

## TILAPICULTURA SEMI-INTENSIVA EM TANQUES: ALTERNATIVAS DE FERTILIZAÇÃO E PRODUÇÃO - REVISÃO

Lopera Barrero, N.M.  
Ribeiro, R.P.  
Povh, J.A.  
Vargas, L.  
Streit Jr. D.P.

LOPERA BARRERO<sup>1</sup>, N.M.; RIBEIRO<sup>2</sup>, R.P.; POVH<sup>1</sup>, J.A.; VARGAS<sup>2</sup>, L.; STREIT JR.<sup>1</sup>, D.P. Tilapicultura semi-intensiva em tanques: Alternativas de fertilização e produção - Revisão. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama*, v. 9, n. 1, p.67-76, 2006

**RESUMO:** A produção de tilápia tem tido um crescimento acelerado no Brasil e em todo o mundo, principalmente com produções semi-intensivas e intensivas por ser um produto potencialmente disponível para o consumidor, por sua facilidade de cultivo, manejo, alta adaptabilidade, fácil reprodução e alta produtividade. A contínua expansão e melhoramento da eficiência na tilapicultura requer paralelamente atualização e desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias que garantem o sustento do produtor aproveitando recursos normalmente perdidos ou inutilizados de uma forma econômica e ecológica, que ofereçam uma alternativa de alimentação e que evitem a contínua contaminação ambiental. O consórcio entre a tilápia, animais domésticos e plantas utilizando resíduos orgânicos como fonte de fertilização e alimentação é uma alternativa viável, ecológica e econômica que fornece ao produtor uma fonte barata de nitrogênio, fósforo e potássio encaminhados à produção primária do tanque e ao mesmo tempo uma fonte de alimentação de boa qualidade nutritiva que pode substituir a utilização de rações comerciais. Tilapicultura, utilizando água residual e água salgada, são métodos de produção que também tem um grande potencial e que podem ser utilizados pelos produtores no melhoramento e produtividade do cultivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água salgada e residual. Consórcio. Fertilização orgânica. Peixes.

### SEMI-INTENSIVE TILAPIA CULTURE IN RESERVOIRS: ALTERNATIVES FOR THE FERTILIZATION AND PRODUCTION - REVIEW

LOPERA BARRERO<sup>1</sup>, N.M.; RIBEIRO<sup>2</sup>, R.P.; POVH<sup>1</sup>, J.A.; VARGAS<sup>2</sup>, L.; STREIT JR.<sup>1</sup>, D.P. Semi-intensive tilapia culture in reservoirs: alternatives for the fertilization and production - review. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama*, v. 9, n. 1, p.67-76, 2006

**ABSTRACT:** The production of tilapia and its consumption have been promptly increasing in Brazil and worldwide, mainly with semi-intensive and intensive productions since it is a product potentially available for the consumer and due to its facility of cultivation, management, high adaptability, easy reproduction and great productivity. The continuous expansion and improvement of the tilapia culture efficiency also demand an updating and a development of new knowledge and technologies which ensure the support of the producer by economic and ecological forms using resources that are generally missed or useless, offering, thus, an alternative of feeding which avoids the continuous environmental contamination. The association among tilapia, domestic animals and plants that use organic residues as a source of fertilization and feeding is a viable, ecological and economic alternative that provides the producer with a cheap source of nitrogen, phosphorus and potassium bounded for the primary production of the reservoir and, at the same time, a source of feeding of good nutritive quality that can substitute the use of commercial rations. The tilapia culture that uses residual and salt water is a production method that also has a great potential and that can be used by the producers in order to improve the cultivation productivity.

**KEY WORDS:** Association. Fish. Organic Fertilization. Residual and Salt Water.

### TILAPICULTURA SEMINTENSIVA EN ESTANQUES: ALTERNATIVAS DE FERTILIZACIÓN Y PRODUCCIÓN - REVISIÓN

LOPERA BARRERO<sup>1</sup>, N.M.; RIBEIRO<sup>2</sup>, R.P.; POVH<sup>1</sup>, J.A.; VARGAS<sup>2</sup>, L.; STREIT JR.<sup>1</sup>, D.P. Tilapicultura semintensiva en estanques: alternativas de fertilización y producción - revisión. *Arq. ciên. vet. zool. UNIPAR, Umuarama*, v. 9, n. 1, p.67-76, 2006

**RESUMEN:** La producción de tilapia ha tenido un crecimiento acelerado en Brasil y en todo el mundo principalmente con producciones semintensivas e intensivas por ser un producto potencialmente disponible para el consumidor, por su facilidad de cultivo, manejo, alta adaptabilidad, fácil reproducción y alta productividad. La continua expansión y mejoramiento de la

<sup>1</sup>Aluno de Pós-graduação da Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil, Telefax (44) 263-55-99. E-mail: [nelsonmlopera@hotmail.com](mailto:nelsonmlopera@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil, Telefax (44) 263-55-99.

eficiencia en la tilapicultura requiere paralelamente actualización y desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías que permitan el sustento del productor, aprovechando recursos normalmente perdidos o inutilizados de una manera económica y ecológica, que brinden una alternativa de alimentación y que eviten la continua contaminación ambiental. La integración entre la tilapia, animales domésticos y plantas utilizando residuos orgánicos como fuente de fertilización y alimentación es una alternativa viable, ecológica y económica que brinda al productor una fuente barata de nitrógeno, fósforo y potásio encaminados a la producción primaria del estanque y al mismo tiempo una fuente de alimentación de buena calidad nutritiva que puede substituir la utilización de raciones comerciales. Tilapicultura utilizando agua residual y agua salada, son métodos de producción que también tienen un gran potencial y que pueden ser utilizados por los productores en el mejoramiento y la productividad del cultivo.

**PALABRAS CLAVE:** Agua salada y residual. Integración. Fertilización orgánica. Peces.

## Introdução

A criação de peixes em tanques é uma prática antiga desenvolvida seguramente por trabalhadores como uma maneira de estabilizar a oferta de alimentos. Em termos gerais, a piscicultura está dentro do conceito genérico de “aquicultura” definida como a reprodução e crescimento controlado de animais e plantas aquáticas, em condições específicas. De acordo com as estatísticas da FAO (1997), o volume dessa atividade se incrementou em quase 200% durante a última década, e o alimento oferecido pelos piscicultores do mundo tem-se mantido relativamente estável. Reconhece-se então que um de cada quatro quilos de alimento vem da piscicultura.

A grande disponibilidade de matéria orgânica na pequena propriedade rural, associada à delicada situação econômica do pequeno produtor rural, favoreceu o desenvolvimento da piscicultura integral no Brasil. A tilapicultura, consorciada a outras produções e a outras atividades pecuárias, é uma maneira organizada e diversificada de produção em que o produto principal é o peixe, e os diferentes resíduos da fazenda podem ser usados como fonte de alimentação. Em alguns estados brasileiros, a produção de peixes é feita quase exclusivamente com o uso de dejetos animais, sem fornecimento de rações. Isso é possível, porque são cultivadas espécies que, além de se beneficiarem dos efeitos da fertilização da água, podem também se alimentar diretamente desses dejetos, obtendo um aproveitamento racional desses resíduos, os quais são transformados em biomassa de alto valor nutritivo e econômico, incrementando a produção e reduzindo o impacto ambiental.

