

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.5, n.1, p.117-122, jan.-mar., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 669 - 08/09/2009 • Aprovado em 23/12/2009

Ruy Cardoso Filho¹

Daniela F. B. Campeche²

Renata V. Paulino²

Tilápia em reservatório de água para irrigação e avaliação da qualidade da água

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar o potencial de cultivo de tilápia em reservatório de água para irrigação, aumentando a produtividade em pequenas propriedades familiares. Foram utilizados 3.600 alevinos de tilápia tailandesa, com peso inicial de 8,10 g. Os alevinos foram colocados em um reservatório de água para irrigação, com volume útil de 1.170 m³. O período de cultivo foi de 26/12/2007 a 01/08/2008. Os alevinos foram alimentados com ração comercial extrusada com porcentagem de proteína recomendada para cada fase de crescimento. O arraçoamento restrito foi de três vezes ao dia, com a proporção de 5% da biomassa total. Para o ajuste do fornecimento de ração, foram realizadas biometrias a cada 20 dias. Em cada biometria foram realizadas análises locais dos parâmetros de qualidade da água e amostras da água foram coletadas para análise posterior em laboratório. Ao final do experimento foi realizada a avaliação do desempenho zootécnico dos animais. O peso final médio foi de 535 g e a biomassa final de 18.489 kg ha⁻¹. Os parâmetros de qualidade da água estavam dentro da faixa ótima para cultivo. A produção de peixes em reservatórios de água para a irrigação é viável.

Palavras-chave: crescimento, limnologia, *O. niloticus*, piscicultura

Tilapia growth in irrigation water reservoir and water parameters evaluation

ABSTRACT

This research was carried out aiming to evaluate tilapia production in irrigation water reservoir, improving the productivity in small scale family farms. Tilapia juveniles (3.600) with 8.10 g of initial weight were put in a water reservoir with useful volume of 1,170 m³ and bred for seven and half months. Fish were fed with commercial feed specific for each level. The feed was given 3 times a day, in the amount of 5% of its total biomass. In order to adjust feed amount, fish were weighed every 20 days. At the same time, local water analyses were made and water samples were collected for laboratory analyses. At the end of the trial growth parameters were measured. Average final weight was of 535 g and total final biomass was of 18.489 kg ha⁻¹. Water quality parameters were within optimal values for fish culture. Fish production in the water reservoirs for irrigation is viable for the small scale farmer as a way to increase water, area and family productivity.

Key words: growth, limnology, *O. niloticus*, fish culture

¹ 6ª Superintendência Regional da Codevasf - Av. Comissão do Vale do São Francisco, s/n, Bairro Piranga, CEP 48900-000, Juazeiro-BA. E-mail: ruy.filho@codevasf.gov.br

² Embrapa Semiárido, BR 428, km 152, Zona Rural, CP 23, CEP 56300-970, Petrolina-PE. E-mail: daniela.campeche@cpatsa.embrapa.br; valerenata@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Perímetros irrigados no Vale do São Francisco constituem um campo ainda inexplorado para o desenvolvimento da aquíicultura familiar sustentável. O objetivo é a integração com as atividades agrícolas, aproveitando a infraestrutura já existente para abastecimento e drenagem da água, e também em função da qualidade de suas águas, propícias à boa produção aquícola. Além do mais, a irrigação com efluentes de piscicultura é uma alternativa viável para o semiárido (Oliveira, et al., 2008).

A piscicultura integrada com a agricultura já é bem difundida em alguns países em desenvolvimento, uma vez que a mesma oferece aumento da produtividade da terra e da água, o que favorece a agricultura de subsistência e aumento na geração de renda para o pequeno produtor. Além do mais, reduz os custos de produção, gerando receitas adicionais face ao valor comercial do produto piscícola cooperando desta forma com a sustentabilidade econômica e ecológica da propriedade rural (FAO, 2001; Prein, 2002).

