

PISCICULTURA SUPERINTENSIVA ASSOCIADA À HIDROPONIA EM SISTEMA DE RECIRCULAÇÃO DE ÁGUA

Superintensive pisciculture associated with hydroponic system and water recirculation

CRIVELENTI, L.Z.¹; BORIN, S.¹; da SILVA, N.R.¹

¹ Médico Veterinário – Universidade Federal de Uberlândia

Endereço para correspondência: Leandro Zuccolotto Crivelenti: criveleti_lz@yahoo.com.br

RESUMO

O avanço da tilapicultura no mundo está levando a intensificação do descarte de efluentes no ambiente e acarretando sérios riscos à natureza. No entanto, integrando-se piscicultura superintensiva, recirculação de água e hidroponia, tais resíduos deixam de ser descartados, sendo então reaproveitados pelos vegetais. Com este intuito, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento de tilápias *Oreochromis niloticus* e alfaces hidropônicas (*Lactuca sativa*), bem como, analisar paralelamente a qualidade da água a fim de validar a integração piscicultura intensiva e hidroponia, sem o uso de fertilizantes, em sistema de recirculação fechada com uso de biofiltro externo. As qualidades físico-químicas da água foram mantidas adequadas durante todo período experimental. Foram obtidos valores satisfatórios quanto ao ganho de peso, pesagem final, conversão alimentar e sobrevivência dos peixes, os quais apresentaram comprimento e peso final médio de, respectivamente, 17,6 cm e 100,2 g, em uma densidade de 130 peixes/m³. O consumo de ração total foi de 4760 g e a conversão alimentar foi de 0,5. Obteve-se 43 pés de alfaces, com diâmetro médio de 33,6 ± 5,9 cm e peso de 158,33 ± 49,19g. Conclui-se que o sistema desenvolvido pode assegurar um desenvolvimento sustentável e otimizado na atividade aquática, racionalizando o uso da água através da integração do sistema hidropônico.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*; *Oreochromis niloticus*, produção

ABSTRACT

The advance of tilapia raising throughout the world is leading to an increase of effluent discarding in the environment causing huge damage to the nature. Although, when super-intensive pisciculture, water recirculation and hydroponics are put together, the residuum is not discarded, but reused by the plants. This work had the aim of analyzing the tilapia *Oreochromis niloticus* growth, as well as the water quality, simultaneously, in order to validate the integration between the intensive pisciculture and hidroponia, without using fertilizes, in a closed circulation system using an outdoor biofilter. The physical-chemical water qualities were monitored during the whole experiment period. The fish showed length and final weight of 17,6 cm and 100,2 g, respectively, and a density of 130 fish/m³. The total consumption feed was 4760 g and the feed:gain ratio was 0,5. Forty-three lettuce plants were obtained, with a diameter average of 33,6 ± 5,9 cm and weight 158,33 ± 49,19 g by the end of the experiment. It was possible to conclude that the developed system may assure the sustainable and optimized development in the aquatic activity, making the use of water through the integration of the hydroponic system rational.

Key words: *Lactuca sativa*, *Oreochromis niloticus*, production

INTRODUÇÃO

O avanço da produção de tilápias no mundo está levando a uma intensificação dos cultivos, provocado principalmente pela realidade da diminuição das custosas capturas de espécies marinhas (Santos, 2004) e por sua criação ser favorecida por sua proliferação, rusticidade e ganho de peso (Bacconi, 2003). Entre os sistemas de cultivos de tilápia praticados em vários países, inclusive no Brasil, destaca-se o superintensivo, no qual a aplicação de tecnologias, monitoramento da qualidade da água e uso de ração de boa qualidade permitem que sejam adotadas elevadas densidades no sistema, sem prejuízo no desenvolvimento dos peixes (Foss et al., 2003).

Dentre os riscos proporcionados por este sistema de cultivo, destaca-se a porção do alimento não utilizada pelo peixe e excretada como resíduo orgânico na forma de sólidos fecais (Al-Hafedh et al., 2003). O descarte do efluente do viveiro no ambiente acarreta sérios riscos à natureza tais como poluição, hibridação, introdução de espécies exóticas, aumento da consanguinidade, superprodução de algas e deterioração da qualidade da água e do solo (Arana, 1999).