Vários sistemas rurais são utilizados pelos produtores consorciando espécies de peixes, peixes com plantas, suínos, patos e frangos ou produção de tilapia em águas residuais, tendo todos como objetivo a utilização de recursos reutilizáveis. A produção de tilapia em águas salgadas é uma alternativa que está sendo utilizada no Brasil e que cresce cada dia e se torna mais familiar entre produtores, já que se aproveita o recurso disponível no litoral e, da mesma maneira, a boa adaptação que tem a espécie a esse ambiente.

A tilapicultura consorciada com outras atividades pecuárias é amplamente difundida no Brasil, mas a disponibilidade de pouca informação na literatura dificulta seu maior conhecimento pelos produtores. Essa revisão bibliográfica tem como objetivo compilar informações da produção de tilapia em consórcio com outras produções,

a utilização de águas residuais como fertilizantes e do cultivo em águas salgadas, oferecendo ao produtor algumas alternativas econômicas e ecológicas destinadas à utilização de recursos.

## Revisão de Literatura

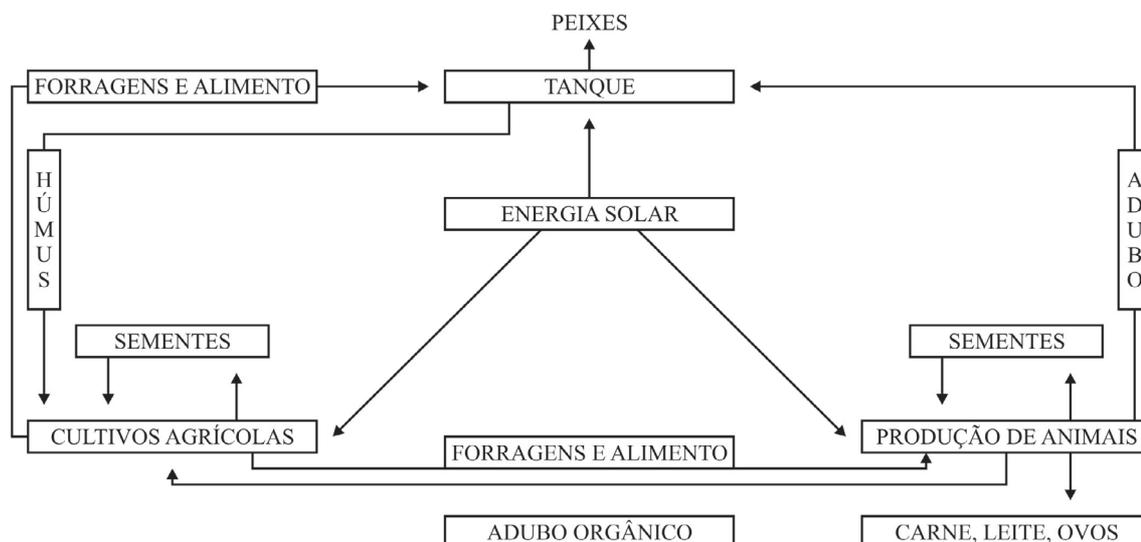
### Sistemas de produção em áreas rurais

Uma adequada integração entre as diferentes atividades agropecuárias numa fazenda permite uma melhor utilização da terra e da água, uma melhor distribuição da mão de obra, reciclagem de lixo e subprodutos, diminui custos de operação e fertilizantes e mantém balanceado o ecossistema (MERINO, 2001). Portanto existem diversos consórcios entre a piscicultura e os animais domésticos em função da fertilização de tanques, alimentação e custos da produção. Como está representado na Figura 1, existe uma constante interação entre plantas, animais domésticos, peixes e habitantes dos tanques. Todos eles formam uma cadeia de alimento e de subprodutos disponíveis, constituindo um ecossistema completo e uma piscicultura integral bem manejada, em que todos os elementos são reciclados.

O consórcio da tilapicultura com animais domésticos (suínos, patos, frangos ou bovinos) tem como principal objetivo integrar a utilização das fezes produzidas por esses animais na cadeia de alimentação do peixe, levando a uma fertilização natural e de baixo custo para o produtor. O conteúdo de nutrientes nas fezes (conteúdo físico-químico) é diferente em cada animal, e por isso mesmo alguns desses resíduos têm melhores características nutricionais para a produção de fitoplâncton e zooplâncton no tanque (Tabela 1), dependendo dessa maneira sua utilização. Eles atuam liberando nitrogênio, fósforo e potássio que são usados pelo fitoplâncton para seu crescimento e reprodução.

Do ponto de vista ambiental, a utilização das fezes diminui o impacto ambiental delas e favorece sua utilização pelo mesmo ambiente. Levando isso em consideração, os animais dependendo de seu tamanho, idade e digestão, produzem diferentes quantidades de esterco e urina, toda utilizável pela tilapia. A taxa de produção de esterco úmido (fezes + urina) de suínos, frangos e vacas leiteiras por dia e sua composição se mostram na Tabela 2.

O esterco dos animais e os resíduos das plantas são os principais adubos orgânicos. O esterco de frangos, galinhas, ovelhas, patos, suínos, coelhos, bovinos, e cavalos são excelentes para utilizar em tanques. No caso dos frangos



Fonte: NACA, 1989.

**Figura 1 - Reciclagem de materiais numa piscicultura integral bem manejada**

**Tabela 1 - Conteúdo físico-químico em porcentagem de esterco produzido por alguns animais**

Animal	Unidade	Matéria Orgânica	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O
Suínos	71	15	0,50-0,60	0,20-0,60	0,35-0,60
Patos	57	26	1,00	1,40	0,60
Frangos	76	26	1,60	1,50	---
Vacas Leite	79	14,6	0,30-0,45	0,15-0,25	0,05-0,15

Fonte: DORADO & SALAZAR, 1993.

**Tabela 2 - Taxa de produção de esterco úmido (fezes + urina) por dia em animais domésticos**

Item	Suínos na fase de Terminação (%)	Frangos (%)	Vacas leiteiras (%)
Como porcentagem do peso total/dia	5,10	6,60	9,40
Sólidos totais como porcentagem do peso úmido	13,50	25,30	9,30
Sólidos orgânicos voláteis totais como porcentagem de sólidos totais	82,40	72,80	80,30
Conteúdo de nitrogênio total como porcentagem de sólidos totais	5,60	5,90	4,00
Conteúdo de fósforo total como porcentagem de sólidos totais	1,10	2,00	0,50
Conteúdo de potássio total como porcentagem de sólidos totais	1,20	1,70	1,40

Fonte: DORADO & SALAZAR, 1993.

e suínos, que se alimentam com rações comerciais, o esterco é de melhor qualidade do que o equino e bovino, nos quais a alimentação, em maior parte, é pasto e forragem. Por essa razão, a quantidade de esterco de aves e suínos que se deve adicionar aos tanques é menor do que quando é utilizado esterco de bovinos ou equinos (MERINO, 2001).

