey ou Duncan para comparação de médias, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS 9.0.

Os peixes foram alimentados durante o período experimental (84 dias) com cinco dietas isocalóricas e isoproteicas (Tabela 1) contendo níveis crescentes de suplementação com selênio orgânico Selplex® (0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mg kg⁻¹). A alimentação foi realizada duas vezes ao dia (8 e 17h) até a saciedade aparente, de modo a não haver sobras de ração nos tanques.

Tabela 1. Ingredientes e composição das dietas experimentais.

Table 1. Ingredients and composition of the experimental diets.

Ingredientes <i>Ingredients</i>	(%)
Farinha de peixe <i>Fish meal</i>	15,00
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	34,50
Milho <i>Corn</i>	28,70
Farelo de trigo <i>Wheat meal</i>	16,00
Óleo de soja <i>Soybean oil</i>	1,50
Supl. vitamínico e mineral ¹ Vit. C	1,40 0,10
<i>Vitamin and mineral supplement</i>	
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	2,70
Selênio/ Bagaço de cana <i>Selenium/ Sugar cane</i>	0,10
Total	100,00
Composição calculada/analizada <i>Composition analysed</i>	
Matéria seca <i>Dry matter</i>	89,04
Proteína bruta <i>Crude protein</i>	32,29
Proteína digestível <i>Digestible protein</i>	28,18
Extrato etéreo <i>Ether extract</i>	5,04
ENN <i>NFE</i>	44,90
Fibra bruta <i>Crude fiber</i>	3,69
Cálcio <i>Calcium</i>	1,57
Fósforo <i>Phosphorus</i>	0,99
Energia Bruta (kcal kg ⁻¹) <i>Gross energy</i>	4331,40
Energia Digestível (kcal kg ⁻¹) <i>Digestible energy</i>	3348,01

¹Suplemento vitamínico e mineral (*Vitamin and mineral supplement*): Vit. A - 5000.000 UI; Vit. D₃ - 200.000 UI; Vit. E - 5.000 UI; Vit. K₃ - 1.000 mg; Vit C - 15.000 mg; Vit B₁₂ - 4.000 mg; Vit. B₁ - 1.500 mg; Vit. B₂ - 1.500 mg; Vit. B₆ - 1.500 mg; Biotina (*Biotin*) - 50 mg; Ácido fólico (*Folic acid*) - 500 mg; Ácido pantotêmico (*Pantothenic acid*) - 4.000 mg; B.H.T. - 12,25 g; Colina (*Choline*) - 40 g; Fe - 5.000 mg; Cu - 500 mg; Mn - 1.500 mg; Co - 10 mg; I - 50 mg; Se - 10 mg e Zn - 5.000 mg.

A qualidade da água dos tanques experimentais foi monitorada semanalmente, com determinações do potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total (mg de CaCO₃ L⁻¹), condutividade (μSiemens cm⁻¹), oxigênio dissolvido (mg de O₂ L⁻¹) e amônia (μg L⁻¹). A temperatura média da água foi aferida diariamente com termômetro de máxima e mínima.

As biometrias dos peixes foram realizadas mensalmente e foram avaliados os seguintes parâmetros zootécnicos: ganho de peso (GP = (Peso final - Peso inicial)), conversão alimentar (CA = (Consumo total de ração g)/(Ganho de peso dos peixes g)).

Ao final do experimento, os animais foram sacrificados com doses letais de benzocaína de acordo com Gontijo et al. (2003) e os demais parâmetros avaliados: índice hepatossomático (IHS = (Peso fresco do fígado g)/(Peso corporal g)) e índice gonadossomático (IGS = (Peso da gônada g)/(Peso corporal g)) das fêmeas.

Após 15 dias alimentando-se das rações experimentais, as fêmeas de todos os tanques foram capturadas a cada três dias para a coleta das desovas e os seguintes parâmetros reprodutivos foram avaliados: desovas por fêmea, número de ovos por grama de fêmea e a relação entre o total de larvas e o total de ovos não-gorados produzidos.

