

INFLUENCIA DA ESTAÇÃO DO ANO E DO FERTILIZANTE APLICADO NA
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE TANQUES. II. PRODUÇÃO SECUNDÁRIA E DE
PEIXES (1)

(Influence of season and fertilizer applied on the organic production in ponds.
II. Secondary and Fish Production)

Newton CASTAGNOLLI*
Antonio Fernando CAMARGO*
Gizelda da Trindade e OLIVEIRA*
Sergio OSTINI*

RESUMO

O experimento foi conduzido em 12 tanques de iguais dimensões (5,0 x 9,0 x 1,2 m) em dois períodos de 60 dias no verão e no inverno no Setor de Piscicultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. Testou-se o efeito da estação do ano e de diferentes fertilizações minerais (N, P, NP e tratamento controle, ou seja, sem fertilização) associados ao esterco de coelho aplicado na proporção de 0,5 t/ha/mês na produção orgânica dos tanques. Em cada tanque foram colocados 95 alevinos de carpa (*Cyprinus carpio* L.), Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) e híbridos obtidos do cruzamento de *S. hornorum* (♂) e *S. niloticus* (♀). Semanalmente foi determinado o volume de seston sedimentado/10l após 96 horas de repouso, estimado o número de rotíferos/l e de microcrustáceos/l e o desempenho de produção dos peixes alimentados apenas com os organismos naturalmente produzidos nos tanques. Verificou-se significativo acréscimo na produção orgânica em todos os tratamentos no período do verão e também maior produção de peixes nos tanques adubados com sulfato de amônia (N) em ambos os períodos experimentais.

ABSTRACT

The experiment was set up in 12 ponds of similar dimension (5,0 x 9,0 x 1,2 m) in two periods of 60 days during summer and winter seasons in order to observe the effects of season and different mineral fertilization (N, P, NP, and control) associated to the organic one (rabbit manure) applied at 500/kg/ha/month dosis on the organic production of the ponds. Organic production was determined as seston volume sedimented, quantitative zooplankton rotifers and microcrustacea in terms of number of organisms/l and also the fish (common carp, *Cyprinus carpio* and tilapia, *Sarotherodon niloticus*) productions, estimated through quarterly measurements and body weight determinations. It was observed a significant seasonal influence on pond's organic production and also that N fertilization enhanced faster fish growth and weight gain.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da produção final — os peixes — em um tanque fertilizado com adubos orgânicos e/ou minerais segundo HUET (1970), se fundamenta em que o ciclo biológico se origina nas substâncias minerais em solução na água. Estas subs-

tâncias por sua vez se originam da solubilização de matéria orgânica e de detritos do fundo dos tanques ou represas. De acordo com ODUM (1956) a intensidade de produção orgânica depende da reciclagem de energia e dos nutrientes dispo-

- (1) Dados parciais da Tese de Livre Docência do primeiro autor apresentada à FCAVJ/UNESP — Campus Jaboticabal.
(2) Diretor-Geral Substituto do Instituto de Pesca — Prof. Titular da FCAVJ/UNESP — Jaboticabal.
(3) Universidade Federal de São Carlos — Bolsista da FAPESP.
(4) Prof. Assistente — Universidade Federal da Paraíba — Escola de Agronomia de Areia.
(5) Zootecnista — Divisão de Pesca Marítima — Instituto de Pesca.

níveis à produção primária. A disponibilidade de nutrientes depende, por sua vez, do tipo de solo do fundo do reservatório (tanque) ou de fertilizações intencionais ou acidentais, enquanto que a energia disponível dependerá de uma série de fatores climatológicos e hidrológicos (Odum, op. cit.).

A importância da reciclagem de resíduos industriais e agrícolas que, aplicados como fertilizantes nos tanques de criação de peixes, proporcionam o aumento da produtividade foi evidenciada na Conferência Técnica sobre Aquicultura promovida pela FAO, em Quioto (ALLEN, 1976); (PILLAY, 1976).

A reciclagem dos nutrientes se processa através de transferências de energia entre os componentes vivos dos diversos níveis tróficos que se identificam como os produtores primários (fitoplâncton), os consumidores primários (zooplâncton), os consumidores finais (peixes) e os decompositores (bactérias) que atuam sobre a matéria orgânica morta, desdobrando-a e procedendo a mineralização e reintegrando os seus componentes ao ciclo biológico (HUET, 1970); (RUSSEL-HUNTER, 1973).

Os primeiros trabalhos delineados especialmente para a avaliação do efeito da fertilização em tanques, segundo BURWELL (1967), teriam-se iniciado nos Estados Unidos com Wiebe em 1929/30. Nesse mesmo país, na Estação Experimental de Auburn, Alabama, SMITH & SWINGLE (1939) teriam sido os primeiros pesquisadores a relacionar a produção de peixes ("blue-gill", *Lepomis* sp.), com a produção de plâncton em tanques fertilizados e não fertilizados.

