

SOBREVIVÊNCIA DE TILÁPIA-DO-NILO *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE BIOFERTILIZANTE

Éder André GUBIANI (eagubiani@nupelia.uem.br)

Curso de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Departamento de Biologia, Universidade Estadual de Maringá

Nyamien Yahault SEBASTIEN (nysebastien@unioeste.br)

Departamento de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná

RESUMO

Resíduos de suinocultura causam problemas de poluição das águas em vários países do mundo, em virtude de suas altas cargas orgânicas. Dessa forma, tem crescido o uso de biosistemas integrados nos quais os dejetos suínos e de outros animais passam por um processo de decomposição em um biodigestor que, além de remover boa parcela de poluentes, transforma os dejetos em biofertilizantes e biogás. A tilapicultura vem se mostrando uma ótima alternativa para a piscicultura de água doce. Assim, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes concentrações de biofertilizante, em substituição a adubação tradicional, bem como, a influência de algumas variáveis abióticas. O pH, oxigênio dissolvido e a condutividade elétrica apresentaram diferenças significativas entre os períodos e concentrações analisadas, entretanto a interação entre os níveis dos fatores foi significativa ($p < 0,05$), não sendo possível, portanto distinguir se a maior fonte de variabilidade é temporal ou dos tratamentos. A temperatura da água apresentou diferenças significativas entre os períodos analisados ($p < 0,05$), sendo maior à tarde. O tempo de sobrevivência apresentou uma relação quadrática negativa com a concentração de biofertilizante (Tempo de sobrevivência = $a + b \cdot \text{concentração de biofertilizante} + c \cdot (\text{concentração de biofertilizante})^2$). A concentração de 25% apresentou o maior tempo de sobrevivência (≈ 35 dias). A concentração ideal para que a sobrevivência seja maximizada foi de 13,44%. É evidente que a utilização de excrementos como fertilizante reduz os custos de produção e aumenta a produtividade em condições de manejo assistido. Considerando os altos custos para implantação de biodigestores a atividade de piscicultura torna-se mais uma fonte de renda nesse sistema, entretanto apenas uma pequena parcela de biofertilizante pode ser empregada para tal finalidade.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos, biofertilizante, sobrevivência, tilápias.

SURVIVAL OF NILE TILAPIA *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) IN DIFFERENT
BIOFERTILIZING CONCENTRATIONS.

ABSTRACT

Wastes of pig raising cause problems of water pollution in many countries around the world, because of their high organic loads. Thus, the use of integrated biosystems has increased, in which the rejects from the pigs and other livestock are decomposed by a bio-digester, that besides removing a large amount of pollutants, can also transform rejects in biofertilizers and biogas. Tilapia farming has been shown a good alternative to the freshwater fish cultures. Therefore, this work aimed to evaluate the survival of tilapia (*Oreochromis niloticus*) raised in different concentrations of bio-fertilizers, as a substitute for the traditional fertilizing techniques, and the influence of some abiotic factors. Dissolved oxygen, pH and electric conductivity showed significant differences among the experimental periods and biofertilizing concentrations. However, the significant interaction among factor levels ($p < 0.05$) indicates that it is not possible to determine whether the main source of variability is from the period or from the treatments. Water temperature showed significant differences among the periods ($p < 0.05$), being higher in the afternoon. The survival time showed a negative quadratic relationship with the biofertilizing concentration (Survival time = $a + b \cdot \text{biofertilizing concentration} + c \cdot (\text{biofertilizing concentration})^2$). A concentration of 25% produced the longest survival time (≈ 35 days). The ideal concentration to maximize survival was 13.44%. Evidently, the use of rejects as fertilizers reduces the cost of the fish production, and may increase its productivity in conditions of attended handling. Considering the high costs for biodigesters implantation, the activity becomes plus a source of income in this system, however only one small parcel of biofertilizers can be used for such purpose.

KEYWORDS: rejects, biofertilizing, survival, tilapias.

INTRODUÇÃO

A piscicultura pode ser uma saída relativamente simples para a ampliação dos limites de exploração dos recursos naturais e obtenção de proteína animal a baixo custo (econômico e social), principalmente para países tropicais, como o Brasil, onde a produção piscícola pode ser multiplicada pela sua riqueza de mananciais, pelo grande número de diferentes espécies e pela união da agropecuária e aqüicultura no reaproveitamento de resíduos (ALZUGUIR, 1984). Nos dias atuais a crescente produção de resíduos, tanto nos grandes centros populacionais como nas propriedades rurais, tem se tornado um grande problema para pesquisadores e administradores políticos.

