

Óleos essenciais na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo

Essential oils in Nile tilapia fingerlings fed

CAMPAGNOLO, Rodrigo^{1,4}; FRECCIA, André^{2*}; BERGMANN, Roberto Ribas¹; MEURER, Fábio^{3,4}; BOMBARDELLI, Robie Allan^{2,3}

¹Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil.

²Universidade do Oeste do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil.

³Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável, Palotina, Paraná, Brasil.

⁴Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Paraná, Brasil.

*Endereço para correspondência: andrefreccia@gmail.com

RESUMO

A utilização de óleos essenciais e extratos herbais como aditivos para alimentação dos peixes têm demonstrado grande potencial, necessitando ainda que ensaios a campo sejam realizados para se determinar a utilização definitiva destes compostos. Com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* alimentados com ração contendo diferentes níveis de óleos essenciais, realizou-se um experimento em delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 4 repetições: 0,000; 0,005; 0,010; 0,015 e 0,020% de um aditivo comercial microencapsulado à base de óleos essenciais adicionados na ração. Tanques-rede com volume de 1m³ foram utilizados como unidades experimentais com uma densidade de estocagem de 50 alevinos.m⁻³. Ao final de 69 dias de cultivo não se verificou uma relação entre os diferentes níveis de óleos essenciais e os parâmetros de sobrevivência (%), ganho em peso (g), taxa de crescimento (g/dia) e conversão alimentar aparente (CAA). Por outro lado verificou-se uma relação quadrática para o conteúdo de proteína corporal, com ponto de máximo estimado em 0,0097% de inclusão. Sendo assim, conclui-se que os níveis do aditivo utilizados no presente estudo não forneceram evidências do efeito positivo dos óleos essenciais sobre o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo, principalmente como promotor de crescimento.

Palavras-chaves: ganho de peso, proteína bruta, sobrevivência

SUMMARY

The use of herbal extracts and essential oils as additives for fish feed have shown great potential, still requiring that the field trials are performed to determine the final use of these compounds. Aiming to evaluate the growth performance of Nile tilapia fingerlings *Oreochromis niloticus* fed with different levels essential oils, an experiment was conducted in a completely randomized design with 5 treatments and 4 replicates: 0,000, 0,005, 0,010, 0,015 and 0,020% of a commercial blend microencapsulate based on essential oils in the diet. Net tanks with volume of 1m³ were used as experimental units with a stocking density of 50 fingerling m³. At the end of 69 days of culture there was no relation between levels of essential oils and the parameters of survival (%), weight gain (g), growth rate (g/day) and feed conversion. On the other hand there was a quadratic relationship of body protein content for different levels of the commercial blend microencapsulate in the diet with the maximum point estimated at 0,0097% inclusion. Therefore, it is concluded that the levels of essential oils used in this study did not provide evidence of the positive effect on the performance of Nile tilapia fingerlings, mainly as a growth promoter.

Keywords: protein, survival, weight gain

INTRODUÇÃO

Considerando a produção de proteína animal no Brasil, a produção aquícola apresentou o maior crescimento nos últimos anos, sendo a tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* a espécie mais produzida, com 39% do total do pescado proveniente da piscicultura continental brasileira (MPA, 2010a). Além disso, estabeleceu-se como a segunda espécie mais cultivada no mundo (FAO, 2010).

Este sucesso se deve a sua versatilidade, pois se adapta tanto ao cultivo extensivo com baixa ou nenhuma oferta de alimento artificial, como a cultivos intensivos, caracterizados pelo emprego de alimento artificial completo e elevada tecnologia (MEURER et al., 2002; RESENDE, 2009).

Conforme o grau de intensificação na produção é aumentado, a busca pela máxima eficiência alimentar tem promovido o uso de aditivos na ração utilizados para controlar agentes prejudiciais ao processo digestivo e assim proporcionar a melhora dos índices zootécnicos (NUNES et al., 2012).