Alguns benefícios do sistema de produção integrada são: incremento do trabalho e da renda mediante uma produção adicional e/ou em períodos fora da estação; aumento da segurança alimentar; maior disponibilidade de alimentos com alto valor protéico e diminuição dos riscos devido a uma maior diversificação da propriedade (FAO, 2001).

Diante do enfoque apresentado, o objetivo do trabalho foi mostrar a viabilidade da produção de peixes em reservatório de água para irrigação e a dinâmica da qualidade da água durante o cultivo de tal forma que esta beneficie a produção agrícola para agricultores familiares, gerando um sistema de produção integrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade rural – Coordenada UTM (24L) 0362100 E e 8966820 N - com 4,3 ha de área total, no Perímetro Irrigado de Maniçoba, no município de Juazeiro-BA, implantado pela 6ª Superintendência Regional da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e Parnaíba (Codevasf) durante o período de 26/12/2007 a 01/08/2008.

O reservatório de água para a irrigação da propriedade foi adequado, com o uso de tratores, para a atividade piscícola e utilizado como viveiro para criação de peixes. O mesmo é de forma irregular, com um volume útil máximo de 1.170 m³ e profundidade máxima de 1,17 metros.

Foram utilizados 3.600 alevinos de tilápia tailandesa, com comprimento médio de 7,4 ± 2,84 cm e peso médio inicial de 8,10 g, todos machos revertidos sexualmente, adquiridos na Estação de Piscicultura de Bebedouro da 3ª Superintendência Regional da Codevasf, Petrolina (PE). A taxa de povoamento de 3,07 alevinos m⁻³, foi praticada com base em Kubitz (2004). O cultivo foi planejado almejando-se uma produtividade de 20 t ha⁻¹, utilizando-se, para tanto, a estratégia de fornecer ração balanceada para alimentação dos pei-

xes e realizar a troca parcial de água. A taxa de renovação diária foi de 4,6%.

Até o tamanho de 120 g foi fornecida ração com 36% de proteína bruta (PB) e pellet de 3 mm, até 200 g foi fornecida ração de 32% PB e pellet de 4 mm, até 350 g foi fornecida ração de 32% PB e pellet de 8 mm. O cultivo foi finalizado com rações contendo 28% PB, até atingirem o peso aproximado de 500 g. O arraçoamento utilizado foi *ad libitum*, onde a ração foi fornecida até próximo da saciedade dos peixes (Kubitz, 1999). A quantidade de ração fornecida foi pesada diariamente.

A fim de avaliar o crescimento, bem como adequar a quantidade da ração em função do crescimento dos peixes, foram realizadas sistematicamente biometrias a cada 20-30 dias durante todo o período de cultivo.

A amostragem foi composta por 30 indivíduos, coletados aleatoriamente, cada um foi mensurado em seu peso total [Wt (g)] e respectivo comprimento total [Lt (mm)] para efetuar a estatística descritiva da amostra e observar a evolução do crescimento. Utilizou-se uma balança digital e paquímetro eletrônico. Com os resultados das biometrias foi possível acompanhar o ganho de biomassa parcial e total, estabelecer a relação peso/comprimento (Wt/Lt) na estratégia de cultivo adotada e construir os respectivos gráficos de desempenho zootécnico.

Os cálculos dos índices de desempenho ao final do cultivo foram determinados pelas fórmulas:

- Taxa de sobrevivência (%) = (n° de peixes despescados/ n° de peixes estocados) x 100;
- Peso médio final dos peixes (g) = (peso total dos peixes despescados em kg/ n° de peixes pesados) x 1000;
- Ganho de peso diário (g/dia) = (peso médio final – peso médio inicial) /dias de cultivo;
- Biomassa final (kg) = (n° de peixes despescados x peso médio dos peixes em kg);
- Ganho de biomassa (kg) = (Biomassa final – Biomassa estocada);
- Conversão alimentar aparente = [Quantidade de ração fornecida (kg)/(Biomassa final – Biomassa estocada)].