No meio rural, os resíduos de suinocultura causam problemas de poluição e contaminação das águas em vários países do mundo, em virtude de suas altas cargas orgânicas, de sólidos e de nutrientes (N e P). No Brasil, com rebanho de suínos estimado em 36,5 milhões (ABCS, 1999), a produção concentra-se nas regiões Sul (34,1% dos animais) e Sudeste (18,8% dos animais). Um dos maiores problemas no confinamento de suínos, é a grande quantidade de dejetos produzidos diariamente, a qual é considerada pelos órgãos ambientais como atividade de grande potencial poluidor. Diagnósticos recentes têm demonstrado um alto nível de contaminação dos rios e lençóis de água superficiais que abastecem tanto o meio rural como o urbano (DIESEL et al. 2002).

De forma a reduzir o potencial poluidor da suinocultura algumas medidas estão sendo sugeridas, como é o caso da integração com outros animais. A criação de peixes no sistema de integração vem sendo bastante utilizada nos últimos dez anos, possivelmente devido aos baixos custos de produção. Vários autores têm demonstrado que a consorciação de viveiros associados com porcos e patos apresentam muitas vantagens, principalmente na Europa, Ásia e África (BLUME, 1960; LINGEN, VAN DER, 1960; CHISLOV e CHESNOKOV, 1974; WOYNAROVICH, 1976; BEHRENDT, 1978). Outra medida em crescente expansão é a utilização de biodigestores inicialmente mais onerosa, porém em longo prazo torna-se uma solução viável. Os biodigestores são uma alternativa para o tratamento de dejetos, pois além de permitir a redução do potencial poluidor e dos riscos sanitários dos dejetos ao mínimo, promove a geração de biogás, utilizado como fonte de energia alternativa e permite a reciclagem do efluente, podendo ser utilizado como biofertilizante (AMARAL et al. 2004).

Dessa forma, tem crescido o uso de biosistemas integrados nos quais os dejetos suínos e de outros animais passam por um processo de decomposição em um biodigestor que, além de remover boa parcela de poluentes, transforma os dejetos em biofertilizantes e biogás. As águas servidas passam por tanques de criação de algas que servem para alimentação de peixes e crustáceos, transformando os dejetos, que eram considerados uma ameaça ambiental, em uma oportunidade de agregar valor a nível econômico.

A tilapicultura vem se mostrando uma ótima alternativa para a piscicultura de água doce e estuarina. A expansão do cultivo da tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) deve-se ao ótimo desempenho, alta rusticidade, facilidade de obtenção de alevinos, adaptabilidade aos mais diversos sistemas de criação, grande aceitação no mercado de lazer (pesque-pague) e alimentício (frigoríficos), pelas qualidades nutritivas e organolépticas do seu filé (MEURER et al. 2003).

Assim, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes concentrações de biofertilizante, como substituinte da adubação orgânica “in natura”. Desse modo, otimizando o uso de biofertilizante na adubação de tanques de piscicultura

evitando problemas de mortalidade de peixes com o uso excessivo de tal recurso. Assim, tentamos responder as seguintes questões: i) Qual a melhor concentração para que a sobrevivência seja maximizada? ii) Quais variáveis abióticas influenciam no tempo de sobrevivência nas diferentes concentrações?

MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi realizado no Laboratório de Aqüicultura, do Departamento de Engenharia de Pesca na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, durante o período de 10 de janeiro a 18 de fevereiro de 2001. Foram utilizados 15 alevinos de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), com aproximadamente 35 dias de idade, distribuídas num delineamento completamente casualizado, com cinco tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100% de diluição do biofertilizante) e três repetições, em 15 aquários, onde foi considerado como unidade experimental, um aquário com 1 alevino. Os aquários de vidro, apresentavam capacidade total de 57,6 l, entretanto o volume de água utilizado neste experimento foi de 35 l. Possuíam aeração constante por pedra microporosa ligadas por meio de uma tubulação de PVC, a um soprador elétrico monofásico com potência de 1/4 cv. Os alevinos foram alimentados “*ad libitum*” com ração comercial contendo 32% de proteína bruta.

Os aquários foram sifonados, para a retirada das fezes e restos de ração, uma vez ao dia (12h00) com a remoção de cerca de 30% da água total diária, sendo as diluições novamente repostas para concentração acima especificada. A temperatura da água (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg/l) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) foram quantificados diariamente, em cada aquário, pela manhã e a tarde sempre antes da sifonagem.

A fim de verificar qual a melhor concentração de biofertilizante, que resulte em um maior tempo de sobrevivência, os dados foram plotados em gráfico de dispersão, posteriormente foi ajustado aos dados um polinômio de grau dois. Para encontrar o ponto de máximo da função ajustada, o qual corresponde a melhor concentração de biofertilizante, procedemos de forma que derivada fosse igual à zero, resolvendo o sistema para encontrarmos a solução.