Entre estes aditivos estão os antibióticos, quimioterápicos e vacinas, os quais apresentam elevado custo e podem produzir efeitos indesejáveis como a bioacumulação nos organismos vivos e a resistência bacteriana (CITARASU, 2009; YU -WEN, 2009; HARIKRISHNAN et al., 2011), sendo portanto de uso questionável do ponto de vista sanitário (ROSTAGNO et al., 2003).

Neste sentido, o uso de diferentes aditivos naturais, vegetais e herbais vêm sendo testado exaustivamente na dieta de animais terrestres e aquáticos (SANTOS et al., 2009). Conhecidos como aditivos fitogênicos, estão disponíveis na forma de extratos e óleos

essenciais possuindo diversos compostos ativos como fenóis, polifenóis, alcalóides, quinonas, terpenóides, lectinas e polipeptídeos, estabelecendo-se como uma alternativa eficaz frente aos aditivos convencionais (HARIKRISHNAN et al., 2011).

Muitos mecanismos de ação benéfica têm sido propostos para estes aditivos, os quais podem alterar a estrutura intestinal, modular a resposta imune inata e adaptativa, aumentar a resistência ao estresse e afetar diretamente o desenvolvimento de organismos patogênicos, reduzindo sua capacidade de colonizar o trato digestivo e evitando assim os distúrbios que afetam a digestão e a absorção de nutrientes (MELLOR, 2000; SANTIN et al., 2001; STEINER & ENCARNAÇÃO, 2010; HARIKRISHNAN et al., 2011).

Objetivou-se com este estudo, avaliar o desempenho zootécnico de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com ração contendo níveis crescentes de óleos essenciais pelo emprego de um aditivo comercial micro encapsulado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de Tecnologia da Reprodução de Animais Aquáticos Cultiváveis (LATRAAC), localizado no Instituto de Pesquisa em Aqüicultura Ambiental (InPAA), da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus* Toledo. O experimento foi conduzido de acordo com os padrões éticos e aprovado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal e Aulas Práticas (CEEAAP/UNIOESTE), protocolo 10/06 N° 012012. O período experimental foi de 31 de dezembro de

2010 a 10 de março de 2011, totalizando 69 dias.

Utilizou-se 1.100 alevinos revertidos de tilápia do Nilo, linhagem Tai-Chitralada mantidos em 20 tanques-rede tipo hapas (unidades experimentais de 1m²), distribuídos em um viveiro escavado (20m X 10m) com entrada e saída de água individuais.

Ao início do experimento, 100 alevinos foram submetidos à biometria, sendo que os 1.000 alevinos restantes apresentando 0,36±0,034g (média±desvio padrão) foram distribuídos nos tanques-rede em

uma densidade de 50 alevinos/m³ em um delineamento inteiramente casualizado, composto por 5 tratamentos e 4 repetições.

Cinco rações foram formuladas para conterem diferentes doses de um aditivo comercial micro encapsulado (Tabela 1), constituído por óleo essencial de orégano, óleo essencial de canela, óleo essencial de alecrim e extrato de pimenta, nas concentrações de: 0,000; 0,005; 0,010; 0,015 e 0,020% na ração.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais com diferentes níveis do aditivo comercial micro encapsulado