Como preocupação constante da utilização de esterco em criações de peixes está em saber se a qualidade da água afeta a qualidade do músculo, podendo ocorrer quedas no desempenho produtivo e mortalidade dos peixes. Coelho *et al.* (1990), Rosa *et al.* (1990), Silva & Lima (1990) e Pilarski *et al.*, (2004), concluíram que os peixes apresentaram índices microbiológicos dentro dos valores permitidos pela legislação para consumo humano, sendo um alimento seguro. Já o fornecimento de matéria orgânica de forma incorreta, pode ocasionar queda na qualidade da água, diminuição na concentração de oxigênio e prejudicar a saúde dos animais e seres humanos, com a presença

de patógenos indesejáveis, causando danos à produção, além de poluição dos recursos naturais (ZHOU *et al.*, 1995; PERDOMO, 1996).

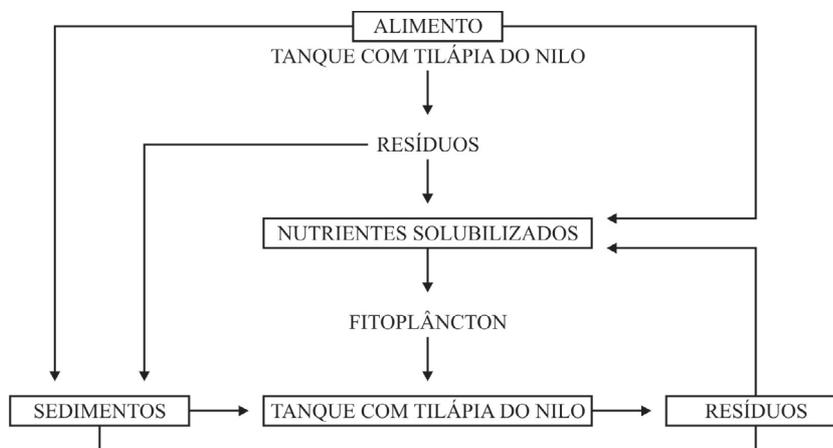
#### Consórcio Tilápia/Outros peixes

Efluentes de cultivos intensivos de peixes são a maior preocupação como fonte de poluição de águas naturais, mas eles são uma fonte de fertilizantes que pode ser reutilizada num sistema integrado com cultivo semi-intensivo de tilápia. A Figura 2 mostra a relação que pode existir entre dois métodos de produção (em tanque e em rede) quanto à utilização de fertilizantes na produção primária de alimento.

Como exemplo, podemos citar um experimento consorciando catfish híbrido (*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*) e tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivados, o primeiro em tanque rede com alimento peletizado, e o segundo, no tanque, onde foram colocados

os catfish (LIN *et al.*, 1989; LIN & DIANA, 1995). A integração do sistema produziu 144 kg/m<sup>3</sup> de catfish e 0,35 kg/m<sup>2</sup> de tilápia em quatro meses de prova, durante o qual nos resíduos do tanque rede do catfish se estimou conter 30,9

kg de nitrogênio e 11,6 kg de fósforo numa relação 2,6:1. O rendimento da tilápia de 3,4 toneladas/ha é comparado em tanques fertilizados com fezes de frangos ou fertilizantes químicos.



Fonte: YANG *et al.*, 1996.

**Figura 2 - Utilização de resíduos produzidos pela produção de tilápia do Nilo na fertilização dos tanques para tilapicultura**

Uma aproximação similar foi subsequente utilizada em tilápias do Nilo em tanques rede alimentadas com rações peletizadas e alevinos e juvenis em tanques fertilizados com resíduos dos tanques rede da tilápia. O rendimento do tanque rede foi de 24 kg/m<sup>3</sup> com uma média diária de ganho de peso de 4,6 gramas por peixe: a taxa de crescimento dos alevinos no tanque foi linearmente correlacionada com o consumo do alimento (biomassa) do tanque rede. Esse consórcio pode ser de relevância para cultivos de peixe em pequena escala para dois propósitos: crescimento e engorda em tilápia, proporcionando um bom rendimento econômico (EDWARDS *et al.*, 2000).

#### Consórcio Tilápia/Plantas

O consórcio da tilapicultura com cultura de plantas

está dirigido para abastecer a demanda de alimento para os peixes e para os outros animais, eliminando o excesso de sedimento nos tanques, o qual pode prejudicar a qualidade da água, mas, pelo contrário é um adubo de alta qualidade para cultura de plantas terrestres.

O sedimento forma-se como resultado das grandes quantidades de alimento e adubo que são utilizados nos tanques, adicionando-se o esterco dos peixes e de outros animais aquáticos (Tabela 3). Uma quantidade apropriada de sedimento é benéfica para o tanque como fertilizante, porém, em grande quantidade, compromete a qualidade da água. Essas mudanças ambientais do tanque geram, no peixe, uma diminuição do apetite, uma diminuição do crescimento e um aumento na susceptibilidade às doenças, além de que os tanques perdem profundidade (MERINO, 2001).

**Tabela 3 - Peso equivalente de fertilizantes (kg) no sedimento em tanques de piscicultura**

FERTILIZANTE	NPK TOTAL		NPK ATIVO	
	Em 100 kg de sedimento seco	No sedimento seco produzido por ha/ano	Em 100 kg de sedimento seco	No sedimento seco produzido por ha/ano
<b>Sulfato de Amônia</b>	0,962	7215	0,134	1005
<b>Uréia</b>	0,435	3255	0,061	465
<b>Super fosfato de Ca</b>	1,00	7500	0,061	465
<b>Óxido de K</b>	1,67	12510	0,041	315

Fonte: NACA, 1989.

Esse sedimento, utilizado em culturas, pode incrementar a capa de solo para cultivo, melhora a estrutura das partículas do solo, melhora a capacidade do solo de absorver nitrogênio, fósforo e potássio e melhora a capacidade para reter

a água (NACA, 1989). O material orgânico desintegrado pelas bactérias forma uma considerável quantidade de húmus o qual, em combinação com o lodo do fundo, representa um fertilizante de ótima qualidade (GOMEZ & ESCOBAR, 2001).

Depois da secagem do tanque, pode-se fazer uma fertilização direta de culturas, retirando o sedimento que ficou no fundo do tanque, sendo distribuído manualmente ou com ajuda de uma bomba de aspersão. Quanto à elaboração de compostagem, prepara-se fazendo um buraco em terra de 5 m<sup>2</sup> a uma profundidade de um metro, introduzindo materiais misturados com o sedimento. Após um período de 60 dias, o adubo já fermentado pode ser utilizado como fertilizante para cultivos agrícolas a uma taxa de 75 a 225 kg/ha.