Para verificar se existem diferenças significativas entre as médias das variáveis abióticas entre os períodos (manhã e tarde; fator 1) e concentrações (0, 25, 50, 75 e 100%; fator 2) foi aplicado uma análise de variância (ANOVA bifatorial) (os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram testados pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente). Quando a ANOVA identificou diferenças significativas, foi aplicado o teste de Tukey *a posteriori*, para verificar quais os níveis dos fatores que diferiram isso quando a interação não foi significativa. Os testes estatísticos (ANOVA bifatorial) e a estimação dos parâmetros do modelo (procedimento não-linear, método de estimação dos

mínimos quadrados) foram feitos usando o software Statistica™ 7.1 (STATSOFT INC. 2005). O nível de significância estatística adotada foi de $p < 0,05$. A qualidade do ajuste foi verificada com base em seu percentual de explicação da variação total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físicas e químicas da água pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica apresentaram diferenças, entre as diferentes concentrações e entre os períodos analisados (Tabela 1), porém não é possível distinguir se a maior fonte de variabilidade é temporal ou dos tratamentos, pois a interação entre os níveis dos fatores analisados foi significativa, demonstrando tendências diferentes para os períodos amostrados (Figura 1).

Tabela 1. Resultados das Anovas bifatoriais avaliando-se a fonte de variação dos tratamentos (concentrações; 0, 25, 50,75 e 100%), temporal (períodos; manhã e tarde) e a interação entre essas fontes para as variáveis físicas e químicas da água analisadas.

VARIÁVEL	EFEITOS	S.Q.	G.L.	Q.M.	F	P
Temperatura	Períodos	1043,61	1	1043,61	11521,81	0,00
	Concentrações	0,00	4	0,00	0,00	1,00
	Períodos*Concentrações	0,00	4	0,00	0,01	1,00
	Erro	94,20	1040	0,09		
pH	Períodos	40,02	1	40,02	1204,93	0,00
	Concentrações	1736,39	4	434,10	13069,98	0,00
	Períodos*Concentrações	9,86	4	2,46	74,21	0,00
	Erro	34,54	1040	0,03		
Oxigênio Dissolvido	Períodos	29,93	1	29,93	587,0	0,00
	Concentrações	2288,58	4	572,15	11219,8	0,00
	Períodos*Concentrações	10,10	4	2,52	49,5	0,00
	Erro	53,03	1040	0,05		
Condutividade elétrica	Períodos	69126	1	69126	1061,5	0,00
	Concentrações	7152574	4	1788143	27459,8	0,00
	Períodos*Concentrações	7855	4	1964	30,2	0,00
	Erro	67723	1040	65		

Legenda: S.Q. = soma dos quadrados; G.L. = graus de liberdade; Q.M. = quadrado médio; F = valor da estatística F para o nível de significância adotado, segundo o número de graus de liberdade do numerador e denominador; P = nível de significância. Valores em negrito indicam diferenças significativas em nível de 5%.