Estes sólidos, juntamente com os resíduos de alimento não ingeridos, são metabolizados pelas bactérias presentes na água, as quais consomem oxigênio e produzem a amônia. Esta, inodora e incolor, pode levar os peixes à morte devida sua grande toxicidade (Sipauba-Tavares et al., 2002; Al-Hafedh et al., 2003).

A destoxificação da amônia pode ser obtida pelo processo de nitrificação com uso de biofiltro, no qual, de acordo com Jeris & Owens (1975), a amônia é transformada em nitrito e depois em nitrato por ação bacteriana, sendo este último o produto final, não tóxico.

O nitrato, assim como demais nutrientes, pode ser encontrado no efluente da

criação de peixes e sua extração pelos vegetais hidropônicos, melhora a qualidade da água antes do seu retorno aos tanques de piscicultura (Quilleré et al., 1995; Cortez, 1999). Esse processo ocorre após a biodecomposição realizada no biofiltro, no qual os minerais dissolvem-se e ionizam-se na água, sendo absorvidos pelas plantas (Rakocy & Hargreaves, 1993).

O uso de biofiltro pode gerar melhorias na qualidade da água em sistemas de cultivos de peixes, assegurando um desenvolvimento sustentável na atividade aquática (Sipauba-Tavares et al., 2002). Além disso, sistemas de recirculação de água integrados a hidroponia, proporcionam ambiente artificial, controlado, que otimiza tanto o desenvolvimento de peixes (ou outras espécies aquáticas), quanto de plantas cultivadas sem solo, conservando os recursos hídricos (Rakocy e Hargreaves, 1993) e criando um ambiente simbiótico entre peixes, bactérias e plantas (Quilleré et al., 1995).

As preocupações e consequente pressão da sociedade relativas à realidade socioeconômica e ambiental exigem mudanças nos padrões de utilização dos recursos naturais. Faz-se necessário, portanto, desenvolver propostas alternativas ao modelo agrícola predatório ainda predominante, especialmente, em países como o Brasil. Para isto, considera-se fundamental desenvolver sistemas de produção baseados em outro padrão de explorações agrícolas, convergidos para um modelo de desenvolvimento sustentável. Neste contexto, Ehlers (1999) destaca a importância da expansão e do fortalecimento da agricultura familiar. No que se diz respeito à integração da piscicultura e hidroponia, uma linha de pesquisa ainda incipiente no país, esta pode resultar em soluções apropriadas para o desenvolvimento endógeno, através de sua aplicação em programas de

fortalecimento da agricultura familiar, deste que suficientemente pesquisada.

Diante das preposições anteriores, objetivou-se com este experimento ajuizar a viabilidade da integração entre a criação superintensiva de tilápias (*Oreochromis niloticus*) e alfaces (*Lactuca sativa*) hidropônicas, sem o uso de fertilizantes, em sistema de recirculação da água com uso de biofiltro externo, assim como avaliar a qualidade da água e o crescimento dos peixes e vegetais durante o período experimental.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi executado no Núcleo de Pesquisa em Piscicultura (NUPEP) instalado em um anexo do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) Campus Umuarama, Uberlândia – MG, no período de outubro de 2005 a janeiro de 2006, com duração de 110 dias, dividido em duas etapas compostas por 70 e 40 dias, respectivamente.

O sistema de cultivo compôs-se de um reservatório de fibra de vidro com capacidade para 500 litros (tanque criatório), no qual a recirculação de água foi obtida através de bomba submersa com capacidade de 2000 L/h, presente no tanque coletor.

O escoamento da água (cerca de 75% do volume total) realizado através de um cano de PVC acoplado na lateral inferior da caixa d'água, obrigatoriamente passava pelo biofiltro e retornava para o tanque coletor, caracterizando assim o sistema de recirculação da água. Os outros 25% do efluente eram direcionados ao sistema hidropônico. A água era retirada da parte superficial da caixa d'água por meio de mangueira de 0,5 polegada, e enviada diretamente ao sistema hidropônico, que por fim retornava por ação da gravidade ao tanque coletor.