Durante as biometrias em campo, foram coletadas amostras de água do viveiro de cultivo visando análise de parâmetros físico-químicos. Foram mensurados *in loco*, a temperatura (°C) e pH utilizando-se um medidor digital portátil YSI, enquanto que a transparência da água (cm), foi registrada através do Disco de Secchi. A amônia (mg L⁻¹), nitrito (mg L⁻¹), condutividade elétrica (mS cm⁻¹), dureza (mg L⁻¹ CaCO₃) e alcalinidade (mg L⁻¹) foram analisados no Laboratório de Solo, Água e Planta da Embrapa Semiárido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desempenho zootécnico

Os índices zootécnicos da tilápia ao final do período de criação estão apresentados na Tabela 1.

A sobrevivência da tilápia no sistema estudado (Tabela 1) foi considerada excelente e está de acordo com o encontrado

Tabela 1. Índices de desempenho zootécnico da tilápia cultivada em reservatório de água para irrigação

Índices de desempenho	
Taxa de sobrevivência (%)	96
Peso médio inicial (g)	8,10
Peso médio final (g)	535,00
Ganho de peso diário (g)	2,43
Biomassa inicial (kg ha ⁻¹)	290
Biomassa final (kg ha ⁻¹)	18.560
Ganho de biomassa (kg ha ⁻¹)	18.270
Conversão alimentar aparente	0,93

em fazendas de sistema intensivo na Costa Rica (Muir et al., 2000). Asaduzzaman et al (2009) obtiveram 90.1% de sobrevivência em cultivo consorciado de tilápia e camarão *Macrobrachium rosenbergii*.

O peso final médio foi de 535 g. O crescimento médio foi de 527 g em 217 dias de cultivo com ganho de peso diário (GPD) de 2,43 g/dia, sob uma taxa de estocagem final de 34.690 peixes ha⁻¹. Na Figura 1 é mostrada a evolução do crescimento em peso (g) dos peixes ao longo do cultivo integrado, a linha W^{∞} (g) refere-se ao tamanho médio de 600 g na qual se almejava alcançar visando uma produtividade final de 20.000 kg ha⁻¹. Kubitzka (2004) previu uma expectativa de crescimento diário 2,79 g dia⁻¹, para a tilápia atingir o tamanho de 600 g em 215 dias, cultivada em baixa renovação, aeração de emergência, alimentada com ração granulada, porém sob a condição de uma taxa de estocagem final de 11.240 peixes ha⁻¹, o que é inferior à taxa obtida no presente trabalho. Testando três linhagens diferentes de tilápia e com peso inicial diferente (50,98 g) e durante 112 dias, Carmo et al. (2008), obtiveram resultados inferiores para os mesmos parâmetros zootécnicos avaliados neste trabalho. Peso final de 197 g, sobrevivência de 85,67% e conversão alimentar aparente de 1,59. Embora os valores dos parâmetros de qualidade de água estivessem muito semelhantes. Muir et al. (2000), cita o exemplo de caso prático em sistema intensivo, com 3 peixes m⁻², onde o ganho de peso médio é de 2,9 g dia⁻¹. Asaduzzaman et al. (2009), avaliando cultivo consorciado com camarão de água doce, onde havia 3 tilápias m⁻², obtiveram um peso médio final de 233,3 g, com ganho de peso de 208,5 g.

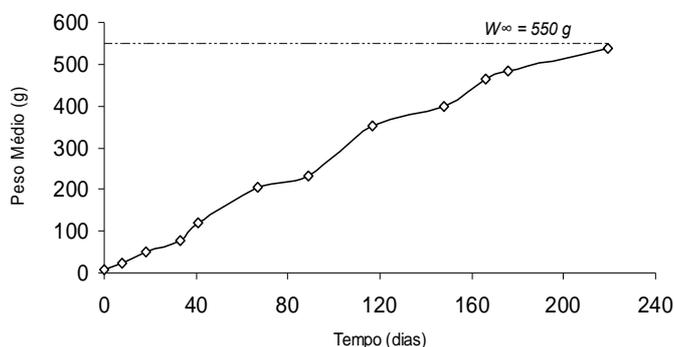
**Figura 1.** Evolução do crescimento em peso (g) da tilápia cultivada em reservatório de água para a irrigação