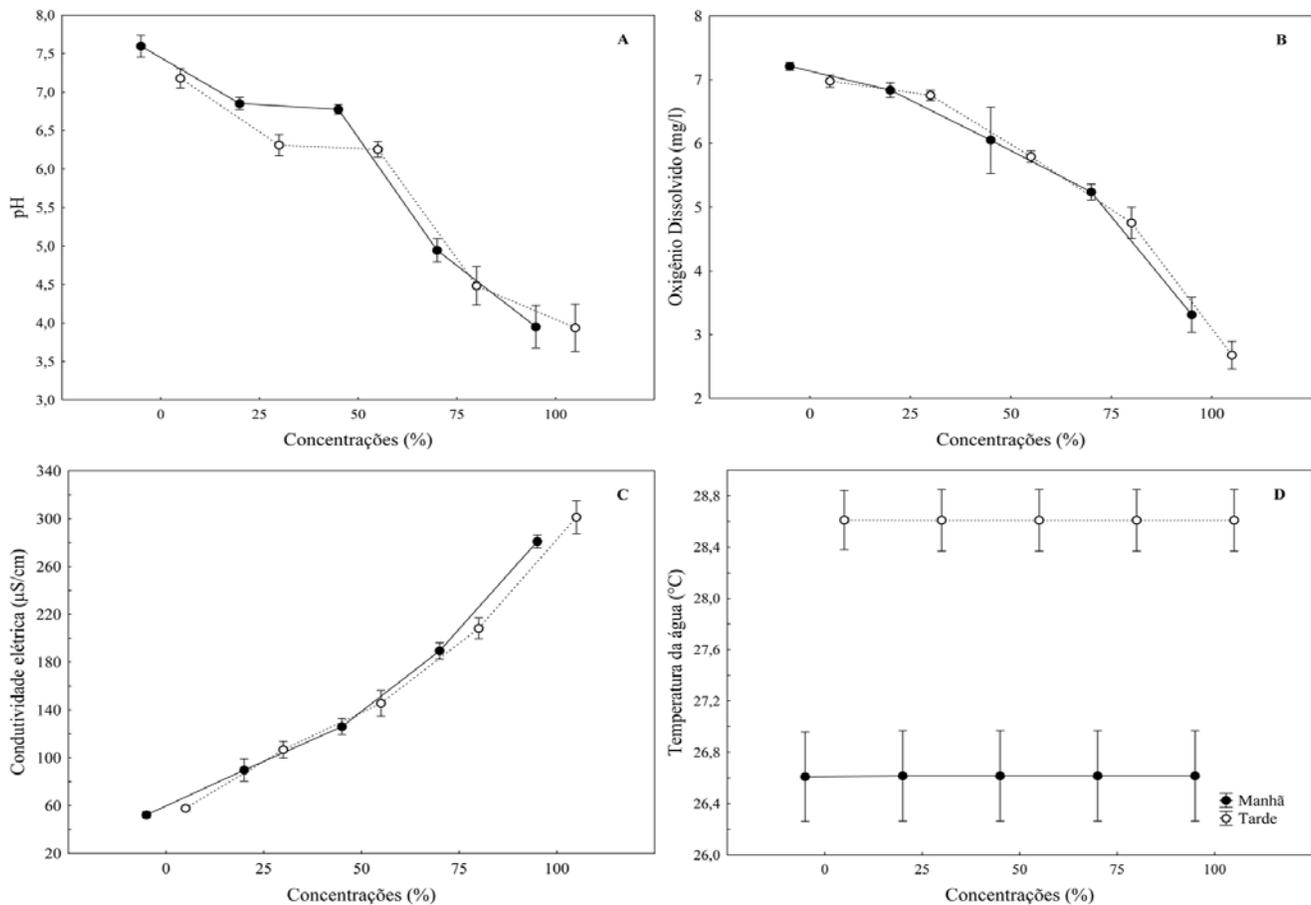


Figura 1 – Variáveis físicas e químicas da água. (A) pH; (B) Oxigênio Dissolvido; (C) Condutividade elétrica; e (D) Temperatura.

Entretanto, nota-se que há uma tendência de diminuição nos valores de pH e oxigênio dissolvido, como aumenta a concentração de biofertilizante (Figura 1a e b). É interessante ressaltar que mesmo com a utilização de aeração constante nos diferentes tratamentos, há uma diminuição na concentração de oxigênio dissolvido, tornando-se desse modo, um fator limitante à sobrevivência dos peixes, pois segundo Boyd (1990) e Popma e Phelps (1998) os padrões ideais indicados para aquicultura situam-se entre 3 a 8 mg/l. A condutividade elétrica, ao contrário, aumentou como aumentaram as concentrações de biofertilizante, tornando-se também um fator limitante (BOYD, 1990; POPMA e PHELPS, 1998).

A temperatura da água foi a única variável em que a interação não foi significativa, demonstrando assim, diferenças entre os períodos (manhã e tarde), com a temperatura no período da tarde sendo superior ao da manhã, o que é esperado, contudo não ocorreram diferenças entre as concentrações de biofertilizante. Apesar dessa diferença significativa entre os períodos a temperatura ficou entre o recomendado por Popma e Phelps (1998) para o bom desempenho da espécie.

Além do equilíbrio entre produção e consumo no cultivo de peixes, a harmonia em viveiros de cultivo adubados com excremento, também se aplica à estabilidade das variáveis físicas e químicas da água. Concentrações de oxigênio e pH são maiores e os ciclos de oxigênio diurno são mais estáveis, em lagoas adubadas com excremento que contêm peixes que em lagoas sem peixes (SCHROEDER, 1975a). Pela “pastagem” dos planctívoros, os peixes ajudam a eliminar os ciclos extremos de “bloom” de algas e a perda pelo sombreamento, comum em viveiros eutróficos. Devido à demanda por oxigênio pelo excremento adicionado ser previsível (SCHROEDER, 1974), o efeito do excremento adicionado no regime de oxigênio do viveiro pode também ser previsível. O principal consumo de oxigênio no viveiro é normalmente associado ao plâncton e a respiração dos peixes (SCHROEDER, 1975b; BOYD et al. 1978). Excremento, até mesmo a taxas de aplicação de 100 kg de matéria orgânica seca por hectare por dia, é um fator secundário no consumo de oxigênio. A interação entre peixe e excremento requer uma boa prática de manejo. Grandes quantidades de excremento, biofertilizante ou esgoto podem ser adicionados e um alto rendimento de peixes pode ser atingido com um viveiro ecologicamente equilibrado (WOHLFARTH e SCHROEDER, 1979).