O sistema hidropônico foi caracterizado em formato de serpentina, com declive de

2% utilizando-se canos de PVC 100 mm perfurados em sua extensão para o encaixe de copos plásticos de 300 mL perfurados, que serviram de suporte para as alfaces (*Lactuca sativa*). O sistema de integração encontra-se ilustrado na Figura 1.

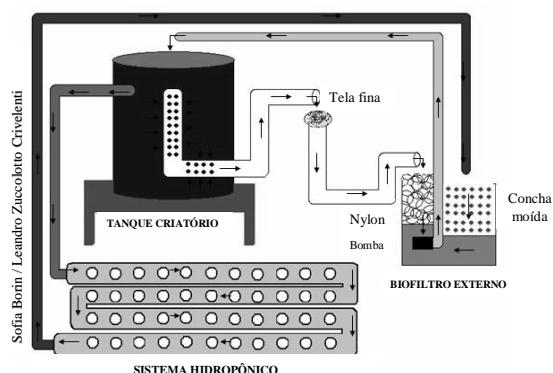


Figura 1 – Esquema do sistema piscicultura superintensiva associada a hidroponia com recirculação de água e uso de biofiltro externo (As setas (→) indicam o sentido da circulação da água no sistema)

A perda de água por evaporação, consumo pelas plantas, peixes e possíveis fugas, foi reposta através de gotejamento constante no tanque coletor. Este procedimento foi realizado utilizando-se de um galão de 20L posicionado sobre o tanque coletor, que acoplado a um equipo hospitalar, permitia a reposição da água de acordo com a necessidade diária do sistema.

O monitoramento da qualidade físico-química da água foi realizado utilizando kit colorimétrico Red Sea® e termômetro simples. Aferiu-se diariamente a temperatura (sempre no mesmo horário) e os parâmetros químicos alcalinidade, amônia, nitrito e nitrato, foram mensurados inicialmente a cada 24 horas, e posteriormente a cada 7 dias, aproximadamente, durante todo período experimental.

O fotoperíodo teve duração aproximada de 12 horas, cuja incidência dos raios solares ocorreram indiretamente. A luminosidade foi complementada por três lâmpadas fluorescentes de 40 W posi-

cionadas dois metros acima do tanque criatório. A hidroponia foi mantida em ambiente externo (não coberto), protegida por tela tipo sombrite 60% posicionada três metros acima do sistema.

Piscicultura intensiva

Inicialmente foram adquiridos 110 alevinos (220 peixes/m³) de tilápias *Oreochromis niloticus* com peso médio de 10,7 gramas do sítio Lagoa da Prata, localizado na cidade de Batatais - SP, os quais foram introduzidos no tanque criatório, e lá permaneceram durante a primeira etapa do experimento.

Com o início da segunda etapa aos 70 dias de experimento, os animais foram submetidos à seleção, na qual 42 peixes com comprimento inferior a 14 cm foram retirados do sistema. Os 65 peixes selecionados apresentaram média de peso de 70,7 g, e permaneceram no sistema por mais 40 dias, completando o ciclo de 110 dias. Ao final do experimento realizou-se a biometria dos peixes com auxílio de balança digital e paquímetro.

A base da alimentação dos peixes foi ração comercial (Tabela 1), por arraçoamento diário conforme o peso total dos peixes (biomassa).

Tabela 1 - Níveis de garantia da ração¹ (crescimento e engorda), fornecida aos peixes durante o período experimental

	%
Umidade (Máxima)	8,00
Proteína Bruta (Mínima)	28,00
Extrato Etéreo (Mínimo)	6,00
Matéria Fibrosa (Máxima)	10,00
Matéria Mineral (Máxima)	9,00
Cálcio (Máximo)	3,00
Fósforo (Mínimo)	0,50

¹Laguna® Onívoros – BRÉSIL-OCIALIS.

