

ARTIGO



AUTORES:

Rodrigo Yudi Fujimoto¹
Marcello Pardi de Castro²
Flávio Ruas de Moares²
Fabrício Menezes Ramos¹

¹Universidade Federal do Pará.
Rua Leandro Ribeiro s/n. CEP
68.370-000, Bragança – PA,
Brasil.

²Universidade Estadual de São
Paulo, Via de Acesso Prof. Paulo
Donato Castellane s/n, 14884-
900, Jaboticabal – SP, Brasil.

Recebido: 06/09/2011

Aprovado: 26/10/2011

AUTOR CORRESPONDENTE:

Rodrigo Yudi Fujimoto
E-mail: ryfujim@ufpa.br

PALAVRAS-CHAVE:

Mineral quelatado
Cromo orgânico
Desempenho
Piaractus mesopotamicus

KEY WORDS:

Chelated mineral
Growth
Organic chromium
Piaractus mesopotamicus

Suplementação alimentar com carboquelato de cromo e efeito da densidade de estocagem em pacus

Chromium supplementation and stocking density in Pacus

RESUMO: O objetivo foi avaliar o desempenho de pacus *Piaractus mesopotamicus*, alimentados com ração suplementada com cromo orgânico, mantidos em diferentes densidades de estocagem. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com um esquema fatorial $4 \times 2 \times 3$, correspondendo a quatro concentrações de cromo orgânico (0, 6, 12, 18 mg kg⁻¹ de ração), duas densidades de estocagem (4 e 20 kg m⁻³) e três períodos de coleta (30, 60 e 90 dias) com quatro repetições. Os resultados revelaram que não houve interferência do cromo orgânico no consumo de ração, no ganho de peso, no índice de conversão alimentar e na taxa de crescimento específico. O efeito da densidade de estocagem interferiu nos parâmetros de qualidade de água, com consequência no desempenho. As concentrações de cromo orgânico utilizados não foram suficientes para observar efeitos benéficos e garantir melhor desempenho. Dessa forma maiores concentrações de suplementação podem ser exigidos pelos pacus nessas condições de alta densidade de estocagem.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate chromium effects on growth of pacus *Piaractus mesopotamicus*, submitted at two stocking densities. A factorial design with four levels of chromium (0, 6, 12, 18 mg kg⁻¹ of diet) x two stocking densities (4 and 20 kg m⁻³) x three periods (30, 60 and 90 days) was conducted. No effects of chromium supplementation in the diet consumption, in the weight gain, the index of alimentary conversion and in specific growth ratio was observed. The effect of stocking density interfered in water quality parameters, with result at fishes performance. And the concentrations of chromium were not sufficient to observe benefits and ensure best performance. Thus, higher concentrations of supplementation may be required by pacu in these conditions of high stocking density.

1 Introdução

A busca por nutrientes que permitam melhorar o aproveitamento de carboidratos e aumentar o efeito poupador de proteína, reduzindo o teor protéico das dietas poderia diminuir o custo de produção, sem afetar o desempenho e minimizar o impacto ambiental (FUJIMOTO, 2004). O aproveitamento de carboidratos por peixes é baixo, sendo atribuído à ineficiência da insulina, porém os peixes possuem quantidade de insulina semelhante à dos mamíferos (HERTZ et al., 1989).

O cromo orgânico trivalente potencializa a ação da insulina, atuando como fator de tolerância à glicose (GTF), proporcionando que peixes como a carpa *Cyprinus carpio* tenham a glicemia reduzida, além de inibir a gliconeogênese, melhorando a eficiência na utilização de proteínas e carboidratos (HERTZ et al., 1989). A ação potencializadora do cromo permite a entrada de maior quantidade de glicose nas células, diminuindo seus teores plasmáticos ao mesmo tempo em que aumenta o metabolismo lipídico e o tecido adiposo (HOSSAIN; BARRETO; SILVA, 1998).