No entanto, altas cargas de biofertilizante necessitam grande demanda de oxigênio para que seus nutrientes possam ser disponibilizados aos organismos aquáticos, como pode ser observado em nosso estudo, nas maiores concentrações de biofertilizante, o oxigênio, mesmo com aeração suplementar, foi um fator limitante a sobrevivência dos peixes.

Além das variáveis analisadas, é importante destacar que o enriquecimento com nutrientes, principalmente de nitrogênio e de fósforo, em tanques de piscicultura é bastante comum, devido principalmente à entrada de compostos que contêm tais elementos. Entretanto, o uso inadequado desses nutrientes associado a uma série de outros fatores bióticos e abióticos pode ocasionar prejuízos tanto ambientais quanto financeiros (MAINARDES-PINTO; MERCANTE, 2003). De acordo com Wohlfarth e Schroeder (1979) o excremento animal contém nitrogênio e fósforo, os quais estimulam a produção heterotrófica, aumentando assim, a produtividade piscícola em viveiros. Apesar de não termos avaliado as concentrações de nitrogênio e fósforo em nosso experimento, pelos dados disponíveis na literatura, podemos concluir que tais fatores, possivelmente foram limitantes a sobrevivência dos peixes. Pois, segundo Boyd (1992) os fertilizantes utilizados em tanques de cultivo geralmente contêm nitrogênio na forma de amônio e de nitrato. A acumulação dessas formas inorgânicas é um dos principais obstáculos para o desenvolvimento intensivo de peixes (KOCHBA et al. 1994). Sipaúba-Tavares (1994) ressalta que a amônia é altamente tóxica para organismos aquáticos e pode causar severas mortalidades em viveiros. As principais fontes desse elemento nesses locais são os fertilizantes, os excrementos e a decomposição microbiana dos compostos nitrogenados.

Programas de fertilização devem levar em consideração os requerimentos algais, bem como, a qualidade da água e do sedimento do viveiro. Entradas excessivas de nitrogênio podem causar altas concentrações de amônia não ionizadas, as quais podem reduzir o crescimento dos peixes ou causar mortalidade (RUFFIER et al. 1981; MEADE, 1985).

A figura 2A apresenta a dispersão do tempo de sobrevivência nas diferentes concentrações. Foi possível observar uma clara diminuição exponencial no tempo de sobrevivência conforme aumentou a concentração de biofertilizante. Desse modo, foi ajustado um modelo polinomial de grau dois, por meio da seguinte equação:

Tempo de sobrevivência = $a + b \cdot \text{concentração de biofertilizante} + c \cdot (\text{concentração de biofertilizante})^2$
Quando: b e c são os parâmetros e, a é definido pela condição inicial do modelo (Figura 2B).

O modelo apresentou um ótimo ajuste ($R^2 = 0,99$), com uma proporção da variância explicada de 98,57%. Assim, para que o tempo de sobrevivência seja maximizado é necessário calcularmos qual a melhor concentração de biofertilizante, dessa forma, procedemos ao cálculo do ponto máximo da função, o qual consiste em igualarmos a derivada da função à zero ($f'(x) = 0$).

A partir do modelo obtido na figura 2B, o qual corresponde a: Tempo de sobrevivência = $33,97 + 12,53 \cdot \text{concentração de biofertilizante} - 46,61 \cdot (\text{concentração de biofertilizante})^2$ derivamos a função e chegamos a: Tempo de sobrevivência = $12,53 - 93,22 \cdot \text{concentração de biofertilizante}$ então, igualando a zero, temos: $12,53/93,22 = \text{concentração de biofertilizante}$, a qual será igual a: 13,44%. Desse modo, a concentração ideal para que o tempo de sobrevivência seja maximizado nessas condições do experimento foi de 13,44% de concentração de biofertilizante, resultando em um tempo de sobrevivência de 34,81 dias (Figura 2B).

Fazendas piscícolas provavelmente seja o único ramo da agricultura animal no qual o uso de excremento é uma ferramenta de manejo tradicional. O uso de excremento, como fertilizante de viveiros piscícolas, é uma prática antiga e muito difundida na Ásia, principalmente na China, onde o cultivo de peixes tem sido praticado por milhares de anos e o uso de excremento intensivo é uma prática padrão. Desse modo, o desenvolvimento orgânico heterogêneo, causado pela utilização de excremento, requer peixes de hábitos alimentares diferentes para sua efetiva utilização, destacando o uso de policultivos (diferentes espécies de peixes estocadas ao mesmo tempo em cada viveiro) (TANG, 1970; TAPIADOR et al. 1977; WOHLFARTH; SCHROEDER, 1979).