Uma rotação de produção de tilápia e plantas de rápido crescimento como o pasto de corte pode ser utilizado. Na coleta dos peixes e posterior secagem do tanque, as plantas são cultivadas no fundo dele. Uma vez que o produto agrícola é recolhido, parte das plantas é deixada no tanque para que, junto com adubo adicional, fermentem-se (não deixar mais de quatro a cinco kg/m<sup>2</sup> de material vegetal). Essa prática melhora a qualidade da água e a fertilidade do solo. Os alevinos podem ser cultivados 11 a 15 dias depois. (MERINO, 2001).

A fabricação de “adubos verdes” utiliza vários tipos de materiais vegetais, como: pastos, frutas ou hortaliças decompostas, as quais devem ser cortadas em pedaços e misturadas com o sedimento do tanque. Logo devem ser estocadas em construções de madeira localizadas perto dos tanques (2 metros de comprimento x 1 metro de largura); o adubo tem de permanecer úmido (não saturado ou seco) para que se deteriore mais rapidamente. Para controlar a acidez, deve-se agregar 2,5 kg de cal por cada 100 kg de adubo. O adubo deve ser misturado uma vez por semana para obter uma melhor aeração e decomposição. Recomenda-se, de maneira geral, aplicar “adubo verde” ao tanque cada 10 dias, aplicando 20 a 25 kg/100 m<sup>2</sup> da área do tanque.

A rizipiscicultura, consórcio de arroz e criação de peixes, é uma das práticas de cultivo orgânico de arroz mais eficientes e utilizadas, em que os peixes fazem todo o trabalho de preparo de solo, fertilização e controle de pragas e plantas invasoras. Esse consórcio é, sem dúvida, positivo, já que fornece um aumento da produtividade de ambos os cultivos; só apresenta algumas desvantagens que são a distribuição inadequada da semente e a necessidade de um mercado para peixes de pequeno tamanho, podendo ser compensado este último com a venda de juvenis. Estima-se que só em 1% dos cultivos de arroz se pratica a aquíicultura em âmbito mundial.

Em muitas partes do mundo, utilizam-se plantas terrestres para adubar diretamente os tanques de alevinos, aplicando entre seis e dez toneladas/hectare antes do cultivo de alevinos e posterior a ele, três toneladas/hectare cada três a quatro dias em duas aplicações. Algumas plantas aquáticas do gênero *Ninfeia*, previamente moídas, podem também ser utilizadas para fertilizar tanques, aplicando-se duas toneladas por hectare antes do cultivo dos peixes e entre 0,9 e 1,2 toneladas por hectare duas vezes por dia, durante o período de crescimento dos alevinos para manter a biomassa de plâncton (IFFC, 1998).

### Consórcio Tilápia/Suíno

Um suíno nos oito meses produz em média 950 kg de esterco seco e 1200 kg de urina (80% a 85% de água). As fezes têm entre 0,5% e 0,6% de nitrogênio, 0,2% a 0,6% de

fósforo e entre 0,35% e 0,6% de potássio, podendo produzir 19,3% de fitoplâncton, 3,2% de zooplâncton e 77,6% de partículas em suspensão (MERINO, 2001). Para uma ótima utilização do esterco de suínos, recomenda-se que eles devam ser criados perto do tanque de piscicultura ou, no melhor dos casos, sobre o tanque de piscicultura. Essa última construção representa um maior custo, mas facilita a utilização das fezes e determina uma homogeneização melhor no tanque.

No consórcio peixe/suíno/planta, o esterco do suíno é utilizado como fertilizante direto em tanques e em cultivos da fazenda, e esse lodo ou húmus produzido no tanque pode também ser utilizado como fertilizante externo em cultivos (Figura 3). Para a utilização de esterco de suíno fresco, é recomendado 300–600 kg/ha/dia de forma homogênea sobre todo o tanque. Da mesma maneira pode ser recomendado ter 15 a 60 animais por hectare de tanque ou um suíno para 75 peixes, sem nenhuma outra adubação ou alimento complementar, podendo ser produzido de 2,0 a 3,5 toneladas/ha/ano de peixe. Uma aplicação não controlada de fezes de suíno pode produzir superprodução de algas verdes, que causam desaparecimento do zooplâncton (MERINO, 2001).

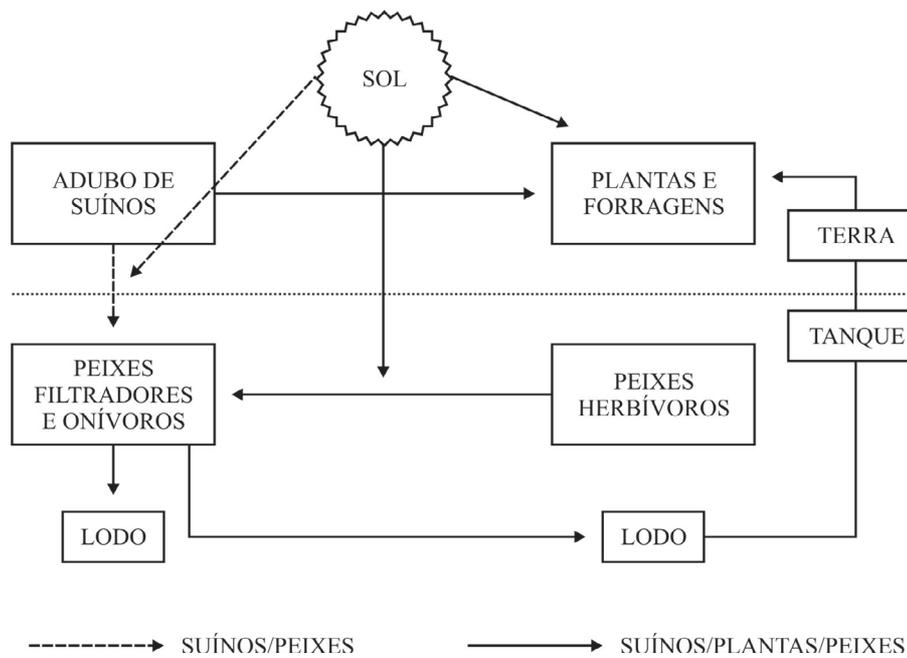
Num estudo feito por Pilarski *et al.* (2004), encontraram que o músculo de carpa comum (*Cyprinus carpio*) durante toda a pesquisa não revelou diferença microbiológica entre as carpas cultivadas em viveiros fertilizados com matéria orgânica e em viveiros fertilizados com ração, constatando que ambas se enquadram dentro dos padrões estabelecidos pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL), estando, portanto, aptas ao consumo humano. Muratori *et al.* (2001), estudando a variação sazonal da septicemia dos peixes tropicais provocada por *Edwardsiella tarda* em tilápias criadas em viveiro com dejetos de suínos, descobriram que a mortalidade por septicemia dos peixes tropicais é maior no inverno e na primavera e que o isolamento de *Edwardsiella tarda* mostra o potencial patogênico de transmissão do microrganismo na carne crua de peixes.