Atualmente, devido à busca por maior produtividade, a alta densidade de estocagem é um dos estressores comuns em piscicultura (CONTE, 2004), que prejudica o crescimento, aumenta a exigência nutricional e altera o comportamento alimentar (LEFRANÇOIS; CLAIREAUX; MERCIERA, 2001). Como consequência da alta densidade ocorre deterioração da qualidade da água, (AZEVEDO; MARTINS; BOZZO, 2006), competição entre os indivíduos pelo alimento, redução da ingestão, menor aproveitamento dos nutrientes (PAPOUTSOGLU et al., 1998), e prejuízo do crescimento (IWAMA, 2004). Em pacus há evidências de que a densidade de 20 kg de *Piaractus mesopotamicus*/m³ afeta negativamente a resposta inflamatória crônica por corpo estranho prejudicando a atividade de macrófagos (BRUM, 2003; BELO et al., 2005).

Com base no exposto este ensaio teve como objetivo avaliar o desempenho de juvenis de pacus mantidos em diferentes densidades de estocagem e submetidos a suplementação com cromo orgânico.

2 Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em 90 dias e foram utilizados 32 tanques de cimento com capacidade de 500 L. O sistema era abastecido continuamente com água de poço artesiano e o escoamento realiza-

do através da saída da água pelo fundo do tanque. Semanalmente era realizado o sifonamento para retirar da matéria orgânica decantada em excesso. O fluxo foi adequado para cada densidade de forma que na menor densidade a taxa de renovação dos tanques era de 125 L h⁻¹ e na maior densidade 320 L h⁻¹.

Previamente aos ensaios, pacus *P. mesopotamicus*, com 100 g de peso médio, foram acondicionados nos tanques, na mesma densidade de estocagem, 111 kg m⁻³, para aclimação por dez dias. Após esse período, os peixes foram distribuídos ao acaso, nas densidades iniciais de estocagem de 4 kg m⁻³ e de 20 kg m⁻³ de peixe, segundo as recomendações de Brum (2003) e Belo et al. (2005).

O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, com 4 repetições, correspondente a quatro concentrações de cromo (0, 6, 12, 18 mg kg⁻¹ na ração), duas densidades de estocagem (4 kg m⁻³ de peixe e 20 kg m⁻³ de peixe), com parcelas subdivididas no tempo correspondendo a três períodos de coleta (30, 60 e 90 dias).

Os peixes foram alimentados com ração basal contendo 26% de PB e 3900 kcal de EB constituída de: farinha de peixe (13%), farelo de soja (23%), farelo de trigo (21%), milho moído (25%), farelo de arroz (16%), óleo de soja (1%) e suplemento vitamínico e mineral isento de cromo (1%), sendo que este era isento de cromo. Foi utilizado o carboquelato de cromo como fonte orgânica de cromo, o qual foi inicialmente homogeneizado com 10 kg de cada dieta, nas proporções necessárias para a confecção dos diferentes tratamentos. Após homogeneização, as dietas foram peletizadas e estocadas à 18 °C negativos até o momento do uso. Sendo os peixes alimentados uma vez ao dia às 9:00 hs, até a saciedade.

Semanalmente foram determinadas a temperatura da água (YSI 60), o potencial hidrogênionico (pH) (YSI 60), a concentração de oxigênio dissolvido (YSI 550A) e a condutividade elétrica (YSI 30), e quinzenalmente, a amônia total, lidas em espectrofotômetro HACH DR-2000 (SOLORZANO, 1972).