Experimento 2

Para avaliar o desempenho das progênes de matrizes de tilápia, 280 larvas de cada tratamento foram separadas e divididas em quatro aquários de polietileno com capacidade de 120 L, totalizando 20 unidades experimentais. Cada aquário era equipado com filtro biológico de espuma e aquecedor para manutenção da temperatura. As larvas foram alimentadas quatro vezes por dia com ração comercial (45% PB) com 60 miligramas de 17 α -metil testosterona por kg para proporcionar a reversão sexual dos peixes.

A qualidade da água dos aquários foi monitorada semanalmente, com determinações do potencial hidrogeniônico (pH), alcalinidade total (mg de $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$), condutividade ($\mu\text{Siemens cm}^{-1}$), oxigênio dissolvido (mg de $\text{O}_2 \text{ L}^{-1}$) e amônia ($\mu\text{g L}^{-1}$). A temperatura média da água foi aferida diariamente com termômetro de máxima e mínima.

O delineamento experimental aplicado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. As análises estatísticas dos resultados foram realizadas por meio do teste F para análise de variância e teste de Tukey ou Duncan para comparação de médias, em nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS 9.0.

As biometrias foram realizadas no início e após 30 dias de experimentação. Os seguintes parâmetros foram avaliados nas larvas: sobrevivência, ganho de peso e conversão alimentar aparente.

Resultados e discussão

Os resultados das análises dos parâmetros de qualidade da água dos tanques dos reprodutores, durante o período experimental, foram: pH $6,91 \pm 0,29$; temperatura $27,8 \pm 1,91^\circ\text{C}$; oxigênio dissolvido $6,84 \pm 0,56 \text{ mg L}^{-1}$; alcalinidade total $30,09 \pm 4,94 \text{ mg L}^{-1}$ e amônia $26,62 \pm 11,13 \mu\text{g L}^{-1}$. Enquanto para os aquários das progênes foram: pH $6,54 \pm 0,10$; temperatura $27,5 \pm 0,55^\circ\text{C}$; oxigênio dissolvido $6,65 \pm 0,42 \text{ mg L}^{-1}$; alcalinidade total $138,8 \pm 28,92 \text{ mg L}^{-1}$ e amônia $9,07 \pm 3,06 \mu\text{g L}^{-1}$.

As médias dos parâmetros avaliados mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para a espécie nas duas fases de criação (KUBITZA, 2000).

O desempenho zootécnico dos reprodutores de tilápia-do-Nilo não variou entre os tratamentos ($p > 0,05$), indicando que a suplementação de selênio não afetou o crescimento dos animais. (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho de matrizes de tilápia-do-Nilo alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de selênio orgânico.

Table 2. Performance of Nile tilapia broodstock fed diets supplemented with increasing levels of organic selenium.

	Nível de suplementação com selênio (mg kg ⁻¹)					CV%
	Levels of organic selenium					
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
GP (g)	91,4 ± 17,2	93,5 ± 9,8	78,7 ± 13,9	108,4 ± 12,9	94,5 ± 29,6	19,36
WG (g)						
CR (g)	867,1 ± 74,6	833,5 ± 33,8	846,7 ± 36,7	880,2 ± 34,0	806,9 ± 20,6	5,18
RI (g)						
CA	2,40 ± 0,23	2,25 ± 0,29	2,76 ± 0,57	2,05 ± 0,28	2,28 ± 0,66	18,85
FC						

GP - ganho de peso; CR - consumo total de ração; CA - conversão alimentar.

WG - weight gain; RI - ration intake; FC - conversão alimentar.