### Consórcio Tilápia/Pato/Frango

Um tanque de peixes é um sistema biológico semifechado em que há muitos animais aquáticos e plantas, sendo a maioria alimento natural para os peixes, havendo alguns que podem chegar a competir bem, seja por espaço, oxigênio, ou alimento com os mesmos peixes, os quais podem ser controlados e aproveitados pelos patos.

Anteriormente se julgava que os patos podiam comer os peixes, mas, ao longo de anos de experiências, determinou-se que os patos podem comer peixes pequenos de quatro gramas (5,5 centímetros em média), todavia os maiores não são comidos. Os patos consomem girinos, sapos jovens e insetos que geralmente são predadores naturais de larvas e pós-larvas de peixes. O conteúdo de proteína desses organismos que são alimentos naturais para patos é alto; por isso, criar patos em tanques de peixes, reduz a demanda de proteína na dieta fornecida a eles. O conteúdo de proteína digerível para patos criados em confinamento deve ser de 16% a 20%, embora, para os patos criados em tanques, possa reduzir-se a 13% ou 14%, diminuindo entre 200 e 300 gramas de proteína por pato cultivado (IFFC, 1998).

A ração para os patos é completamente utilizada

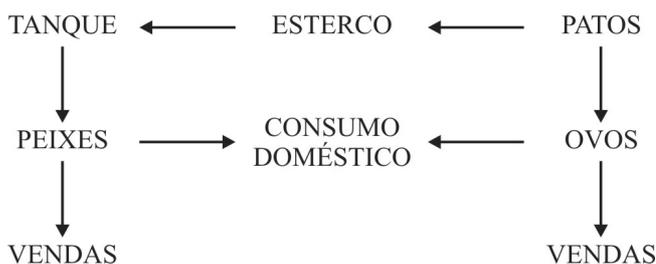


Fonte: MERINO, 2001.

**Figura 3 - Consórcio entre suínos/plantas/peixes e suínos/peixes**

neste consórcio, já que eles deixam de consumir entre 10% e 20% da ração, que é consumida pelos peixes e, além disso, o esterco dos patos vai diretamente aos tanques adicionando nutrientes (principalmente carbono, nitrogênio e fósforo) e estimulando, dessa maneira, o crescimento de organismos. Essa fertilização direta tem duas vantagens: primeiro não se perde adubo, e segundo, a fertilização é homogênea e evita qualquer acumulação de fezes. Assim mesmo, a produção de carne de tilápia e pato, e produção de ovos representa uma ganância para o produtor (Figura 4).

Num experimento, trabalhando com carpa comum, tilápia, carpa prateada e carpa herbívora em tanques de 400 m<sup>2</sup>, com patos alimentados com rações comerciais, determinou-se que o rendimento dos peixes alcançou 36,5 kg/ha/dia sem aplicação de alimento adicional. A conversão alimentar foi reduzida de 3,84 (só em patos) a 2,64 no consórcio. Nos patos observou-se que, em comparação com a engorda em confinamento, a taxa de crescimento, a eficiência de alimento, a vitalidade e a limpeza das penas e da pele foi melhor no consórcio com peixes; igualmente a eficiência do alimento e o peso de cada pato foram melhores, e a taxa de sobrevivência incrementou-se em 3,5% (NACA, 1989).



Fonte: YANG *et al.*, 1996.

**Figura 4 - Esquema de consórcio entre peixes e patos.**

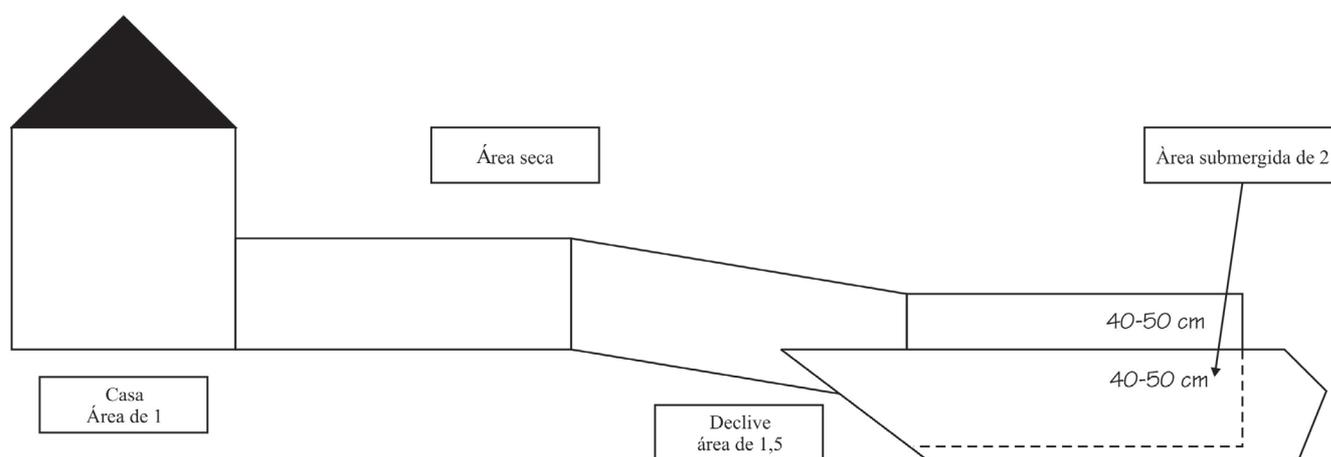
Nessas condições e alimentando somente os patos de acordo com seus requerimentos nutricionais, é possível produzir indivíduos de 2 kg, e cada um deles pode produzir entre dois e 2,5 kg de tilápia em 10 meses, e obtêm-se, além disso, 200 ovos por ano, por unidade, no caso de patos destinados a produzir ovos. O crescimento dos peixes pode incrementar-se em 17% em tanques de cultivo integrados de peixes/patos (MERINO, 2001).

O método mais usado para integração de peixes/patos é praticado em tanques entre 3500 m<sup>2</sup> e 7000 m<sup>2</sup>. A construção deve ter certas especificações (Figura 5). Parte dos diques e parte da área submergida têm de ser fechadas com rede metálica, sendo a área submergida instalada a 40 ou 50 centímetros acima e abaixo. Na casa (hospedagem dos patos), deve-se ter um número não maior de 4,5 patos/m<sup>2</sup> na área seca e 3 a 4 indivíduos/m<sup>2</sup> na área submergida (MERINO, 2001). O esterco de frangos é um dos mais completos se comparado com outros animais, o que assegura elevada produção de plâncton.