Hidroponia

Quinze dias antes do início da segunda etapa, realizou-se a semeadura das alfaces (*Lactuca sativa*) tipo lisa em bandeja de isopor (288 células) com

substrato comercial e irrigação realizada com água obtida do tanque criatório.

Simultaneamente ao início da segunda etapa, as alfaces foram introduzidas no sistema hidropônico, apresentando em média três a cinco folhas e cinco cm de altura. Cada muda foi disposta em um dos copos plásticos transparentes de 300 mL contendo cascalho fino, acoplados ao sistema hidropônico.

A colheita foi realizada ao final do experimento, totalizando 55 dias desde o plantio. Os parâmetros avaliados foram número de folhas, massa de material fresco e diâmetro de cabeça.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas da água

A temperatura apresentou-se maior estabilidade na primeira fase do experimento mantendo-se entre 24,7°C a 26,6°C. Já na segunda fase, o sistema hidropônico teve maior contato com o meio externo, provocando relativo aquecimento da água de circulação durante o dia, e seu resfriamento durante a noite. Dessa forma, a temperatura oscilou entre 23,5°C e 27,5°C.

A alcalinidade inicial foi de 60 mg/L, diminuindo rapidamente no 10º dia e estabilizando-se em 30 mg/L. Como forma de controle e manutenção da alcalinidade na água, utilizou-se cascalho de conchas moídas formadas por carbonato de cálcio, desde o inicio do experimento (Figura 2).

A alcalinidade diminuiu rapidamente devido ao consumo de carbonato pelas bactérias do biofiltro. Seawright et al. (1998) descreve a utilização de bicarbonato de sódio como forma de controle da alcalinidade, no entanto há a possibilidade dessa suplementação ser prejudicial ao desenvolvimento dos vegetais devido excesso de sódio. Neste experimento, este parâmetro apresentou baixa oscilação e foi capaz de manter o pH

estável, demonstrando que a utilização de conchas, foi adequada para esse sistema.

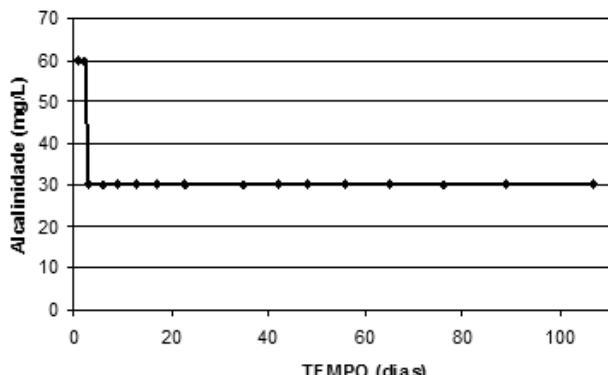


Figura 2 – Alcalinidade da água do tanque coletor ao longo dos 110 dias de experimento.

Os ciclídios africanos, dentre eles a tilápia do Nilo, apresentam maior crescimento e conforto em pH alcalino (Boscolo, 2001). Com esse intuito o pH foi mantido em média $7,9 \pm 0,3$ durante todo o experimento (Figura 3).

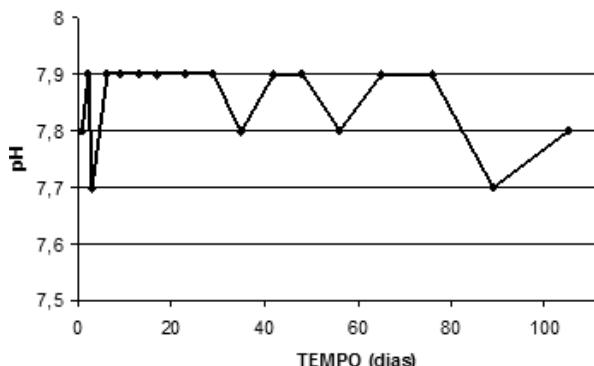


Figura 3 – Oscilação do pH da água do tanque coletor ao longo dos 110 dias de experimento.