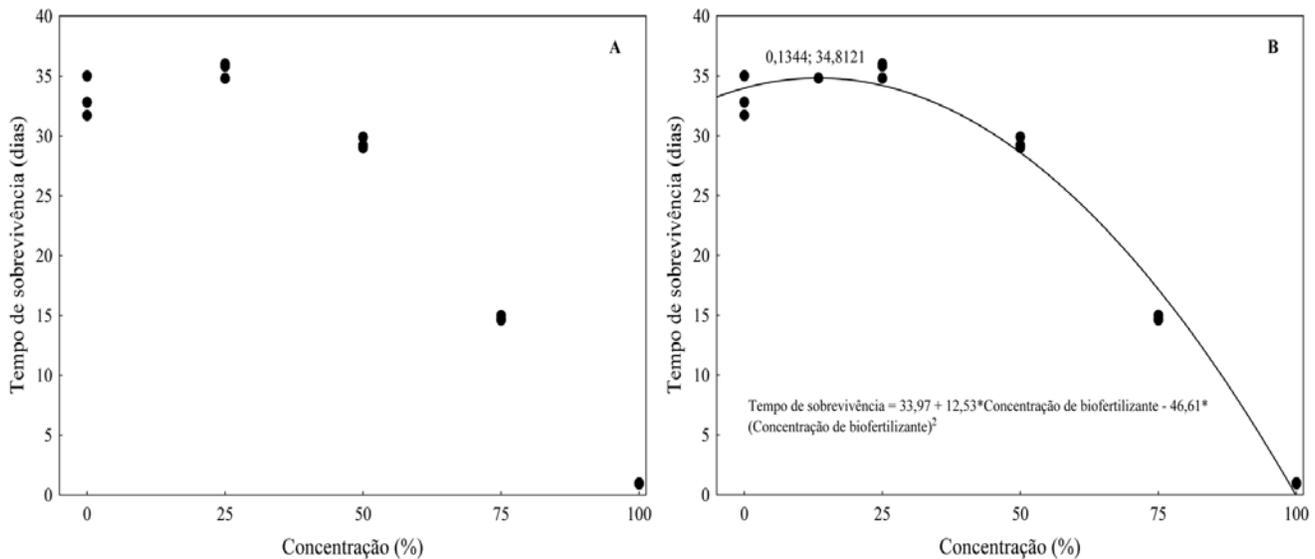


Figura 2 – (A) Dispersão do tempo de sobrevivência nas diferentes concentrações; (B) Ajuste de um modelo de regressão não-linear (função polinomial de grau dois) para o tempo de sobrevivência nas diferentes concentrações de biofertilizante. (13,44%, ponto de máximo da função, indicando a concentração cujo tempo de sobrevivência é maior).

De acordo com Tomazelli Jr. e Casaca (2001) em viveiros devidamente adubados e apropriadamente estocados com peixes de hábitos alimentares diferentes (policultivo), as partículas orgânicas provêm a base de nutrientes para a produção de pescado, estimulando a produção de plâncton e bactérias. Os peixes em policultivo, por sua vez, consomem estes organismos mantendo o equilíbrio entre a produção e o consumo possibilitando níveis adequados de oxigênio dissolvido, pH e outras variáveis limnológicas. No entanto, a produção integrada não é uma forma de utilizar totalmente os dejetos produzidos por suínos, pois os dejetos suínos possuem uma grande carga de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio) prejudicando o desenvolvimento dos peixes. Então, é perfeitamente conciliável a esta prática a utilização do excedente de dejetos como biofertilizantes. Desse modo, como citado anteriormente, mesmo a altas taxas de aplicação, se o viveiro for bem manejado e em sistema de policultivo, a concentração de biofertilizante adicionada pode ser maior do que 13%.

No Brasil nos últimos anos, a piscicultura vem crescendo de uma forma vertiginosa e, devido ao alto custo dos insumos necessários à produção, os piscicultores estão optando pelo uso do sistema de produção integrada de peixes com outros animais que tem o meio aquático como habitat natural ou eventual, colaborando com seus excrementos no aumento da produção primária dos viveiros (CECCARELLI; FIGUEIRA, 2001). Os fertilizantes orgânicos são freqüentemente adicionados em viveiros para aumentar a produção por meio do aumento da produtividade primária em função dos

nutrientes inorgânicos liberados ou através da liberação de carbono orgânico por meio heterotrófico. Dependendo das espécies, os peixes ingerem alimento diretamente dos fertilizantes ou de algas planctônicas, detrito/fungos ou animais, como zooplâncton e caracóis que se alimentam de algas e detritus (COLMAN; EDWARDS, 1987).