Uma das desvantagens da integração tilápia/frangos é que as aves danificam os taludes dos tanques e tornam-se hospedeiros de certos parasitas de peixes. Nessa integração de tilápia/frango, recomenda-se a utilização de dois a três kg de esterco/100 m<sup>2</sup> do tanque.

#### Consórcio Tilápia/Bovinos

O consórcio de tilápia com bovinos reduz a necessidade de compra de fertilizantes e de alimento concentrado para os peixes e, por isso mesmo, incrementa os ingressos da piscicultura. De todos os resíduos dos animais domésticos, o esterco de gado é o mais abundante em termos de disponibilidade. Devido à digestão do rúmen, as partículas de esterco de bovino são muito finas e têm um período de afundamento na água do tanque de 2,6 centímetros/minuto, a diferença das fezes de suíno que têm uma velocidade de 4,3



Fonte: adaptado de MERINO, 2001.

**Figura 5 - Construção mais adequada para integração de peixes e patos**

centímetros/minuto, permanecendo mais tempo as partículas desse esterco suspensas na água, encontrando o peixe mais alimento disponível, além de que a DBO por acumulação de matéria orgânica no fundo é reduzida.

Se esses animais estão constantemente em piquetes e são alimentados perto do (s) tanque (s), o esterco pode ser coletado e levado mais facilmente. Manter os animais mais tempo no piquete significa mais esterco para utilizar; se não se têm por muito tempo, vai-se precisar um número maior de animais por área. Os bovinos não devem ter acesso aos tanques, já que com suas patas, podem quebrar os diques produzindo áreas adaptáveis para pastagens indesejáveis, além de ser áreas ótimas para procriação de mosquitos. Seria desejável ter os tanques protegidos com cerca, limitando o acesso.

O conteúdo nutritivo desse esterco é um pouco menor que o esterco de suíno, sendo recomendado adicionar 0,024 kg de adubo fresco a 1 m<sup>3</sup> de água cada dia, a quantidade média de fitoplâncton chega a 19,2 mg/L e a biomassa média de zooplâncton é de 5,6 mg/L (MERINO, 2001). A quantidade recomendada de animais é de 8 vacas/ha as quais podem produzir 3750 kg de peixes herbívoros (10% do total), onívoros e filtradores (90% do total).

#### Aplicação dos fertilizantes orgânicos

A aplicação dos fertilizantes orgânicos não pode ser ao acaso e em quantidades não específicas, já que eles podem diminuir as concentrações de oxigênio dissolvido, podendo significar a perda dos peixes ou uma diminuição na produtividade.

O ideal é fazer aplicações diárias, mas em viveiros sem aeração não se devem aplicar mais de 50 a 75 kg de esterco seco/ha/dia. Caso seja possível fornecer fertilizante a cada dia, podem-se fazê-las uma vez por semana como mostra a Tabela 4 (OSTRENSKY & BOEGER, 1998).

O esterco dos animais se aplica geralmente ao tanque segundo quilogramas de esterco por superfície do tanque (quilogramas de esterco por hectare, por 100 metros quadrados, etc) ou segundo o número de animais por área (Tabela 5). Ao colocar a quantidade semanal dividida em aplicações diárias, reduzem-se os problemas de baixa concentração de oxigênio dissolvido na água, sendo o alimento do esterco mais bem consumido pela tilápia.

A primeira aplicação de esterco deve ser feita duas semanas antes da entrada dos alevinos no tanque para aumentar a disponibilidade de alimento natural (fitoplâncton). Deve-se evitar adicionar elevadas cargas de esterco em períodos irregulares, mantendo, sempre, em constante cuidado, a qualidade e preservação da água, ajudando com a decomposição do esterco e evitando o esgotamento do oxigênio dissolvido.

**Tabela 4 - Quantidade semanal a ser aplicada de esterco para fertilização de tanques**

Tipo de Esterco	Quantidade de Esterco por Semana (kg/ha)
Bovino	1000
Frango	600-800
Pato	600-800
Ovelha	1000
Cavalo	1000
Suíno	600-800

Fonte: OSTRENSKY & BOEGER, 1998.

#### Sistema de cultivo no perímetro urbano

##### Tratamento e utilização de águas negras e residuais

Os primeiros trabalhos sobre as propriedades de fertilização das águas residuais na piscicultura foram editados na Alemanha durante o início do século XIX. Nos trabalhos, é mencionado o emprego de lagoas de estabilização de tratamento de águas residuais com tanques de piscicultura, provavelmente estimulado pela escassez de alimentos durante a Primeira Guerra Mundial. Na Índia existem mais de 130 sistemas de piscicultura com tanques alimentados com águas residuais em uma zona de 12.000 hectares. Calcutá tem o sistema de aquíicultura alimentado com águas residuais mais extenso do mundo; as águas residuais sem tratamento e a água de esgoto da cidade são conduzidas por meio de um canal principal, que distribui o líquido por um complexo sistema de canais secundários e terciários até um extenso sistema de tanques com uma superfície de 4,400 hectares, que produz carpa e tilápia, importantes como alimento na Índia e, em cinco a seis, meses alcançam o

**Tabela 5 - Aplicação de esterco e número de animais sugeridos num tanque de 100 m<sup>2</sup>**

Fonte de Esterco	Quantidade (kg/100 m <sup>2</sup> /semana)	Número de Animais/100 m <sup>2</sup>
Gado	10	0,3 (Todo o dia) 0,6 (Só à noite)
Frango	6 – 8	10 – 15
Pato	6 – 8	10 – 15
Ovelhas/Cabras	10	4 (Todo o dia) 8 (Só à noite)
Cavalos/Burros	10	0,5
Suínos	6 – 8	0,5 – 1

tamanho comercial (EDWARDS, 1992; FELIZATTO *et al.*, 1999). A concentração de coliformes nas lagoas de peixes varia de 10<sup>4</sup> a 10<sup>5</sup> NMP/100 mL, e eles se encontram livres de infecções causadas por parasitas e livres de coliformes, bactérias e vírus patogênicos. Em alguns casos, encontrou-se, em vísceras e brânquias, presença de coliformes, mas no músculo não, sendo vendido e consumido com segurança.

A associação Mundial da Saúde confirma que na América Latina só 10% das águas residuais coletadas em esgotos recebe algum tratamento antes de serem deixadas livres nos rios e mares, então 400 m<sup>3</sup> de águas residuais são lançadas aos corpos de água indiscriminadamente, razão pela qual, no Peru, a partir de 1958, iniciou-se a operação da estação de tratamento de águas residuais provenientes da zona sul de Lima. O sistema é chamado de “Lagoas de San Juan de Miraflores”, e, em 1975, realizaram-se vários estudos com tendência forte ao reuso em aquicultura do efluente tratado por essa estação (FELIZATTO *et al.*, 1999). A partir de 1983, implementou-se um projeto o qual ainda hoje, representa o centro de referência piloto de reuso em aquicultura na América Latina. Num experimento feito nessa estação, evidenciou-se uma diminuição na quantidade de coliformes fecais com a circulação da água por cada sistema de lagoa, evidenciando uma remoção acumulada de 99,9% de coliformes no momento de chegada da água à unidade de piscicultura (EDWARDS, 1997; FELIZATTO *et al.*, 1999).