| Ingredientes (%) | Tratamentos (%) | | | | |
|------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,020 |
| Farelo de soja | 64,15 | 64,15 | 64,15 | 64,15 | 64,15 |
| Milho moído | 23,86 | 23,86 | 23,86 | 23,86 | 23,86 |
| Óleo de soja | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 | 3,92 |
| Fosfato bicálcico | 3,05 | 3,05 | 3,05 | 3,05 | 3,05 |
| Premix ¹ | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| Calcário | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| Sal comum | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| DL-metionina | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| L-lisina | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,22 |
| Ac. Propiônico ² | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Aditivo (Óleos essenciais) | 0 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,020 |
| Nutrientes | | | | | |
| Matéria seca | 90,38 | 90,38 | 90,38 | 90,38 | 90,38 |
| Proteína bruta | 33,60 | 33,60 | 33,60 | 33,60 | 33,60 |
| Proteína digestível | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 | 30,00 |
| Energia bruta (kcal/kg) | 4.040 | 4.040 | 4.040 | 4.040 | 4.040 |
| Energia digestível (kcal/kg) | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.000 |
| Fibra bruta | 2,62 | 2,62 | 2,62 | 2,62 | 2,62 |
| Cinzas | 8,56 | 8,56 | 8,56 | 8,56 | 8,56 |
| Ácido linoléico | 3,03 | 3,03 | 3,03 | 3,03 | 3,03 |
| Amido | 23,53 | 23,53 | 23,53 | 23,53 | 23,53 |
| Cálcio | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Fósforo total | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Metionina+cistina | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

¹Suplemento vitamínico e mineral, composição básica: ácido fólico: 200mg, ácido pantotênico: 4.000mg; Biotina: 40mg, Cobre: 2.000mg, Ferro: 12.500mg, Iodo: 200mg, Manganês: 7.500mg, Niacina: 5.000mg, Selênio: 70mg, Vitamina A: 1.000.000UI, Vitamina B1: 1.900mg, Vitamina B12: 3.500mg, Vitamina B2: 2.000mg, Vitamina B6: 2.400mg, Vitamina C: 50.000mg, Vitamina D3: 500.000UI, Vitamina E: 20.000UI, Vitamina K3: 500mg, Zinco:25.000mg; ²antifúngico.

As doses foram reduzidas gradativamente a partir da dose máxima recomendada pelo fabricante e utilizada para monogástricos (CHILANTE et al., 2012). As rações foram peletizadas (adaptado de BOMBARDELLI et al., 2009) e fornecidas numa quantidade de 10% da biomassa 04 vezes ao dia (8h; 12h; 14h e 17h) nas duas primeiras semanas, reduzindo-se para duas vezes ao dia (10h e 15h) no restante do experimento. Biometrias quinzenais foram realizadas para regular a taxa de arraçoamento, momento em que se realizou a limpeza dos tanques-rede.

A temperatura foi medida diariamente pela manhã e pela tarde, utilizando-se termômetro de mercúrio ($\pm 0,1^{\circ}\text{C}$), enquanto que o pH (pH-metro TECNAL[®]) e o oxigênio dissolvido (mg/L) (YSI[®] 550A) foram medidos semanalmente, 6h e 16h (TESSARO et al., 2012).

Ao final do período experimental, os alevinos foram submetidos à biometria, sendo que de cada unidade experimental foram coletados 25 peixes, que foram abatidos com deslocamento cervical (CFMV, 2012) para posterior análise de retenção de nitrogênio (SILVA & QUEIROZ, 2002). Foram avaliadas as variáveis sobrevivência (%), ganho em peso (g), taxa de crescimento (g/dia), conversão alimentar aparente (CAA) e conteúdo de proteína corporal (%).

Os dados obtidos foram avaliados pelo protocolo estatístico de análise de modelos lineares generalizados (GLM), utilizando-se a análise de variância para a regressão (ANOVA) ao nível de 5% de significância (GOTELLI & ELLISON, 2004) através do software Statistica 7.0[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH e as concentrações de oxigênio dissolvido da água estiveram dentro dos valores aceitáveis para o cultivo, enquanto que a temperatura esteve abaixo do ideal para a espécie, conforme recomendado por Egna & Boyd (1997). As médias registradas nos períodos da manhã e da tarde foram de $6,23 \pm 0,69$ e de $6,29 \pm 0,18$ para o pH, de $5,68 \pm 0,14$ e de $6,48 \pm 0,15$ mg/l para o oxigênio e de $21,65 \pm 1,6$ e de $24,07 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$ para a temperatura.