Figure 1. Tilapia bred in irrigation reservoir weight gain (grams) evolution

Na Figura 2 é apresentada a curva dos pontos obtidos da relação $Wt(g)/Lt$ (mm) sua expressão matemática e valor do coeficiente de determinação (R^2). As medidas mostram que a tilápia atingiu o peso de 535 g com 30 cm de comprimento furcal. Valores inferiores foram encontrados para as tilápias de linhagens chitralada (460,93 g) e nilótica (197,98 g), que foi a mesma utilizada neste trabalho (Carmo et al., 2008).

A conversão alimentar aparente (CAA) foi de 0,93. Isto indica que o peixe usufruiu de outras fontes de alimento presentes na água além da que fora ofertado. Em média os valores registrados variam entre 1.8 a 2.2 (Furuya et al, 1998; Muir et al, 2000).

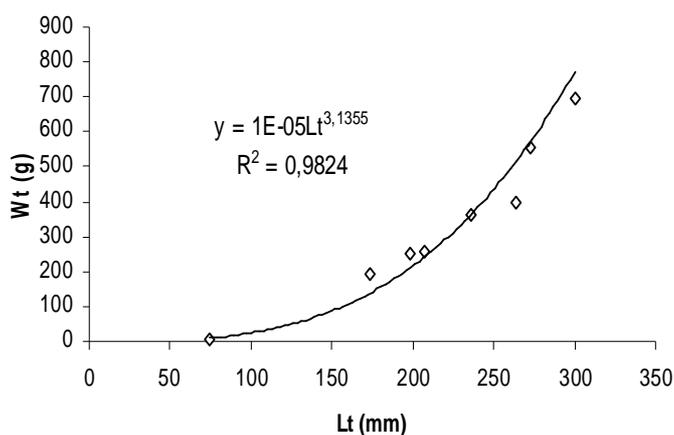
**Figura 2.** Curva de ajustamento da relação $Wt(g)/Lt$ (mm) da tilápia cultivada em reservatório de água para a irrigação

Figure 2. Tilapia raised in irrigation reservoir curve related to Wt (g)/ Lt (mm)

A produtividade final foi de 18.560 kg ha⁻¹, bem acima da expectativa quando se adota um sistema de produção menos tecnificada, onde a expectativa de biomassa final para a espécie fica entre 6.000 a 10.000 kg ha⁻¹ (Kubitzka, 2004). Dois fatores foram controlados no experimento visando o incremento de produtividade final do sistema: o uso da alimentação balanceada e a renovação diária de água do viveiro, que foi promovido com vistas a atender as necessidades hídricas diárias do sistema agrícola de irrigação. A média de renovação diária da água no viveiro do sistema de cultivo proposto foi de 4,6%. A Figura 3 mostra a evolução da biomassa dos peixes ao longo do cultivo e a linha de capacidade de suporte (CS) de 20.000 kg ha⁻¹, a qual se pretendia atingir no final do cultivo. A biomassa final foi de 18.489 kg ha⁻¹, e o ganho de biomassa no sistema foi de 18,27 kg ha⁻¹. Em cultivo consorciado com camarão de água doce, com 3 tilápias m⁻², a biomassa final pode chegar a 105.1 kg/ha em 120 dias (Asaduzzaman et al., 2009).