Para a análise de desempenho foram realizadas quatro biometrias, a inicial aos 30, 60 e 90 dias de experimento. A cada biometria, todos os peixes de cada parcela foram anestesiados em banho de solução aquosa de benzocaína (1 g 15 L⁻¹ de água) e então pesados. Sendo calculados os seguintes parâmetros: Consumo aparente de ração (CAR), Ganho de peso (Gp = peso final - peso inicial), Conversão alimentar aparente (CAA =

Consumo de ração / ganho de peso) e Taxa de crescimento específico (TCE= 100 x (logarítmo neperiano (ln) peso final - ln peso inicial / dias de experimento)(MILLOT et al. 2008).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (p=0,01) e para comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados que não apresentaram distribuição normal foram transformados em log x ou arc. sen $\sqrt{x}/100$.

3 Resultados e Discussão

O cromo não interferiu nos parâmetros de qualidade de água, porém foi possível observar os efeitos das diferentes densidades de estocagem (4 e 20 kg m⁻³), como demonstrado na Tabela 1. Da sua análise verifica-se que, com exceção da temperatura, todos os outros parâmetros apresentaram alterações significativas acusando redução da qualidade da água quando os peixes foram estocados na densidade mais elevada, principalmente com relação aos teores de oxigênio dissolvido e amônia total.

Tabela 1. Valores de F, coeficiente de variação e médias obtidas na análise de temperatura (T em °C), pH, oxigênio dissolvido (O₂D em mg L⁻¹), condutividade (Cd em ms/cm) e amônia total (AT em mg L⁻¹) da água dos tanques de todos os grupos de peixes.

Fonte de variação	Variáveis				
	T*	pH	O ₂ D	Cd	AT
F concentração de cromo (Cr)	1,16 ns	0,59 ns	0,88 ns	0,99 ns	0,01 ns
F densidade de estocagem (Ds)	0,11 ns	34,22 **	314,02 **	22,80 **	68,28 **
F interação entre Cr X Ds	1,11 ns	0,50 ns	1,12 ns	0,41 ns	0,11 ns
Coeficiente de variação (%)	17,95	0,92	10,70	1,18	41,12
Médias para:					
0 mg de Cr/ kg	28,3	7,49	3,78	136,51	205,86
6 mg de Cr/ kg	28,9	7,54	3,65	137,55	198,20
12 mg de Cr/ kg	28,9	7,50	3,61	137,82	197,20
18 mg de Cr/ kg	32,7	7,51	3,90	137,48	196,60
Médias para:					
4 kg de peixes/m ³	30,0	7,58 a	4,99 a	138,71 a	61,11 a
20 kg de peixe/m ³	29,4	7,44 b	2,48 b	135,97 b	337,87 b

* Médias na mesma coluna, seguidas de diferentes letras, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não se observou diferença significativa da temperatura entre os tanques com diferentes densidades, embora ela tenha diminuído até o fim do período experimental (Figura 1a). Sendo considerada ótimo, esta faixa de temperatura para alevinos de tambaqui (SANTOS, et al., 2007)