A sobrevivência não esteve relacionada com os níveis de óleos essenciais ao final do experimento ($p > 0,05$). É provável que as condições de cultivo e a densidade de estocagem de 50 alevinos/m³ promoveram uma condição de baixo estresse, não influenciando a sobrevivência que apresentou média acima de 90,0%, inclusive para o grupo que recebeu a ração com ausência do aditivo (Tabela 2).

Soma-se a isto o fato de que a adequada sobrevivência registrada indica que nos níveis testados o aditivo não apresentou toxidez, proporcionando segurança na sua utilização.

Resultados com elevada sobrevivência foram relatados por Shalaby et al. (2006) para alevinos de tilápia do Nilo estocados a uma densidade de 200 alevinos/m³ e alimentados com dietas contendo diferentes níveis de extrato de alho. Além disso, a ausência de efeito sobre a sobrevivência em diferentes espécies foi relatada por Zheng et al. (2009) para juvenis de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados com dietas contendo óleo essencial de orégano e por Navarrete et al. (2010) para juvenis de truta (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*).

O crescimento em peso e a conversão alimentar aparente também não foram afetados pelos níveis crescentes de óleos essenciais ao final do experimento ($p>0,05$), conforme mencionado na Tabela 2. É possível que as doses utilizadas no presente estudo não foram

suficientes para promoverem um efeito positivo sobre o crescimento, visto que o efeito é dose-dependente, e conseqüentemente a otimização da dosagem é fortemente recomendada (HARIKRISHNAN et al., 2011).

Tabela 2. Valores médios (\pm desvio padrão) dos parâmetros de desempenho zootécnico de alevinos revertidos de tilápia *Oreochromis niloticus* alimentados com diferentes níveis do aditivo comercial micro encapsulado

| Parâmetros | Níveis de Óleos Essenciais (%) | | | | |
|------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 0 | 0,005 | 0,010 | 0,015 | 0,020 |
| Sobrevivência (%) | 91,0 \pm 7,7 | 93,5 \pm 4,4 | 95,0 \pm 2,6 | 94,5 \pm 4,1 | 96,0 \pm 2,8 |
| Ganho em peso (g) | 10,9 \pm 0,7 | 10,9 \pm 0,4 | 10,5 \pm 0,5 | 11,0 \pm 0,7 | 11,4 \pm 1,0 |
| Taxa de crescimento (g/dia) | 0,16 \pm 0,01 | 0,16 \pm 0,01 | 0,15 \pm 0,01 | 0,16 \pm 0,01 | 0,17 \pm 0,01 |
| Conversão alimentar aparente | 1,9 \pm 0,1 | 1,9 \pm 0,1 | 1,9 \pm 0,1 | 1,9 \pm 0,1 | 1,8 \pm 0,1 |
| Proteína bruta corporal (%) | 65,6 \pm 0,4 | 67,0 \pm 2,1 | 66,9 \pm 1,4 | 66,6 \pm 0,2 | 65,5 \pm 0,7 |

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram registrados por Navarrete et al. (2010) para juvenis de truta alimentados com dietas contendo baixos níveis de óleo essencial de tomilho (0 a 0,002%). Por outro lado, o uso de doses mais elevadas de óleos essenciais e extratos herbais na dieta têm sido frequentemente recomendados, seja para promover uma melhora na imunidade como em juvenis de tilápia (YIN et al., 2006), seja para melhorar o desempenho zootécnico, como em alevinos de tilápia alimentados com extrato de alho (SHALABY et al., 2006), em juvenis de bagre do canal alimentados com óleo essencial de orégano (ZHENG et al., 2009) e em pós-larvas de bagre do canal alimentadas com extrato de *Yucca shidigera* (KELLY & KOHLER, 2003). Além da dose, a baixa concentração dos componentes principais dos óleos essenciais pode ter influenciado os resultados obtidos para os níveis estudados. No presente estudo a maior dose proporcionou uma quantidade de carvacrol de 0,00008% na dieta, sendo

este um dos mais importantes componentes do óleo essencial de orégano (DE LA ROSA, 2011).