Na Figura 4 é mostrada a evolução do ganho de peso (kg ha⁻¹ dia⁻¹) em relação à biomassa estocada. O ponto de máximo crescimento da população foi atingido com 117 dias de cultivo, com ganho de peso de 142 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no momento em que a biomassa estocada atingiu o valor de 11.934 kg ha⁻¹. O momento de maior crescimento ocorreu quando a biomassa estocada atingiu o valor de 10.000 kg ha⁻¹ e a capacidade de suporte do sistema atingida no ponto bem próximo a 20.000

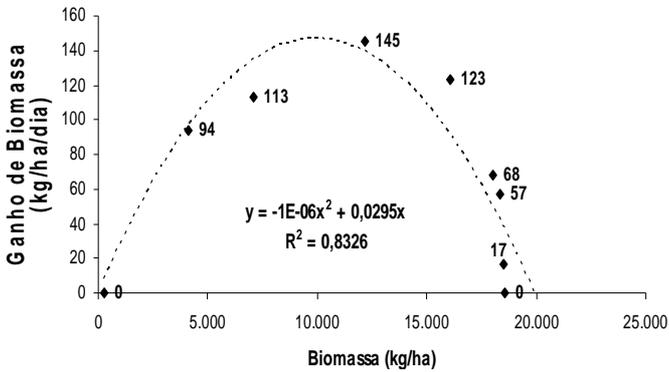


Figura 3. Evolução da biomassa (kg ha⁻¹) da tilápia cultivada em reservatório de água para a irrigação

Figure 3. Tilapia bred in irrigation reservoir biomass (kg ha⁻¹) evolution

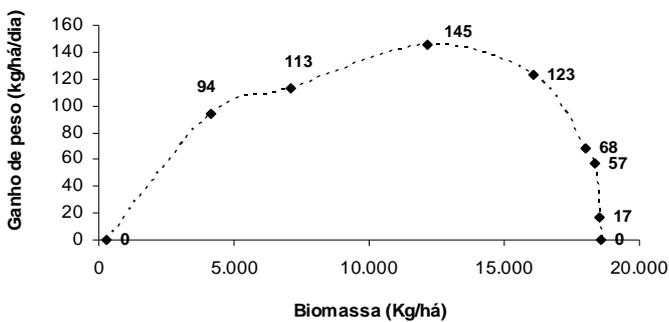


Figura 4. Curva do ganho de peso (kg ha⁻¹ dia⁻¹) em relação à biomassa estocada (kg ha⁻¹)

Figure 4. Weight gain (kg ha⁻¹ dia⁻¹) curve of tilapia bred in irrigation reservoir (kg ha⁻¹)

kg ha⁻¹, de acordo com Kubitzka (2004). O autor mencionou uma capacidade de suporte para tilápia, cultivada em sistemas aquícolas que utilizam como estratégia de cultivo o uso de ração completa e troca parcial de água diária, com ou sem aeração, na ordem de 20 – 38 t ha⁻¹.

Qualidade da água

A temperatura da água do viveiro variou entre 23 a 28 °C com temperatura média de 25,9 °C, o período mais quente foi registrado entre janeiro a abril/2008, o mais frio entre maio a agosto/2008. A água do canal teve valores um pouco mais acima entre 24 a 29 °C com média de 26,6 °C. Os dados de temperatura deste experimento estiveram, portanto, dentro da faixa ótima sugerida (Boyd & Queiroz, 2004).

Durante o experimento a água de cultivo sofreu uma variação de pH entre 7- 8,5. Esta faixa é considerada a mais adequada para o desenvolvimento dos peixes, onde ocorre maior sobrevivência e crescimento (Arana, 1997; Boyd & Queiroz, 2004). O valor do pH em efluentes de piscicultura para serem usados em fertirrigação avaliado pode variar de 7,8 a 8,7 (Castro et al., 2005; Castro et al., 2006; Carmo et al., 2008; Oliveira et al., 2008).

A condutividade elétrica da água do viveiro apresentou uma variação entre 64 e 173 $\mu S\ cm^{-1}$, com média de 103 $\mu S\ cm^{-1}$, enquanto a condutividade elétrica da água do rio apresentou uma amplitude de variação um pouco maior, entre 62 e

208 $\mu S\ cm^{-1}$, com média de 106,9 $\mu S\ cm^{-1}$ (Figura 5). Castro et al. (2005, 2006), registraram valores maiores de condutividade elétrica no efluente do cultivo de peixes em relação à água do abastecimento. Este fato deve-se provavelmente à presença de um aporte maior de nutrientes na água.