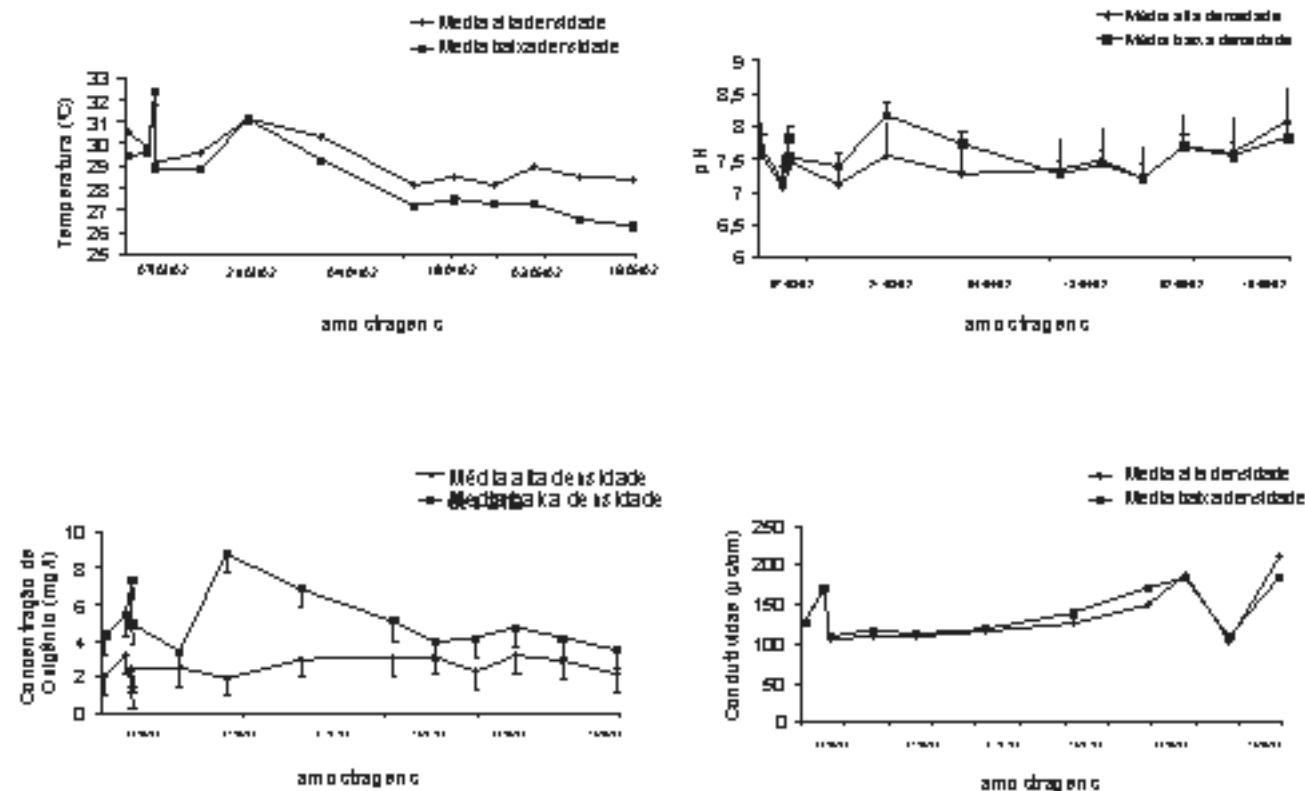


Figura 1. Variação da temperatura (a), potencial hidrogeniônico (b), oxigênio dissolvido (c) e condutividade (d) no decorrer do experimento nos tanques com alta (20 kg m⁻³) e baixa densidade de estocagem (4 kg m⁻³) de pacus e suplementados com cromo trivalente

Quanto ao pH, verificou-se que os valores permaneceram próximos da neutralidade, sendo estes indicados para a criação de peixes (KUBITZA, 2011) (Figura 1b).

Embora o fluxo de água fosse suficiente para a retirada do excesso de matéria orgânica, não foi suficiente para manter constante a concentração de oxigênio dissolvido (O_2D), como demonstra a Figura 1c. Como esperado, as menores concentrações de O_2D ocorreram nos tanques com maior densidade populacional. Nesses tanques a concentração de O_2D foi baixa ($2,48 \text{ mg L}^{-1}$) como se observa na Tabela 1. Esse valor médio está abaixo do recomendado ($3,0 \text{ mg de } O_2D/ \text{ L de água}$) para a criação de peixes (KUBITZA, 2011). Desta forma, é possível que a concentração inadequada de oxigênio dissolvido possa ter interferido no consumo alimentar aparente.

Quanto a condutividade observou-se um aumento na concentração de sais dissolvidos nos tanques com menor densidade (Figura 1d), esse fato pode estar ocorrendo devido a uma maior lixiviação dos sais provenientes da ração e das fezes devido ao maior contato e tempo de permanência dos mesmo com a água dos tanques de menor densidade que em valores absolutos possuía menor vazão proporcional ao número de peixes.