Kim et al. (2003), trabalhando com selênio orgânico em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo, também não encontraram diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados, estes autores ainda observaram que o aumento do nível de 0,2 para 0,5 mg kg⁻¹ não prejudicou o desempenho dos animais. Por outro lado, Piedras et al. (2005), utilizando 0,6 mg kg⁻¹ de selênio orgânico para alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*), obtiveram resultados satisfatórios no crescimento dos peixes. As diferenças observadas podem ser atribuídas à fisiologia específica de cada espécie, assim como, a fase de criação.

Os resultados da composição corporal dos peixes estão apresentados na Tabela 3. Os níveis de proteína, umidade e gordura não apresentaram diferenças estatísticas ($p > 0,05$) entre os tratamentos. São escassos os trabalhos que relacionam o selênio com a composição corporal de matrizes de peixes. Estudos com outros minerais como o fósforo mostraram relações significativas na composição corporal de juvenis de tilápia-do-Nilo com relação à menor deposição de gordura (FURUYA et al., 2008), demonstrando que os minerais da dieta podem interferir na composição químico-bromatológica da carcaça. No entanto, sabe-se que o aumento do peso dos peixes pode impedir os efeitos dos minerais na composição corporal (RONSHOLDT, 1995), e isso pode ter interferido na não obtenção de resultados para as matrizes.

Tabela 3. Resultados da composição corporal de matrizes de tilápia-do-Nilo alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de selênio orgânico.**Table 3.** Results of the corporal composition of Nile tilapia broodstock fed diets containing crescent levels of supplementation organic selenium.

	Níveis de suplementação com selênio (mg kg ⁻¹ ração)					CV%
	Levels of organic selenium					
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
Umidade (%) Humidity (%)	72,32 ± 1,09	68,65 ± 4,62	71,72 ± 1,54	69,57 ± 1,77	71,35 ± 1,29	7,50
Proteína (%) Protein (%)	57,52 ± 1,15	58,55 ± 1,90	59,84 ± 3,15	56,03 ± 2,27	57,04 ± 1,85	3,75
Gordura (%) Fat (%)	11,41 ± 2,30	11,12 ± 4,90	9,74 ± 4,55	10,19 ± 4,81	12,87 ± 4,27	18,66
IHS HSI	0,47 ± 0,15 ^{ab}	0,83 ± 0,23 ^{ab}	0,87 ± 0,18 ^a	0,84 ± 0,38 ^{ab}	0,45 ± 0,25 ^b	20,41
IGS GSI	2,76 ± 1,89	2,23 ± 1,02	4,67 ± 2,35	3,78 ± 1,90	2,57 ± 1,97	31,47

IHS - índice hepatossomático; IGS - índice gonadossomático. Médias seguidas de letras diferentes, na horizontal, diferem pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).HSI - hepatosomatic index; GSI - gonadosomatic index. Means followed by different letters, in the rows, are significantly different per the Duncan test ($p < 0,05$).

O índice hepatossomático (IHS) foi menor ($p < 0,05$) nos peixes que receberam a dieta contendo 1,0 mg kg⁻¹ em relação aos que receberam a dieta com 0,5 mg kg⁻¹. Os outros tratamentos não diferiram ($p > 0,05$) entre si. Segundo Combs e Combs (1986), tanto os sinais de deficiência quanto os efeitos tóxicos do excesso de selênio podem causar diminuição das funções hepáticas e redução do peso do fígado.

O índice gonadossomático não variou ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos, mostrando que o selênio orgânico não afetou o desenvolvimento das gônadas. A tilápia possui desova parcelada, e as fêmeas desovam varias vezes durante o ano. As variações nos estágios de maturação gonadal podem ter mascarado alguma alteração nas gônadas provocadas pela suplementação com selênio orgânico.

Os resultados de desempenho reprodutivo estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros reprodutivos de matrizes de tilápia-do-Nilo alimentadas com rações suplementadas com níveis crescentes de selênio orgânico, durante 84 dias.**Table 4.** Reproductive parameters of Nile tilapia broodstock fed diets supplemented with crescent levels of organic selenium, during 84 days.