Esta concentração pode ser considerada baixa quando comparada com aquelas recomendadas para controlar populações bacterianas prejudiciais às tilápias (DE LA ROSA, 2011) ou proporcionar um efeito positivo sobre o desempenho zootécnico em juvenis de bagre do canal (ZHENG et al., 2009).

Outros fatores podem ter influenciado os resultados obtidos no presente estudo, como o tamanho dos peixes e o tempo de administração com a dieta suplementada, uma vez que o efeito positivo dos óleos essenciais não pode ser atribuído a um mecanismo específico, mas a uma associação sinérgica com vários alvos na célula bacteriana (CARSON et al., 2002; ZAKÉS et al., 2008).

Desta forma, o uso de elevadas doses de óleos essenciais e extratos herbais na dieta de peixes, sem efeito positivo sobre o desempenho, também tem sido relatado (ZAKÉS et al., 2008;

PAKRAVAN et al., 2012), assim como a ocorrência de efeito positivo para doses semelhantes às utilizadas no presente estudo (SIVARAMA et al., 2004), reforçando a idéia de influência para diferentes fatores.

Com relação ao conteúdo de proteína corporal, verificou-se uma relação quadrática em função dos diferentes níveis de óleos essenciais ($p < 0,05$), com tendência de aumento da concentração até o nível de 0,010%, seguido de queda (Figura 1). A quantidade ótima

suficiente para estabelecer o máximo conteúdo em proteína corporal, foi estimada em 0,0097%.

Apesar de ausência de efeito positivo do aditivo sobre os parâmetros de crescimento e sobrevivência, um possível efeito modulador da microbiota pode ter auxiliado a digestão e absorção dos nutrientes, proporcionando desta forma uma maior disposição de aminoácidos para a síntese proteica e consequentemente aumentando o conteúdo de proteína corporal.

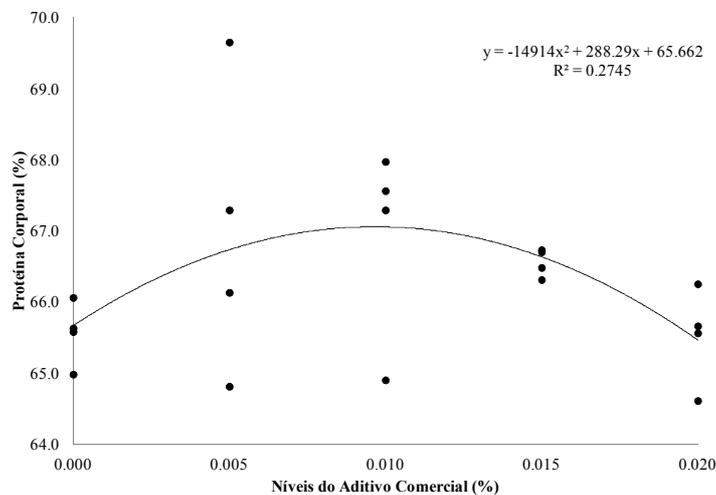


Figura 1. Proteína corporal (%) de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com ração contendo níveis crescentes do aditivo comercial micro encapsulado

Tendência semelhante ao presente estudo foi registrada por Shalaby et al. (2006) para alevinos de tilápia, que alimentados com diferentes níveis de extrato de alho apresentaram aumento significativo para o conteúdo de proteína corporal até 3%, o que não foi registrado para a maior dose. Zheng et al. (2009) registraram um aumento significativo para a concentração de proteína no músculo de juvenis de bagre do canal alimentados com dietas contendo 0,05% de óleo essencial de orégano.