A concentração elevada de amônia causa mortalidade em criações mantidas em alta densidade de estocagem (NOGA, 1996). Neste ensaio ficou demonstrada a diferença significativa entre as densidades de estocagem dos valores de amônia total. Porém, o valor médio de $337,87 \mu\text{g L}^{-1}$, para a maior densidade, estava abaixo da concentração encontrada por Brandão et al. (2004) ($1,23 \text{ mg L}^{-1}$) em cultivo desta espécie em tanques rede em alta densidade (500 peixes/m^3), e da concentração limitante para o crescimento dos peixes (KUBITZA, 2011).

Embora ocorresse uma piora na qualidade de água, esta não foi o fator limitante para o experimento, pois não houve mortalidade de peixes nos diferentes tratamentos.

Como discutido anteriormente, alguns parâmetros de qualidade da água interferiram no desempenho, porém o carboquelato de cromo não produziu efeitos benéficos neste aspecto, como pode ser observado na Tabela 2.

A partir dos parâmetros avaliados, tanto as concentrações de cromo quanto as suas interações não apresentaram efeito sobre o desempenho.

Tabela 2. Valores de F, coeficiente de variação obtidas na análise de consumo de ração aparente (CRA em g), ganho de peso (GP em g), conversão alimentar aparente (CAA) e taxa de crescimento específico (TCE em %/dia) de juvenis de pacus alimentados com dietas contendo concentrações crescentes de cromo.

Estatística	Variáveis			
	CRA *	GP	CAA	TCE
F Bloco	0,47 ns	1,26 ns	1,42 ns	xxxx
F concentrações de cromo (Cr)	1,28 ns	0,54 ns	0,69 ns	0,53 ns
F densidade de estocagem (Ds)	9,49 **	1,36 ns	7,42 *	7,03 **
F períodos (Pr)	106,99 **	7,91 **	7,46 **	61,88 **
F Cr x Ds	0,10 ns	1,12 ns	2,51 ns	1,54 ns
F Cr x Pr	1,00 ns	0,91 ns	0,55 ns	1,60 ns
F Ds x Pr	48,80 **	34,73**	17,90**	23,99 **
Coeficiente de variação (%)	12,13	47,96	18,43	32,93
Médias para: 0 mg de Cr/ kg	54,14±13,56	16,50±10,76	4,65±3,12	0,35±0,23
6 mg de Cr/ kg	54,05±11,37	19,10±14,49	4,19±2,30	0,39±0,24
12 mg de Cr/ kg	51,53±11,20	15,92±8,47	4,37±2,62	0,36±0,19
18 mg de Cr/ kg	50,36±10,56	16,03±8,03	3,77±1,60	0,37±0,15
Médias para: 4 kg de peixes/m ³	55,08±13,38	18,06±9,21	3,77±1,69	0,40±0,16
20 kg de peixe/m ³	49,36±8,6	15,71±13,86	4,72±2,93	0,34±0,15
Médias para: 30 dias	51,51±6,87	20,67±12,65	3,43±1,78	0,97±0,14
60 dias	43,05±6,34	13,92±7,89	3,94±2,23	0,26±0,13
90 dias	63,01±11,36	16,08±10,67	5,37±2,88	0,30±0,17

Pela tabela 3 pode-se observar que houve diminuição de consumo de ração em qualquer densidade, essa diminuição do consumo pode estar relacionada com a diminuição de temperatura encontrada no decorrer do experimento como observado na figura 1a. Porém observações contrárias foram relatadas para tilápias em estudos de Shiau e Lin (1993) e Shiau e Chen (1993) os quais relataram ganho significativo de peso em tilápias criada em sistema de recirculação de água (*O. niloticus* X *O. aureus*) cuja ração foi suplementada com 2 mg de óxido de cromo/kg. Esses autores verificaram ainda que houve aumento do consumo de ração e ganho de peso, após dez semanas de alimentação.