	Nível de suplementação com selênio					CV (%)
	Levels of organic selenium					
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
Desovas por fêmea Spawning for female	3,00 ± 1,4	3,08 ± 1,5	2,00 ± 1,3	3,12 ± 1,6	2,50 ± 1,1	50,5
Ovos por grama de fêmea Egg per gram of female	5,13 ± 1,5	4,64 ± 1,3	4,49 ± 1,4	4,17 ± 1,4	4,05 ± 1,6	31,9
Larvas/ovos não gorados Viable larvae/eggs	0,78 ± 0,16	0,70 ± 0,20	0,61 ± 0,25	0,66 ± 0,33	0,60 ± 0,16	25,3

A suplementação com selênio orgânico também não afetou ($p > 0,05$) nenhum parâmetro avaliado. De forma contrária El-Gamal et al. (2007), observaram que a combinação entre o selênio e as vitaminas E e C trouxe melhores resultados de

performance reprodutiva para matrizes de tilápia-do-Nilo. A interação entre selênio, vitamina C e E também já havia sido relatada por aumentar o desempenho reprodutivo de *Cyprinus carpio* (WATANABE; TAKASHIMA, 1977). Este melhor desempenho pode ser pela combinação entre vitaminas e minerais. Segundo McDowell (1999), a função metabólica do selênio está intimamente ligada à vitamina E, em que ambos atuam protegendo as membranas biológicas contra a degeneração oxidativa.

A avaliação dos parâmetros reprodutivos produziu coeficientes de variação bastante elevados, o que também pode ter impedido a detecção de diferenças entre os tratamentos. Estudos com um número maior de reprodutores provavelmente reduziria a variação natural existente entre os indivíduos, podendo produzir resultados diferentes. Além disso, outro fator que pode ter influenciado na não-detecção de efeitos significativos foi o tempo de experimentação, já que o período experimental (84 dias) pode ter sido insuficiente para a obtenção de resultados satisfatórios.

Os resultados de desempenho da progênie em que os pais receberam a dieta suplementada com selênio estão apresentados na Tabela 5. O ganho de peso das larvas apresentou diferenças estatísticas entre os níveis crescentes de inclusão de selênio na dieta dos reprodutores ($p < 0,05$). Os níveis 0,25; 0,50 e 0,75 mg kg⁻¹ de selênio apresentaram as maiores médias em relação aos demais tratamentos. No entanto, a sobrevivência dos tratamentos 0,25 e 0,75 mg kg⁻¹ de selênio apresentaram mortalidade elevada ($p < 0,05$) o que possibilitou maior crescimento dos animais pela diminuição da densidade. Os resultados de conversão alimentar aparente não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Tabela 5. Desempenho de progênes de tilápia-do-Nilo, após período de reversão sexual, cujos pais receberam suplementação de selênio orgânico na dieta.

Table 5. Performance of Nile tilapia progeny, after sex reversal phase, whose broodstocks received organic selenium in the diet.

	Nível de inclusão de selênio (mg kg ⁻¹)				CV (%)	
	Levels of organic selenium					
	0	0,25	0,50	0,75	1,0	
GP (mg)	760 ± 110 ^a	1140 ± 77 ^a	1040 ± 118 ^a	960 ± 96 ^{ab}	810 ± 36 ^{bc}	9,78
WG						
Sobrevivência %	77,5 ± 10,8 ^a	52,5 ± 7,6 ^b	86,8 ± 11,9 ^a	47,5 ± 9,6 ^b	77,3 ± 3,6 ^c	8,85
Survival %						
C.A.	1,12 ± 0,32	1,12 ± 0,18	1,02 ± 0,06	1,46 ± 0,33	1,15 ± 0,04	19,01
FC						

Médias seguidas de letras diferentes na horizontal diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$).

Means followed by different letters, in the rows, are significantly different per the Duncan test ($p < 0,05$).