#### Sistemas de cultivo em águas salgadas

A escassez e contaminação das fontes de água doce em diferentes partes do planeta propiciaram a planificação e proposta de ensaios de cultivo de tilápias em corpos de água salgada, os quais têm tido resultados positivos. A eficiente utilização de ambientes salobros na piscicultura é uma alternativa exequível, porém o número de espécies domesticáveis para tal ambiente é bastante limitado (SURESH & LIN, 1992). Por esse motivo, é possível a utilização de tilápias, já que esses peixes são de fácil obtenção, têm capacidade de se desenvolverem em ambientes salobros, e, de que em algumas culturas, não há preferência pelo peixe proveniente da água doce, aceitando a oferta no mercado desses organismos adaptados à água salgada. Esse cultivo se perfila como uma atividade interessante desde o ponto de vista econômico, da sociedade e da ecologia (WATANABE *et al.*, 1991; CABRERA *et al.*, 2000).

As tilápias, quando não são habitantes naturais de águas marinhas, podem aclimatar-se a este meio

com facilidade, podem reproduzir-se (WOHLFARTH & HULATA, 1987) e a descendência é exequível (WATANABE *et al.*, 1991; NIRCHIO & PEREZ, 2002), contudo varia consideravelmente a tolerância entre espécies (SURESH & LIN, 1992). O primeiro cultivo de tilápia na ilha de Margarita (Venezuela) em água salgada demonstrou que essa espécie se adapta e resiste a ambientes que não são favoráveis para outras. Esses peixes são de hábitos alimentícios herbívoros e onívoros, que são mais eficientes na utilização dos carboidratos do que os carnívoros, porque são fontes de energia barata (CABRERA *et al.*, 2000). As tilápias do gênero *Oreochromis* em particular podem sobreviver à transferência direta desde à água doce a água salgada ou o oposto. Ross (2000) citou que diversos pesquisadores comprovaram a tolerância à água salina, tendo mostrado boa resposta de crescimento nessa situação, tornando a tilápia exequível para o seu cultivo em água salgada.

Durante essa transição, uma série de câmbios fisiológicos acontecem no peixe, como o aumento transitório nos níveis de cortisol e do hormônio de crescimento no plasma, um decréscimo dos níveis de prolactina, um incremento na atividade de Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup> ATPase nas brânquias, um aumento temporal da osmolaridade do plasma e na concentração de íons de sódio e cloro e mudanças morfológicas nas células ricas em mitocôndrias das brânquias, as quais jogam um papel muito importante na regulação de NaCl e no balanço ácido básico dos peixes (NIRCHIO & PEREZ, 2002). A tilápia em fase juvenil (4-6 cm) apresenta baixas taxas de mortalidade, se submetida a aumentos graduais de salinidade. Após o período de 72 horas, os alevinos podem ser transferidos aos tanques, onde as taxas de mortalidade são baixas também, e o comportamento delas é o mesmo observado na água doce.

Recentemente se demonstrou que as larvas de *Oreochromis mossambicus*, ao ser transferidas da água doce à água salgada, ou ao contrário, regulam eficientemente a taxa de ingestão da água em pouco tempo e aumentam a superfície da área apical das células ricas em mitocôndrias, o que lhes permite manter quantidades de água e íons, questão que é crítica para o desenvolvimento e sobrevivência delas. No caso de híbridos conhecidos como as tilápias vermelhas (especialmente *Oreochromis mossambicus*) com sua adaptação à água salgada, a experiência indica que, além de que a sobrevivência média das larvas em água salgada é menor que em água doce, é evidente que, por produzir-se uma fuga dos híbridos de tilápia ao mar de maneira acidental ou por mau manejo, corre-se o risco de que esses se reproduzam no

ambiente marinho natural e se estabeleçam no ecossistema, com todas as possíveis conseqüências da introdução de peixes exóticos. Na Venezuela foram capturados indivíduos sexualmente adultos maduros, com alevinos na boca, o que demonstra que estão completamente adaptados ao ambiente marinho e já têm modelos reprodutivos completos em competição com peixes originais e naturais de mares (GUERRERO, 1996).

No sul da Flórida, três espécies já estão estabelecidas como populações reprodutoras no “habitat” costeiro, logo de sua introdução por fugas em atividades de pesquisa. A tilápia de Moçambique é muito utilizada em tanques com água salgada na Indonésia e Filipinas; encontra-se também em algumas ilhas do Pacífico, Nova Guinéa, Tonga e Tuvalu. (GUERRERO, 1996). A tilápia azul (*Oreochromis aureus*) que tolera elevadas salinidades e águas frias, é o peixe de maior impacto nessas zonas costeiras. Nas costas do Hawai foi introduzida para controle de plantas aquáticas. A tilápia preta (*S. melanotheron*) foi a primeira em estabelecer-se em ambiente marinhos. Recentemente, no programa de educação genética, foi criada uma nova tilápia híbrida, com alta tolerância à salinidade e rápido crescimento (LAHAV & RA'ANAN, 1997).

É necessário destacar que as espécies exóticas invasoras podem continuar proliferando muito depois de ser introduzidas, com a agravante de que algumas podem experimentar expansões populacionais, já que não são afetadas por predadores, parasitas ou competição no novo ambiente, pelo que, hoje em dia, são catalogadas como uma forma de contaminação biológica. Um exemplo pode ser o que aconteceu na Venezuela, onde em 1964 foram cultivados espécimes de *Oreochromis mossambicus* na lagoa dos Patos; amostras colhidas nesse mesmo ano revelaram presença de 23 espécies de peixes nativos agrupados em 22 gêneros que pertencem a 16 famílias. Só 12 anos depois, informou-se a presença de só 10 famílias nativas, e concluiu-se que essa redução foi por ataques agressivos das tilápias a larvas e juvenis (NIRCHIO & PEREZ, 2002). Foi reportado que híbridos de fêmea de *O. niloticus* e machos de *O. mossambicus* são cultivados em tanques com águas salgadas, fertilizadas e com suplemento de rações em Filipinas.

### Comentários

A tilapicultura consorciada com outras produções pecuárias é uma alternativa exequível de produção, em que a utilização de resíduos orgânicos permite uma fertilização do tanque de forma adequada, fácil, segura, ecológica e econômica.

Tilapicultura em água residual e em água salgada são opções que possuem um grande potencial para incrementar a produção e que pretendem utilizar recursos adicionais que não são associados a cadeias de alimentação. Contudo é necessário aumentar pesquisas que forneçam conhecimentos mais profundos e que permitam utilizar metodologias seguras e confiáveis que evitem uma contaminação alimentar e biológica.