Apesar da ação benéfica comprovada dos óleos essenciais e extratos herbais em peixes, os níveis utilizados no presente estudo não forneceram evidências do efeito positivo sobre o desempenho de alevinos de tilápia, principalmente como promotor de crescimento. É possível que este resultado esteja relacionado ao uso de níveis insuficientes de óleos essenciais, baixas concentrações dos componentes principais dos óleos essenciais, condições de cultivo, fase de desenvolvimento dos peixes e tempo de administração do aditivo. Por outro lado, um possível

efeito modulador da microbiota, apesar de insuficiente para promover um melhor desempenho zootécnico pode ter promovido o aumento no conteúdo de proteína corporal.

Recomenda-se, portanto, que novos estudos sejam realizados para testar níveis superiores, períodos experimentais mais longos, avaliar parâmetros imunológicos associados e regimes de administração ao longo do tempo para diferentes grupos etários. Por fim, recomenda-se a realização de testes *in vivo* para infecções intencionais e específicas para microrganismos patogênicos.

AGRADECIMENTOS

Aos autores agradecem a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Universidade Federal do Paraná, GRASP Ind. e Com. LTDA, CNPq e CAPES, pelo apoio no desenvolvimento do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

BOMBARDELLI, R.A.; HAYASHI, C.; NATALI, M.R.M.; SANCHES, E.A.; PIANA, P.A. Desempenho reprodutivo e zootécnico e deposição de lipídios nos hepatócitos de fêmeas de tilápia-do-nilo alimentadas com rações de diversos níveis energéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1391-1399, 2009.

CARSON, C.F.; MEE, B.J.; RILEY, T.V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v.46, n.6, p1914-1920, 2002.

CITARASU, T. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. **Aquaculture International**, v.18, p.403-414, 2010.

CHILANTE, R.B.; KUSSAKAWA, K.C.K.; FLEMMING, J.S. Efeitos da utilização de óleos essenciais na alimentas de aves matrizes pesadas. **Revista Acadêmica Ciência Agrária Ambiental**, v.10, n.4, p.387-394, 2012.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA - CFMV. **Resolução nº 1000, de 11-05-2012**. Publicada no DOU de 17-05-2012. Seção 1, p. 124-125. Brasília, 2012.

DE LA ROSA, M.G.N. **Evaluación preliminar de las poblaciones bacterianas asociadas al tracto intestinal de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) expuesta a aceites esenciales de orégano en la dieta**. Colombia: Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, 2011.

EGNA, H.S.; BOYD, C.E. **Dynamics of pond aquaculture**. Boca Raton: CRC Press, 1997. 342p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **El Estado Mundial de La Pesca y La Acuicultura**. Rome, 2010.

GOTELLI, N.J.; ELLISON, A.M. **A primer of ecological statistics**. Sunderland: Sinauer Press, 2004. 479p.

HARIKRISHNAN, R.; BALASUNDARAM, C.; HEO, M.S. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. **Aquaculture**, v.317, n.1-4, p.1-15, 2011.