Não existem estudos na literatura relacionando o uso de selênio para reprodutores de peixes com o desempenho de suas respectivas progênes. Entretanto, estudos que avaliam dietas suplementadas com selênio orgânico para reprodutores de suíno obtiveram resultados positivos no desempenho das progênes, além de observar aumento na concentração da enzima glutatona peroxidase em alguns tecidos da progênie (MAHAN; KIM, 1996).

Segundo Watanabe et al. (1997), o selênio participa das reações no metabolismo e no crescimento dos animais, o que mostra que esse mineral influencia positivamente no desempenho das progênes.

Estes resultados indicam que o selênio é transferido com eficiência dos reprodutores para as progênes. No entanto, novos estudos devem ser realizados para detalhar precisamente a via de transferência e o local de ação desta enzima em larvas de peixes.

Conclusão

A suplementação com 0,50 mg kg⁻¹ de selênio orgânico para matrizes de tilápia-do-Nilo pode ser utilizada para melhorar o desempenho da progênie.

Referências

- COMBS, G. F.; COMBS, S. B. **The role of selenium in nutrition.** New York: Academic Press, 1986.
- EL-GAMAL, A. H. E.; EL-GREISY, Z. A.; EL-EBIARY, E. H. Sinergistic effects of vitamins C and E and selenium on the reproductive performance of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Journal of Applied Science Research**, v. 3, n. 7, p. 564-573, 2007.
- EL-SAYED, A. F.; MANSOUR, C. R.; EZZAT, A. A. Effects of dietary protein level on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. **Aquaculture**, v. 220, n. 4, p. 619-632, 2003.

FURUYA, W. M.; FUJII, K. M.; SANTOS, L. D.; SILVA, T. S. C.; SILVA, L. C. R. Exigência de fósforo disponível para tilápia-do-nilo (35 a 100 g). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 961-966, 2008.

GONTIJO, A. M. M. C.; BARRETO, R. E.; SPEIT, G.; REYES, V. A. V.; VOLPATO, G. L.; SALVADORI, D. M. F. Anesthesia of fish with benzocaine does not interfere with comet assay results. **Mutation Research**, v. 534, n. 1, p. 165-172, 2003.

KIM, K. W.; WANG, X.; CHOI, S. M.; PARK, G. J.; KOO, J. W.; BAI, S. C. No synergistic effects by the dietary supplementation of ascorbic acid, α -tocopheryl acetate and selenium on the growth performance and challenge test of *Edwardsiella tarda* in fingerling Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture Research**, v. 34, n. 12, p. 1055-1058, 2003.

KUBITZA, F. **Tilápia: tecnologia e produção comercial.** Jundiaí: USP, 2000.

MAHAN, D. C.; KIM, Y. Y. Effect of inorganic or organic selenium at two dietary levels on reproductive performance and tissue selenium concentrations in first-parity gilts and their progeny. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 11, p. 2711-2718, 1996.

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil.** 3. ed. Gainesville: University of Florida, 1999.

NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of fish.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1993.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAE, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; POUHEY, J. L. O. F.; RUTZ, F. Comparação entre o selênio orgânico e o inorgânico empregados na dieta de alevinos de jundiá (*Rhamdia quelen*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 31, n. 2, p. 171-174, 2005.

RONSHOLDT, B. Effect of fish size/age and feed composition on body composition and phosphorus content of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Water Science and Technology**, v. 31, n. 10, p. 137-141, 1995.

WATANABE, T.; TAKASHIMA, F. Effect of α -tocopherol deficiency on carp. VI. Deficiency symptoms and changes in fatty acid and triglyceride distribution in adult carp. **Bulletin of the Japanese Society of Science Fisheries**, v. 43, n. 4, p. 819-830, 1977.

WATANABE, T.; KIRON, V.; SATOH, S. Trace minerals in fish nutrition. **Aquaculture**, v. 151, n. 1, p. 185-207, 1997.

Received on February 9, 2009.

Accepted on October 7, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.