A amônia apresentou pico de 5 ppm no sexto dia do experimento. Isso devido sua produção ainda ser superior a quantidade de bactérias presentes no biofiltro responsáveis pela destoxificação. Após este episódio, os valores decresceram rapidamente, estabilizando-se e permanecendo constante em 0,2 ppm a partir do nono dia. Relata-se que no 56º dia, devido falta de energia decorrente da manutenção da rede elétrica na Universidade, houve aumento da amônia para 0,9 ppm pela interrupção da recirculação da água no sistema (Figura

4). O nitrito apresentou picos de 1,4 ppm no 7º dia e 1,1 ppm nos 55º e 63º dias. No restante do período manteve-se em valores abaixo de 0,4 ppm (Figura 5).

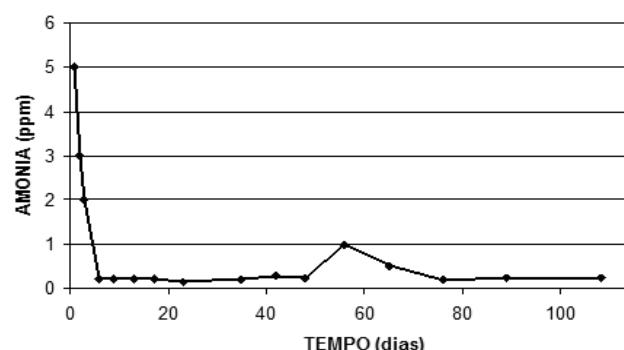


Figura 4 – Oscilação da amônia da água do tanque coletor durante 110 dias ao longo dos 110 dias de experimento.

Como esperado, o nitrito acompanhou os valores da amônia, devido esse ser resultante da sua biotransformação. Como forma de se evitar esses percalços Quilleré et al. (1995) sugerem o uso de energia solar, adaptando o sistema a locais sem rede elétrica.

A exposição crônica a tóxicos nitrogenados pode causar hiperplasia de guelras, alteração no crescimento, na produção de muco, de histamina, na despolarização muscular e no sistema nervoso central, causando hiperventilação, hiperexcitabilidade, coma e convulsão, podendo culminar em morte (Foss et al., 2003). Sendo assim, como forma preventiva da intoxicação pela amônia e nitrito, procedeu-se à troca de 10% da

água juntamente com a suspensão da alimentação, reduzindo a produção desses compostos durante o período de ausência do funcionamento do biofiltro.

O nitrato teve aumento gradual atingindo 340 ppm no 70º dia, quando foram introduzidas as alfaces no sistema hidropônico. A partir do início do funcionamento da hidroponia o nitrato declinou progressivamente até 90º dia, alcançando 270 ppm (Figura 6).

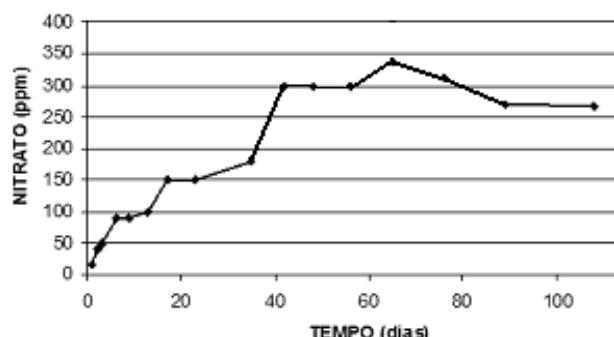


Figura 6 – Oscilação do nitrato da água do tanque coletor durante 110 dias ao longo dos 110 dias de experimento.

Como descrito anteriormente, a produção e consumo do nitrato, torna-o elemento essencial ao sistema piscicultura/hidroponia. Sendo assim, este foi o parâmetro escolhido para monitorar a quantidade de nutrientes do sistema, fator que norteou a introdução das alfaces tardivamente.

Piscicultura intensiva

Os dados referentes à produção das tilápias obtidas durante o experimento encontram-se explícitos na Tabela 2.

A mortalidade dos peixes foi de 2,7% até o 70º dia, não havendo perdas na segunda fase do experimento, valores estes inferiores à mortalidade relatada por Quilleré et al. (1995). Os demais trabalhos consultados não avaliaram este dado (Seawright et al., 1998; Hanson et al., 2008).