- KELLY, A.; KOHLE, C. Effects of yucca shidigera extract on growth, nitrogen retention, ammonia excretion, and toxicity in channel catfish zetalurus punctatus and Hybrid Tilapia Oreochromis mossambicus X O. Niloticus. **Aquaculture Society**, v.34, n.2, p.156-161, 2003.
- MELLOR, S. Herbs and spices promote health and growth. **Pig Progress**, v.16, n.4, p.18-21, 2000.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W.R.; SOARES, C.M. Lipídeos na alimentação de alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.566-573, 2002.
- MINISTÉRIO DE PESCA E AQUICULTURA - MPA. **Produção Pesqueira e Aquícola – Estatística 2008-2009**. 2010a. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/mpa/seap/Jonathan/mpa3/dados/2010/Docs/Caderno%20Consolida%C3%A7%C3%A3o%20dos%20dados%20estatisticos%20final%20curvas%20-%20completo.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- NAVARRETE, P.; TOLEDO, I.; MARDONES, P.; OPAZO, R.; ESPEJO, R.; ROMERO, J. Effect of Thymus vulgaris essential oil on intestinal bacterial microbiota of rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum) and bacterial isolates. **Aquaculture Research**, v.41, n.10, p.667-678, 2010.
- NUNES, J.O.; BERTECHINI, A.G.; BRITO, J.A.; FASSANI, E.J.; MESQUITA, F.R.; MAKIYAMA, L.; MENEGHETTI, C. Evaluation of the probiotic (*Bacillus subtilis* C-3102) as additive to improve performance in broiler chicken diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.11, p.2374-2378, 2012.
- PAKRAVAN, S.; HAJIMORADLOO, A.; GHORBANI, R. Effect of dietary willow herb, *Epilobium hirsutum* extract on growth performance, body composition, haematological parameters and *Aeromonas hydrophila* challenge on common carp, *Cyprinus carpio*. **Aquaculture Research**, v.43, n.6, p.861-869, 2012.
- RESENDE, E.K. Pesquisa em rede em aquicultura: bases tecnológicas para o desenvolvimento sustentável da aquicultura no Brasil. Aquabrazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.52-57, 2009.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; FERES, F.A.; DIONIZIO, M.A.; VARGAS JUNIOR, J. Utilização de probióticos e prebióticos em aves. In: FERREIRA, C.L.F. (Ed.). **Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p.181-202
- SANTIN, E.; MAIORKA, A.; MACARI, C.; GRECCO, M.; SANCHEZ, J.C.; OKADA, T.M.; MYASAKI, A.M. Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *Sacharomyces cerevisiae* cell wall. **Journal of Applied Poultry Research**, v.10, p.236-244, 2001.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, M.R. Extratos vegetais como aditivos em rações para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.1, p.789-800, 2009.
- SHALABY, A.M.; KHATTAB, Y.A.; ABDEL RAHMAN, A.M. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of**

Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases, v.12, n.2, p.172-201, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

SIVARAMA, V.; BABU, M.M.; IMMANUEL, G.; MURUGADASS, S.; CITARASU, T.; MARIAN, M.P. Growth and immune response of juvenile greasy groupers (*Epinephelus tauvina*) fed with herbal antibacterial active principle supplemented diets against *Vibrio harveyi* infections. **Aquaculture**, v.237, n.1-4, p.9-20, 2004.

STEINER, T.; ENCARNAÇÃO, P. **Latest trends in gut health management**. Kailua, Hawaii: Aquafeed Advances in Processing & Formulation, 2010. p.9-10.

TESSARO, L.; TOLEDO, C.P.R.; NEUMANN, J.; KRAUSE, R.A.; MEUER, F.; NATALI, M.R.M.; BOMBARDELLI, R.A. Growth and reproductive characteristics of *Rhamdia quelen* males fed on different digestible energy levels in the reproductive phase. **Aquaculture**, v.326-329, p.74-80, 2012.

YIN, G.; JENEY, G.; RACZ, T.; XU, P.; JUN, X.; JENEY, Z. Effect of two Chinese herbs (*Astragalus radix* and *Scutellaria radix*) on non-specific immune response of tilapia, *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, v.253, n.1-4, p.39-47, 2006.

YU-WEN. The benefits of oregano essential oil for aquaculture production. **International Aquafeed**, v.4, p.16-19, 2009.

ZAKÉS, Z.; KOWALSKA, A.; DEMSKA-ZAKEŚ, K.; JENEY, G.; JENEY, Z. Effect of two medicinal herbs (*Astragalus radix* and *Lonicera japonica*) on the growth performance and body composition of juvenile pikeperch *Sander lucioperca* (L.). **Aquaculture Research**, v.39, n.11, p.1149-1160, 2008.

ZHENG, Z.L.; TAN, J.Y.W.; LIU, H.Y.; ZHOU, X.H.; XIANG, X.; WANG, K.Y. Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophila* in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). **Aquaculture**, v.292, n.3-4, p.214-218, 2009.

Data de recebimento: 12/06/2013

Data de aprovação: 27/09/2013