O excremento pode entrar no regime alimentar, como alimento diretamente consumido pelos peixes, como uma fonte de minerais usado na produção fotossintética do fitoplâncton e como um substrato suplementar de matéria orgânica e mineral aos microorganismos heterotróficos. O conhecimento dos vários caminhos da cadeia alimentar natural pode facilitar para que a estocagem e a produção de diferentes espécies de peixes em policultivo sejam feitas de uma maneira mais racional, as quais resultem no aumento da produção piscícola, diminuindo os riscos da mortandade de peixes, devido à anoxia e a utilização mais eficiente do material contido no excremento (WOHLFARTH; SCHROEDER, 1979).

Estudos com a utilização de excrementos e fertilizantes minerais têm demonstrado resultados contraditórios. Fertilizantes minerais foram mais efetivos do que excremento bovino em um estudo de cultivo de tilápias realizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas, Fortaleza, Brasil por Lovshin et al. 1974. No entanto, em Ginosar, Israel na Estação de Cultivo de peixes intensivos Rappoport et al. (1977) encontraram resultados opostos. Excremento de frango foi mais efetivo do que excremento de gado em Ginosar, enquanto que em Dor, Israel na Estação de Pesquisas em Aqüicultura e Peixes Moav et al. (1977) encontraram resultados igualmente efetivos para ambos os excrementos. Essas contradições podem ser devido aos métodos de manejo empregados e aos níveis de produção alcançados.

Formas de manejo adequadas são importantes para o sucesso do empreendimento aqüícola e para a efetividade na utilização de excrementos, pois segundo Schroeder (1973; 1974) os microorganismos presentes em águas lânticas de viveiros de cultivo são os maiores responsáveis pela eficiência da utilização de adubos orgânicos, como excremento. Esse mesmo autor demonstrou que a utilização de excremento líquido de vacas é relativamente segura quando a patologia dos peixes e a demanda de oxigênio não alcançam níveis críticos. A efetividade do excremento líquido de vaca no cultivo de peixes pode ser baseada na cadeia alimentar que inicia com a atividade de bactérias e protozoários na decomposição da matéria orgânica do excremento. Devido a essa cadeia não ser diretamente dependente da fotossíntese (como é o caso dos fertilizantes químicos), o limite inerente da penetração de luz e a produção de alimento natural podem ser limitados somente pelo suprimento de nutrientes, como por exemplo, pela quantidade de excremento e oxigênio dissolvido presente na água do viveiro.

REFERÊNCIAS

- ALZUGUIR, R.F. Situação atual e perspectiva da aqüicultura no Brasil. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE Aqüicultura*, 3. Anais... São Carlos, ABRAq, 1984
- AMARAL, C. M. C. A. et al. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. *Ciência Rural*, v. 34, n. 6. p 1897-1902, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. *Rebanho suíno*. Associação Brasileira de Criadores de Suínos, Concórdia, (Informe, 9), 1999.
- BEHRENDT, A. Profits at all levels of the carp pond. *Fish Farmer*, v.1, n. 4, p. 49, 1978.
- BLUME, L. Q. Entenmast in Verbindung mit Karpfenzucht. *Dtsch. Fisch. Ztg.*, n. 7, p. 196-204, 1960.
- BOYD, C. *Water quality management for ponds fish culture in developments in aquaculture and fisheries science*. 9^o. ed. New York: Elsevier, 1992.
- BOYD, C., ROMAIRE, P.; JOHNSTON, E. Predicting early morning dissolved oxygen concentrations in channel catfish ponds. *Trans. Am. Fish Soc.*, v.107, n.3, p; 484-492. 1978.
- CECCARELLI, P. S.; FIGUEIRA, L. B. Possíveis problemas de saúde devido ao uso de excretas na aqüicultura. *Panorama da Aqüicultura*, v. 11, n. 63, p. 39-40. 2001.
- CHISLOV, N.; CHESNOKOV, K. Joint cultivation of fish and aquatic birds. *Khozyaistvo*, 6: 11-15. English translation by Language Services Division, F43, Washington: Office of International Fisheries Service, NOAA. DC, 1974.
- COLMAN, J.; EDWARDS, P. Feeding pathways and environmental constraints in waste fed aquaculture: balance and optimization, pp. 240-281. *In: D. J. W. Moriarty & R. S. V. Pullin (Eds.). Detritus and Microbial Ecology in Aquaculture*. Manila: ICLARM Conf. Proc. 14, International Center for Living Aquatic Resources Management, 1987.
- DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. *In: R. DIESEL (Coord.), Boletim Informativo - BIPERS*, n. 14, 2002.
- FERNANDES, M.C.A.; LEAL, M.A.A.; RIBEIRO, R.L.D.; ARAÚJO, M.L.; ALMEIDA, D.L. Cultivo protegido do tomateiro sob manejo orgânico. *A lavoura*, n. 634, p. 44-45, 2000.
- KOCHBA, M.; DIAB, S.; AVNIMELECH, Y. Modeling of nitrogen transformation in intensively aerated fish ponds. *Aquaculture*, v. 120, n. 1-2, p. 95-104, 1994.