### Referências

CABRERA, B. T. et al. Cultivo del híbrido de Tilapia en un ambiente

marino, substituyendo harinas de pescado por soya. *Ciencia Pesquera*, n. 14, 2000. Disponível em: <[http://inp.semarnat.gob.mx/publicaciones/Ciencia%20pesquera/ciencia\\_15/Cabrera.pdf](http://inp.semarnat.gob.mx/publicaciones/Ciencia%20pesquera/ciencia_15/Cabrera.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2005.

COELHO, M. S. L.; ROSA, V. P.; COSTA, P. M. A. Estudo da microbiota de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentada com dejetos de suínos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.19, n. 6, p. 546-551, 1990.

DORADO, M.; SALAZAR, G. Cultivos integrados a otras actividades agropecuarias. In: RODRIGUEZ, H.; POLO, G.; SALAZAR, G. *Fundamentos de Acuicultura Continental*. Bogotá, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA, Republica de Colombia, 1993. p. 251-262.

EDWARDS, P. Reuse of human wastes in aquaculture: a technical review. *Water and Sanitation Report*. Washington: World Bank, n. 2, 1992.

EDWARDS, P. Environmental issues in integrated agriculture-aquaculture and wastewater-fed fish culture systems. In: ENVIRONMENT AND AQUACULTURE IN DEVELOPING COUNTRIES, 31., 1997. Manila. *Anais...* Manila: ICLARM, 1997. p. 139-170.

EDWARDS, P.; LIN, C. K.; YAKUPITIYAGE, A. Semi-intensive pond aquaculture. In: BEVERIDGE, M. C. M. B.; ANDREW, B. J. *Tilapias: biology and exploitation*, 2000. p. 37-403.

FAO. Aquaculture Production Statistics. 1986-1995, FAO Fisheries, n. 815. Rev. 9, FAO. Rome, 1997.

FELIZATTO, M. R.; STARLING, F. L.; SOUZA, M. A. Reuso de água em piscicultura: análise da possibilidade de aplicação de efluente de lagoas de estabilização em série. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 1999. Disponível em: <<http://www.cepis.org.pe/brsaidis/aresidua/i-024.pdf>>

GOMEZ, H. R.; ESCOBAR, E. A. La Calidad Del Agua y la Productividad de um Estanque em Aqüicultura. In: GOMEZ, H. R.; DAZA, P. V.; AVILA, M. C. *Fundamentos de Acuicultura Continental*, Bogotá, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA. República de Colombia, 2001, p. 43-73.

GUERRERO, R. D. III. Aquaculture in the Philippines. *World Aquaculture*, v. 27, n. 1, p. 7-13, 1996.

IFFC. ASIAN-PACIFIC REGIONAL RESEARCH AND TRAINING CENTRE FOR INTEGRATED FISH FARMING, Wuxi, Jiangsu Province, China. 18 International Training Course on Integrated Fish Farming. 1998.

LAHAV, E.; RA'ANAN, Z. Salinity tolerance of genetically produced tilapia (*Oreochromis*) hybrids. *Bamidgeh*, v. 49, n. 3, p. 160-165, 1997.

LIN, C. K.; DIANA, J. S. Co-culture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and hybrid catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. gariepinus*) in ponds. *Aquatic Living Resources*, v. 8, p. 449-454, 1995.

LIN, C. K.; JAIYEN, K.; MUTHUWAN, V. Integration of intensive and semiintensive aquaculture: concep and example. *Thai Fisheries Gazette*, v. 42, p. 425-430, 1989.

MERINO, A. M. C. Piscicultura Integrada a Otras Actividades Agropecuarias. In: GOMEZ, H. R.; DAZA, P. V.; AVILA, M. C. *Fundamentos de Acuicultura Continental*, Bogotá, Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INPA. República de Colombia, 2001. p. 43-73.

MURATORI, M. C. S. et al. Mortalidade por “septicemia dos peixes tropicais” em tilápias criadas em consorciação com suínos. *Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec*, v. 53, n. 6, p. 658-662, 2001.

- NACA. Integrated Fish Farming in China. NACA Technical Manual 7. A world Food Day Publication of the Network of Aquaculture Centres in Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, 1989. 278 p.
- NIRCHIO, M.; PEREZ, J. E. Riesgos del Cultivo de Tilapias en Venezuela. *Revista Interciencia*, v. 27, n. 1, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.org.ve >. Acesso em: 15 jan. 2005.
- OSTRENSKY, A.; BOEGER, W. Piscicultura, fundamentos e técnicas de manejo. Guaíba: Agropecuária, 1998. 211 p.
- PERDOMO, C. C. Impacto da suinocultura sobre o meio ambiente. In: Conferência Internacional Sobre Ciência e Tecnologia de Produção e Industrialização de Suínos, 2, 1996. Campinas. *Anais...* Campinas: CTC-ITAL, 1996. p. 87-97.
- PILARSKI, F. *et al.* Consórcio suíno-peixe: aspectos ambientais e qualidade do pescado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 2, mar./abr. 2004.
- ROSA, V. P.; COSTA, P. M. A.; COELHO, M. S. I. Palatabilidade e incidência de patógenos em tilápia do Nilo alimentadas com dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 19, n. 6, p. 542-545, 1990.
- ROSS, L. G. Environmental physiology and energetics. In: BEVERIDGE, M. C. M.; Mc ANDREW, B. J. Tilapias: Biology and exploitation. London: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 89-128.
- SILVA, P. C.; LIMA, A. M. L. Aspectos sanitários da criação de tambaqui (*Colossoma macropomum*) em consorciação com suínos. *Revista Regional de Aqüicultura*, v. 4, 1990, 32 p.
- SURESH, A.V.; LIN, C. K. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, v. 106, p. 201-226, 1992.
- WATANABE, W. O. Saltwater culture of tilapia in the Caribbean. *World Aquaculture*, v. 22, p. 49-54, 1991.
- WOHLFARTH, G.; HULATA, G. Use of manures in aquaculture. In: Detritus and Microbial Ecology in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings 14. ICLARM, Manila, p. 353-367, 1987.
- YANG, Y.; LIN, C. K.; DIANA, J. S. Influence of Nile tilapia (*O. niloticus*) stocking density in cages on thei growth and yield in cages and in ponds containing the cages. *Aquaculture*, v. 146, p. 205-215, 1996.
- ZHOU, H. Y.; CHEUNG, R. Y. H.; WONG, M. H. Bioaccumulation of organochlorines in freshwater fish with different feeding modes cultured in treated wastewater. *Water Resource*, v. 33, n. 12, p. 2747-2756, 1999.

Recebido para publicação em 13/06/2005

Received for publication on 13 June 2005

Recibido para publicación en 13/06/2005

Aceito para publicação em 15/08/2005

Accepted for publication on 15 August 2005

Acepto para publicación en 15/08/2005