Ao 110º dia os animais apresentavam peso médio de 100,2 g e 17,6 cm de

comprimento na densidade de 130 peixes/m³, evidenciando ganho de peso diário de 0,73 g. O peso final dos peixes apresentou semelhança aos encontrados por Santos (2004) e por Quilleré et al. (1995), no entanto tais autores utilizaram densidades menores (3 e 28 peixes/ m³, respectivamente). Valores inferiores foram observados em avaliações da produção superintensiva em tanques rede, com duração de 196 dias, nas quais obtiveram-se média de peso de 83,9 g e 78,4 g e conversão alimentar de 4,08 e 3,57 nas densidades de 150 e 300 peixes/m³, respectivamente (Bozano et al., 1999).

O sistema consumiu 3390 g de ração, obtendo-se valor de conversão alimentar de 0,5. Devido este sistema ser isolado do meio ambiente natural, não foram observados os problemas encontrados na criação em tanques-rede descritos por Bozano et al., (1999), nos quais ocorrem desperdício e interferência no consumo de ração por peixes intrusos, animais predadores e pouco controle dos parâmetros físico químicos da água.

Hidroponia

Os dados referentes à produção das tilápias obtidas durante o experimento encontram-se explícitos na Tabela 2.

As plantas desenvolvidas nos sistemas de hidroponia convencionais, que fazem uso fertilizantes, apresentam como fator indesejável, maior assimilação de nitrato, reduzindo a qualidade final do produto (Quilleré et al., 1995). Apesar de não avaliado, supõe-se que neste experimento, à semelhança do observado por Quilleré et al. (1995), a constante disponibilidade do nitrato do sistema de integração gera menor concentração de nitrato/planta e, consequentemente, melhor qualidade aos vegetais.

Diversos autores (Quilleré et al., 1995; Seawright et al., 1998; Cortez, 1999; Hanson et al., 2008) fizeram uso de

Tabela 2 - Valores médios dos parâmetros analisados no sistema aos 70° e 110° dias de experimento.

Parâmetros	70°DIA	110°DIA
Densidade (peixes/m ³)	214,0	130,0
Peso médio dos peixes (g)	70,7	100,2
Ganho de peso diário (g)	0,9	0,7
Conversão alimentar	0,6	0,5
Sobrevivência (%)	97,3	100,0
Consumo de Ração (g)	4766,0	3391,0
Peso médio das alfaces (g)	-	158,3
Número de folhas	-	33
Mortalidade das alfaces (un)	-	01
Diâmetro médio (cm)	-	33,6

fertilizantes na tentativa de aumentar a produtividade das alfaces em cultivo hidropônico com reaproveitamento da água residual da criação intensiva de peixes, porém eventualidades tais como parasitismo, eutrofização (Seawright et al., 1998), e inclusive o desbalanceamento de alguns íons foram observadas.

Neste experimento, mesmo conduzido sem a adição de suplementos, as alfaces apresentaram crescimento satisfatório, havendo a mortalidade de uma única planta inicialmente. Obtiveram-se 33 folhas em média com diâmetro de $33,6 \pm 5,9$ cm. O peso médio por pé de alface foi de $158,3 \pm 49,1$ g, valor semelhante aos dados de Quilleré et al., (1995) em que as alfaces lisas variaram de 101 ± 36 g a 171 ± 70 g.

A aquicultura provoca graves problemas à natureza pelo descarte de efluentes (Arana, 1999). No sistema de integração entre a criação de tilápias (*Oreochromis niloticus*) e alfaces hidropônicas (*Lactuca sativa*), aqui desenvolvido, não houve descarte de efluentes no meio ambiente. A reutilização dos resíduos, assim como a importante ação das bactérias servindo tanto para a biotransformação da amônia, quanto para fixação do nitrogênio nas plantas (Hanson et al., 2008), tornou-o tecnicamente e ecologicamente viável.