Tabela 3. Efeito de interação entre as duas densidades de estocagem e os períodos de coleta sobre o consumo de ração aparente (g), a conversão alimentar aparente e a taxa de crescimento específico (TCE, %/dia).

Variáveis	Períodos	Densidades	
		4 kg m ⁻³	20 kg m ⁻³
Consumo de ração aparente	1º mês	46,49±4,03 Ab ¹	56,53±3,61 Ba
	2º mês	47,76±9,19 Bb	38,34±3,38 Bb
	3º mês	71,00±4,06 Aa	55,02±5,17 Ab
Conversão alimentar aparente	1º mês	4,74±2,05 Aa ¹	2,12±0,82 Cb
	2º mês	2,79±0,77 ABb	5,09±2,40 Ba
	3º mês	3,79±2,01 Bb	6,95±3,05 Aa
TCE	1º mês	0,48±0,11 Ab ¹	0,66±0,07 Aa
	2º mês	0,35±0,14 Ab	0,17±0,08 Bb
	3º mês	0,39±0,12 Aab	0,19±0,13 Bb

¹Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas linhas médias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Além disso, observou-se que no último mês a densidade de 20 kg m⁻³ apresentou o menor consumo de ração de 38,34 g (Tabela 3), que interferiu significativamente no índice de conversão alimentar e na taxa de crescimento específico, provavelmente devido ao estresse que diminui a assimilação de nutriente. Embora observa-se uma diminuição também no consumo alimentar aparente na menor densidade do primeiro para ao segundo mês, essa não interferiu no desempenho, esse fato pode estar ocorrendo devido a uma sobra maior de ração na menor densidade no primeiro mês, que participou do cálculo do consumo alimentar aparente. Essa sobra maior de ração e consequentemente maior consumo aparente, retrata uma dificuldade de manejo alimentar (como por exemplo: demora para acostumar com o tratador, receio de receber o alimento) em espécies de hábito gregário (cardume), como pode ter ocorrido para o pacu, nessa fase de juvenil. Assim embora aparentemente ocorra uma diminuição do consumo esse não interferiu nos índices ao contrário do que ocorre na maior densidade no último período

Com relação a conversão alimentar aparente observa-se também que ao longo do tempo houve aumento nesse índice na maior densidade de estocagem, o que pode ser atribuído ao efeito da densidade mais elevada, pois segundo Papoutsoglou et al. (1998), esse aumento decorre da ineficiência na utilização de nutrientes devido ao estresse populacional (BRUM, 2003), à diminuição de temperatura, diminuição da concentração de oxigênio dissolvido e maior concentração de amônia total, as

quais também foram observadas no presente experimento.

Na análise dos valores da TCE (Tabela 3), verificou-se que os peixes mantidos na maior densidade apresentaram uma menor TCE (P<0,05) que os mantidos na menor densidade, refletindo-se aí o menor aproveitamento da dieta como referido anteriormente.

4 Conclusões

A maior densidade de estocagem alterou os parâmetros de qualidade de água influenciando no desempenho dos pacus.

As concentrações de carboquelato de cromo não foram suficientes para melhorar o desempenho dos pacus na maior densidade. Dessa forma maiores concentrações de suplementação podem ser exigidos pelos pacus nessas condições.