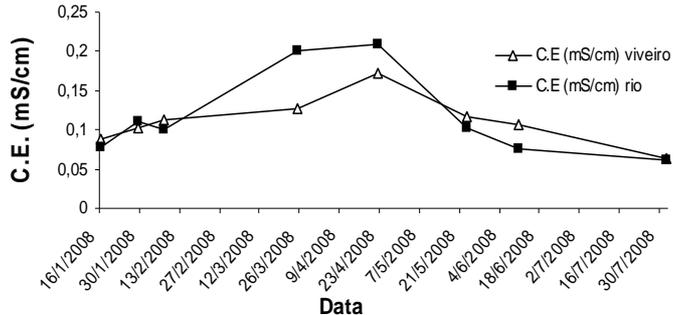


Figura 5. Evolução da condutividade ($\mu S\ cm^{-1}$) do abastecimento e cultivo

Figure 5. Conductivity ($\mu S\ cm^{-1}$) evolution of water supply and breeding

Neste experimento a amônia, na água de fundo, variou na faixa de 0,004 a 0,131 mg L⁻¹, com média de 0,042 mg L⁻¹ (Figura 6). Na superfície sua variação foi maior, na faixa de 0,007 a 0,143 mg L⁻¹, com média de 0,053 mg L⁻¹. No rio a faixa de variação ficou entre 0,029 e 0,075 mg L⁻¹, com média de 0,0453 mg L⁻¹. Castro et al. (2006), observaram valor de 1,95 mg L⁻¹ de amônia, mas sem registro de mortalidade significativa. O valor da amônia tóxica que deve ser considerado como limite de atenção em viveiros escavados é de 0,003 a 0,4 mg L⁻¹ (Arana, 1997; Carmo et al., 2008). Nos resultados apresentados constatou-se que as concentrações de amônia permaneceram abaixo dos limites considerados críticos pelos autores acima mencionados, provavelmente devido à alta taxa de renovação diária da água do reservatório. Oliveira et al. (2008) registraram valores de 4,95 mg L⁻¹ para amônia no efluente, entretanto o sistema de cultivo adotado não foi especificado.

Os níveis médios de nitrito na água de superfície e do fundo foram iguais (0,01 mg L⁻¹) (Figura 7), mas na água do rio, a média foi de 0,004 mg L⁻¹. Os níveis de nitrito encontrados na água do cultivo se mantiveram bem abaixo dos níveis