Sistemas como este apresentam a possibilidade de aplicação a projetos de produção de peixes e vegetais como ativi-

dade alternativa para composição da dieta alimentar, bem como atividade econômica complementar para composição da renda familiar, permitindo reduzir o consumo de água, solucionar o problema da poluição, podendo ser aplicado tanto em nível individual, como em projetos coletivos através de formas associativas de produção.

CONCLUSÕES

O biofiltro transformou, efetivamente, a amônia em nitrato e este foi consumido pelas alfaces, trazendo melhoria na qualidade da água no sistema de cultivo superintensivo. Validou-se a viabilidade da criação de tilápias do Nilo em alta densidade integrada ao sistema hidropônico com recirculação de água e uso de biofiltro externo, mostrando-se eficiente no desenvolvimento de alfaces hidropônicas (*Lactuca sativa*) sem aditivos na água, assim como das tilápias (*Oreochromis niloticus*).

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa. À Professora Maria Alice Vieira, engenheira agrônoma, pelo apoio no planejamento do projeto. À médica veterinária Mariana Cristina

Hoeppner Rondelli pela tradução do resumo.

REFERÊNCIAS

AL-HAFEDH, Y.S.; ALAM, A.; ALAM, A.M. Performance of plastic biofilter media with different configuration in a water recirculation system for the culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquacultural Engineering**, v.29, n.3-4, p.139-154, 2003.

ARANA, L.V. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura brasileira**. Ed UFSC – Florianópolis, 1999. 310p.

BACCONI, D.F. **Exigências de vitamina A para alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus***; 2003. São Paulo, 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) área de ciência animal e pastagem; Universidade de São Paulo – Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

BOSCOLO, W.R. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BOZANO, G.L.N.; RODRIGUES, S.R.M.; CASEIRO, A.C. et al. Performance of the Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) raised in small volume cages. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.819-825, 1999.

CORTEZ, G.E.P.; **Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes**. 1999. Jaboticabal, 63f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista – UNESP - câmpus Jaboticabal.

EHLERS, E.M. **O que se entende por Agricultura Sustentável?** In: Ciência Ambiental: primeiros mestrados. José Eli da Veiga (org.) – São Paulo: Annablume: Fapesp, 1998. _____. Agricultura Sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma. 2.ed. Guaíba: Agropecuária, 1999.

FOSS, A.; EVENSEN, T.H.; VOLLEN, T. et al. Effects of chronic ammonia exposure on growth and food conversion efficiency in juvenile spotted wolffish. **Aquaculture**, n.228, p. 215–224, 2003.

HANSON, A.; YABES, J.; PRIMAVERA, L.P. Cultivation of Lemon Basil, *Ocimum americanum*, in two different hydroponic configurations supplemented with various concentrations of tilapia aquaculture green water. **Bios**, v.79, n.3, p.92-102, 2008.

JERIS, J.; OWENS, R.W. Pilot-scale, high rate biological denitrification. **Journal Water Pollut Control Federation**, n.47, n.8, p.2943-2957, 1975.

QUILLERÉ, L.; ROUX, L.; MARIE, D. ET AL. An artificial productive ecosystem based on a fish/bacteria/ plant association. 2. Performance. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.53, p.19-30, 1995.

RAKOCY, J.E.; HARGREAVES, J.A. Integration of vegetable hydroponics with fish culture: a review. **Techniques for Modern Aquaculture**, p.112-136, 1993.

SANTOS, T.P. **Produção de mudas de pimenta ornamental (*Capsicum annuum conoides* “Gion Red”) em hidroponia associada à criação de rãs**. 2004, 31p. Monografia (conclusão de curso de Agronomia) - Instituto de Ciências Agrárias – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

SEAWRIGHT, D.E.; STICKNEY, R.R.; WALKER, R.B. Nutrient dynamics in integrated aquaculture-hydroponics systems. **Aquaculture**, v.160, p.215-137, 1998.

SIPAUBA-TAVARES, L.H.; FAVERO, E.G.P.; BRAGA, F.M.S. Utilização de biofiltros de macrófitas em efluentes de aqüicultura: I. Planta flutuante. **Brazilian Journal of Biology**, v.62, n.4, p.713-723, 2002.