Referências

- ANDERSON, R., A. Stress effects on chromium nutrition of humans and farmal animals. In: *Biotechnology in the feed industry*, 10, 1994, p.267-273.
- BELO, M.A.A. *Efeito do estresse e da suplementação alimentar com vitamina E sobre a formação de gigantócitos em lamínulas de vidro implantadas no tecido subcutâneo de *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887*. 87f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- BELO, M.A.A.; SCHALCH, S.H.C.; MORAES, F.R.; SOARES, V.E.; OTOBONI, A.M.M.B.; MORAES, J.E.R. Effect of dietary supplementation with vitamin E and stocking density on macrophage recruitment and giant cell formation in the teleost fish, *Piaractus mesopotamicus*. *Journal of Comparative Pathology*, v.133, p.146-54, 2005.
- BORGS, P.; MALLARD, B.A. Immune-endocrine interactions in agricultural species: chromium and its effect on health and performance. *Domestic Animal Endocrinology*, v.15, n.5, p.431-8, 1998.
- BRANDÃO, F.R; GOMES, L.C; CHAGAS, E.C; ARAÚJO, L.D. Densidade de estocagem de juvenis de tambaqui durante a recria em tanques-rede. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.39, n.4, p.357-362, 2004
- BRUM, C.D. *Vitamina C favorece a formação de macrófagos policariontes em *Piaractus mesopotamicus* Holmberg, 1887 mantidos em diferentes densidades*.

- 58f. Dissertação (Mestrado em Aqüicultura) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- CONTE, F.S. Stress and the welfare of cultured fish. *Applied Animal Behaviour Science*, v.86, p.205-223, 2004.
- FUJIMOTO, R.Y. *Suplementação alimentar com cromo para pacus, *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), mantidos em duas densidades de estocagem*. 132p Tese (Doutorado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.
- HERTZ, Y.; EPSTEIN, N.; ABRAHAM, M.; MADAR, Z.; HEPHER, B.; GERTLER, A. Effects of metformin on plasma insulin, glucose metabolism, and protein synthesis in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, v.76, p.255-267, 1989.
- HOSSAIN S.M.; BARRETO, S.B.; SILVA, C.G. Growth performance and carcass composition of broilers fed supplemental chromium from chromium yeast. *Animal Feed Science technology*, v.71, p.217-228, 1998.
- IWAMA, G.; AFONSO, L.; TODGHAM, A.; ACKERMAN, P.; NAKANO, K. Are hsps suitable for indicating stressed states in fish. *The Journal of Experimental Biology*, v.207, p.15-19, 2004
- KUBITZA, F. *Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial*. Jundiaí: DEGSPARI, 2a. Edição Revisada e Ampliada, 2011. 316p.
- LEFRANÇOIS, C.; CLAIREAUX, G.; MERCIEL, C.; AUBIN, J. Effect of density on the routine metabolic expenditure of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, v.195, p.269-277, 2001.
- MILLOT, S.; BÉGOUT, M.L.; RUYERT, J.P.L.; BREUIL, G.; POÏ, C.D.; FIEVET, J.; PINEAU, P.; ROUÉ, M.; SÉVÈRE, A. *Feed demand behavior in sea bass juveniles: Effects on individual specific growth rate variation and health (inter-individual and inter-goup variation)*. *Aquaculture*, v.274, p.87-95, 2008.
- NOGA, E.J. *Fish Disease: diagnosis and treatment*. New Jersey: Mosby-Year Book Inc. 1996.
- PAPOUTSOGLOU, S.E.; TZIHA, G.; VRETTOS, X.; ATHANASIOU, A. Effects of stocking density on behaviour and growth rate of european sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles reared in a cleo circulated system. *Aquacultural Engineering*, v.18, p.138-144, 1998.
- SANTOS, S.S.; LOPES, J.P.; SANTOS-NETO, M.A.; SANTOS, L.S. Larvicultura do tambaqui em diferentes densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v.2, 2007.
- SHIAU, S., LIN, S. Effect of supplemental dietary chromium and vanadium on the utilization of different carbohydrates in tilapia, *O. niloticus* X *O. aureus*. *Aquaculture*, v.110, p.321-30, 1993.
- SHIAU, S.; CHEN, M. Carbohydrate utilization by tilapia (*Oreochromis niloticus* X *O. aureus*) as influenced by different chromium sources. *Journal of Nutrition*, v.123, p.1747-53, 1993.
- SOLORZANO, L. Determination of ammonia in natural waters by the phenylhypochlorite method. *Limnology and Oceanography*, v.14, p.799-801, 1972.