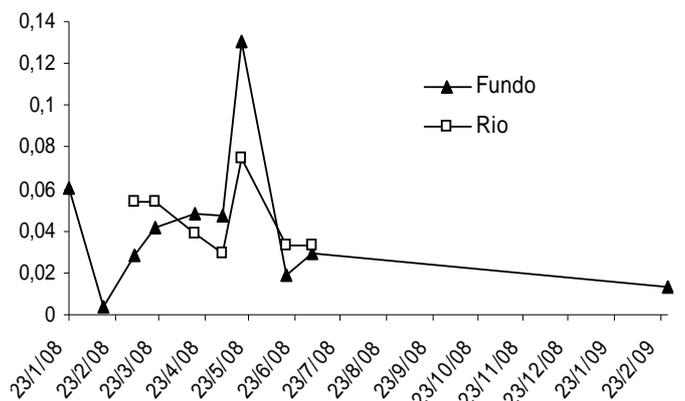


Figura 6. Evolução da amônia (mg L⁻¹) do abastecimento e cultivo

Figure 6. Ammonia evolution (mg L⁻¹) of water supply and breeding

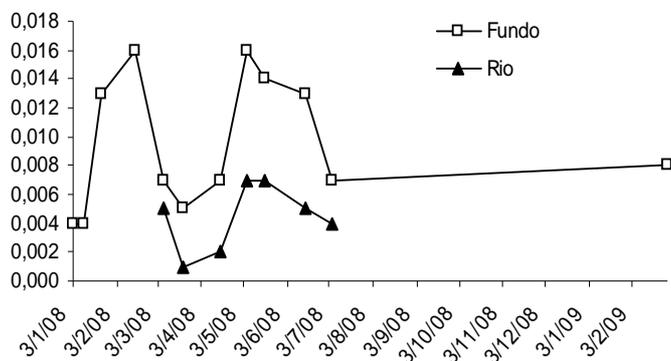


Figura 7. Evolução do nitrito (mg L^{-1}) do abastecimento e cultivo

Figure 7. Nitrite (mg L^{-1}) evolution of water supply and breeding

letais e subletais registrados, que são de 0,19 a 0,55 mg L^{-1} (Arana, 1997). Resultados semelhantes foram registrados em outros efluentes de piscicultura utilizados para a fertirrigação (Castro et al., 2006; Carmo et al., 2008). Valor de 2,42 mg L^{-1} , considerado acima do ideal, foi registrado por Oliveira et al (2008) no efluente de piscicultura usado para fertirrigação. Este valor não modificou a quantidade do nitrogênio no solo, comparando com outras adubações, mas se mostrou eficiente.

Os níveis médios de alcalinidade total observados no experimento foram de 39,09 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para água do fundo e 41,92 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para água de superfície, 37,79 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para água do rio (Figura 8). Kubitzka (2003) recomendou, como nível ideal de alcalinidade, valores acima de 30 de $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$. Oliveira et al., (2008) também registraram valores maiores de Ca^{2+} na água do efluente da piscicultura. Os valores encontrados neste experimento não trazem prejuízo para a agricultura.

Os níveis médios de dureza total da água foram de 57,47 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para água de superfície e 56,77 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para água do fundo do viveiro, 65,09 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ para a água do rio (Figura 9). Valores de dureza acima de 30 $\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ são adequados para manter o sistema tampão da água do viveiro de peixes (Kubitzka, 2003).

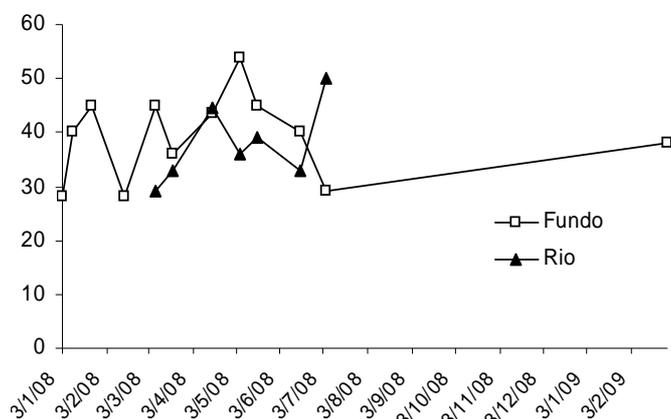


Figura 8. Evolução da Alcalinidade ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)

Figure 8. Alkalinity evolution ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)

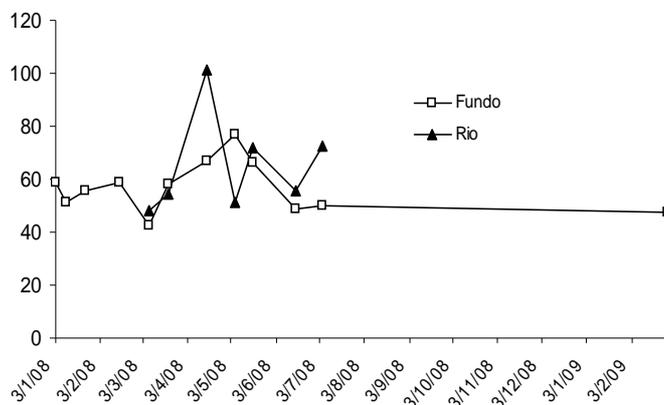


Figura 9. Evolução da Dureza ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)

Figure 9. Hardness evolution ($\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$)

A transparência da água monitorada no experimento variou entre 38 a 53 cm, tendo como média o valor de 42 cm, a faixa ótima considerada, em caso de alta renovação (Kubitzka, 2003).