- LINGEN, VAN DER, M. I. The use of animal manures and the integration of animal keeping and fish culture in *Tilapia* culture. *Publ. Cons. Sci. Afr. S. Sahara*, n. 63, p. 212-216, 1960.
- LOVSHIN, L. L.; SILVA, A. B.; FERNANDES, J. A. The intensive culture of the all-male hybrid of *Tilapia hornorum* (male) x *T. nilotica* (female) in northeast Brazil. Paper presented to FAO/CARPAS Symposium held in Montevideo, Latin America, 1974.
- MAINARDES-PINTO, C. S. R.; MERCANTE, C. T. J. Avaliação de variáveis limnológicas e suas relações com uma floração de Euglenaceae pigmentada em viveiro povoado com tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus), São Paulo, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 25, n. 2, p. 323-328, 2003.
- MEADE, J. W. Allowable ammonia for fish culture. *Prog. Fish.-Cult.*, v. 47, n. 3, p. 135-145, 1985.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; BOSCOLO, W. R. Influência do processamento da ração no desempenho e sobrevivência da tilápia-do-nilo durante a reversão sexual. *R. Bras. Zootec.*, v. 32, n.2 p. 262-267, 2003.
- MOAV, R.; WOHLFARTH, G.; SCHROEDER, G. L.; HULATA, G.; BARASH, H. Intensive polyculture of fish in fresh water ponds. I. Substitution of expensive feeds by liquid cow manure. *Aquaculture*, n.10, p. 25 -43, 1977.
- PAULA JÚNIOR, D.R. Processos anaeróbios de tratamento: fundamento e aplicações, pp. 127-140. In: SEMINÁRIO DE HIDRÓLISE ENZIMÁTICA DE BIOMASSA, 4, *Anais...* Maringá, EDUEM, 1995..
- RAPPOPORT, U.; SARIG, S.; BEJERANO, Y. Observations on the use of organic fertilizers in intensive fish farming at the Ginosar station in 1976. *Bamidgeh*, n.29, p. 57-70, 1977.
- RUFFIER, P. J.; BOYLE, W. C.; KLEINSCHMIDT, J. Short-term acute bioassays to evaluate ammonia toxicity and effluent standards. *J. Water Pollut. Control Fed.*, n. 53, p. 367-377, 1981.
- SANTOS, A.C.; AKIBA, F. *Biofertilizante líquido: uso correto na agricultura alternativa*. UFRRJ, Imprensa Universitária, Rio de Janeiro, 1966, 35p.
- SCHROEDER, G.L. Factors affecting feed conversion ratio in fish ponds. *Bamidgeh*, n. 25, p. 104-113, 1973.
- SCHROEDER, G.L., Use of fluid cowshed manure in fish ponds. *Bamidgeh*, n. 26, p. 84-96, 1974.
- SCHROEDER, G. Some effects of stocking fish in waste treatment ponds. *Water Res.*, n. 9, p. 591-593. 1975a.

SCHROEDER, G. Night-time material balance for oxygen in fish ponds receiving organic wastes. *Bamidgeh*, n. 27, p. 65-74, 1975b.

SCHROEDER, G.L. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensely manured fish ponds, and related yields. *Aquaculture*, n. 14, p. 303-325, 1978.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. E. *Limnologia aplicada à aqüicultura*. Jaboticabal: Funep, 1994.

TANG, Y. Evaluation of balance between fishes and available fish foods in multispecies fish culture ponds in Taiwan. *Trans. Am. Fish Soc.*, n. 99, p. 708-718, 1970.

TAPIADOR, O. D.; HENDERSON, H. E.; DELMENDO, M. N.; TSUTSUIV, H. *Freshwater fisheries and aquaculture in China*. FAO Fish. Tech. Pap. 168, 1977, 84 p.

TOMAZELLI JR., O.; CASACA, J. M. Policultivo de peixes em Santa Catarina. *Panorama da Aqüicultura*, v.11, n. 63, p. 26-31, 2001.

WOHLFARTH, G. W.; SCHROEDER, G. L. Use of Manure in Fish Farming - A Review. *Agric. Wastes* v. 1, n. 4p. 279-299, 1979.

WOYNAROVICH, E. The feasibility of combining animal husbandry with fish farming, with special reference to duck and pig production. *FAO Tech. Conf. Aquaculture*, Kyoto, Japan, 1976. ❀