CONCLUSÃO

O sistema de cultivo adotado foi adequado e não limitou o crescimento e ganho de peso dos peixes na situação de cultivo avaliado.

As condições de qualidade de água se mantiveram dentro dos limites considerados ótimos para o bom desempenho zootécnico dos peixes e a fertirrigação, pela quantidade de nitrogênio e fósforo apresentada. Há que se destacar a excelente qualidade da água que dispõe o Perímetro Irrigado de Maniçoba para desenvolvimento da piscicultura.

LITERATURA CITADA

- Arana, L.V. Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997. 166p.
- Asaduzzaman, M.; Wahab, M.A.; Verdegem, M.C.J.; Benerjee S.; Akter, T.; Hasan, M.M.; Azim, M.E. Effects of addition of tilapia *Oreochromis niloticus* and substrates for periphyton developments on pond ecology and production in C/N-controlled freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming systems. *Aquaculture*, v. 287, n.3-4, p. 371-380, 2009.
- Boyd, C.; Queiroz, J.F. Manejo das condições do sedimento do fundo e da qualidade da água e dos efluentes de viveiros. In: Cyrino, J.E.P. et al (Ed). Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva. São Paulo: TecArt, 2004. Cap. 3, p.25-43.
- Castro, R.S.; Azevedo, C.M.S.B.; Barbosa, M.R.. Efeitos de efluente de viveiro de piscicultura e de água de poço na irrigação do tomate cereja, cultivado em diferentes níveis de adubação orgânica. *Revista Ciência Agronômica*, v. 36, n. 3, p. 396-399, 2005.

- Castro, R.S.; Azevedo, C.M.S.B; Bezerra-Neto, F. Increasing cherry tomato yield using fish effluent as irrigation water in Northeast Brazil. *Scientia Horticulturae*, v. 110, n.1, p. 44-50, 2006.
- Carmo, J.L.; Ferreira, D. A., Silva Júnior, R. F.; Santos, R. M. S.; Correia, E. S. Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. *Caatinga*. Mossoró, v. 21, n.2, p. 20-26, 2008.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. *Integrated agriculture-aquaculture. A primer*. Rome: FAO, 2001. 149p. (FAO Fisheries Technical paper, 407).
- Furuya, W.M.; Souza, S.R.; Furuya, V.R.B.; Carmino, H.; Ribeiro, R.P. Dietas peletizada e extrusada para machos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L.), na fase de terminação. *Ciência Rural*. v. 28, n. 3, p.483-487, 1998.
- Kubitza, F. *Nutrição e alimentação dos peixes cultivados*. 3 ed. Jundiaí: F. Kubitza, 1999. 123p.
- Kubitza, F. *Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões*. Jundiaí: F. Kubitza, 2003. 229p.
- Kubitza, F.; Ono, E.A.; Lovshin, L.L.; Sampaio, A.V. 4 ed. *Planejamento da produção de peixes*. Jundiaí: F. Kubitza, 2004. 58p.
- Muir, J.; Rijn, J.; Hargreaves, J. Production in intensive and recycle systems. In: Beveridge, M.C.M.; McAndrew, B. (Ed.). *Tilapias: Biology and exploitation*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. Cap. 11, p. 405-445.
- Oliveira, H.V. Bezerra Neto, F., Azevedo, C. M. S. B., Lima C. B., Gurgel, G. C. S. . Alterações nas características físico-químicas de um solo cultivado com pimentão, efluente de piscicultura, fosfato natural e esterco bovino. *Caatinga*, v. 21, n. 5, p. 157-163, 2008.
- Prein, M. Integration of aquaculture into crop-animal systems in Asia. *Agricultural Systems*, v. 71, n.1, p. 127-146, 2002.