A fertilização de tanques foi introduzida em Israel em 1947/48 (HEPHER, 1962). O autor ressaltou que pesquisas sobre fertilização de tanques devem informar quais os fertilizantes mais adequados, em que dosagem e com que frequência devem ser aplicados.

HEPHER (1962) mencionou também que até o momento o potássio não tem se mostrado necessário como fertilizante, devido aos elevados teores desse mineral na água de abastecimento dos tanques em Israel.

O mesmo autor observou ainda que o aumento da dose de fertilizantes é responsável pelo aumento da produção primária nas camadas superiores. No entanto, essa produção se reduz nas camadas inferiores devido a que o excesso de algas impede a penetração da luz e, como consequência, há uma inibição da fotossíntese.

De acordo com Rabanal (1960), Hickling (1962) e Gooch (1962), apud DENDY et alii (1967), e HEPHER (1962), verificaram que melhores respostas à fertilização de tanques têm sido obtidas com a adubação orgânica e superfosfato. No entanto, DENDY et alii (1967) também verificaram que a ausência do N não alterou a produtividade de tanques com *Tilapia mossambica*, fertilizados com os adubos N P K, nas formulações 0-8-2 ou 8-8-2. Os autores verificaram ainda que nos tanques fertilizados a produção foi 63 a 199% maior do que nos tanques não fertilizados.

No Brasil, poucos são os estudos conduzidos sobre adubação de tanques de criação de peixes.

DA SILVA et alii (1973) realizaram um ensaio de adubação de tanques contendo tilápias machos (*Sarotherodon niloticus*), híbridos originários do cruzamento de *S. hornorum* (macho) x *S. niloticus* (fêmea) e um terceiro com machos de *S. niloticus* e híbridos em igual proporção e numa densidade de estocagem de 10.000 peixes/ha. Os peixes receberam, como alimentação suplementar, apenas farelo de arroz na proporção de 3% do peso vivo. Após 6 meses de observação foram obtidas as seguintes produções: 2.239, 3.248 e 2.979 kg/ha, respectivamente para os tanques estocados com machos de *S. niloticus*, com híbridos e com a mistura de ambos na proporção de 1:1.

DA SILVA et alii (1974), em outra observação preliminar com tambaquis (*Colossoma macropomum*), estocados na densidade de 2.072 peixes/ha em viveiro fertilizado com esterco bovino e superfosfato obtiveram uma produção correspondente a 2.560 kg/ha/ano.

SOBUE et alii (1977), em um experimento conduzido em 1973 no Setor de Piscicultura da UNESP, "Campus de Jaboticabal", obtiveram as seguintes produções em tanques estocados com 5.000 alevinos de carpa/ha: controle (sem aduba-

ção), 1.105 kg/ha/ano; adubação orgânica (1.000 kg/mês de esterco de aves), 1.280 kg; para o tanque com fertilizante mineral (140 kg de sulfato de amônia e 50 kg de superfosfato simples), 1.296 kg e 1.975 kg/ha/ano no tanque fertilizado com adubos orgânicos e minerais.

SOBUE (1980) testou os fertilizantes orgânicos de esterco de suínos, de aves e de coelhos, em doses de 6 e 12 toneladas/ha/ano associados com fertilização mineral nitrogenada em aplicações quinzenais e verificou que a maior produção de peixes foi obtida com esterco de aves aplicado na dose de 6 ton/ha/ano.

Finalmente deve-se levar em consideração que a fertilização de tanques segun-

do WOLNY (1967), HEPHER (1978), deve conduzir à minimização do custo de produção de peixes através da substituição de alimentos artificiais por alimentos naturais.

Considerando-se ainda, que a finalidade precípua da piscicultura é a obtenção da máxima produtividade aliada ao menor custo, o objetivo deste trabalho foi o de determinar quais os fertilizantes mais adequados ao aumento da produção de peixes, em tanques adubados nos períodos de verão e de inverno, bem como o estudo comparativo da influência que os fatores climatológicos exercem na produção orgânica dos tanques.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 12 tanques experimentais abastecidos com fluxo constante de 2 a 3 l/minuto, conforme descrição no trabalho anterior.

Na primeira fase do experimento (verão) foram colocados em cada tanque, 40 alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*), 35 alevinos de tilápia (*Sarotherodon niloticus*) e 20 alevinos de híbridos obtidos do cruzamento de tilápias *Sarotherodon hornorum* (machos) e *S. niloticus* (fêmeas). No segundo período experimental, a proporção de alevinos utilizada foi de 20 exemplares de carpa, 40 alevinos de tilápia (do Nilo) e 35 híbridos em virtude de não se contar com o número suficiente de alevinos de carpa para a fase experimental de inverno.

No início e ao final dos dois períodos experimentais, procedeu-se à medição de todos os peixes em ictiômetro graduado em mm e a pesagem em balança "Filizola" com capacidade de até 1,0 kg e subdivisões de 1 g. Quinzenalmente essas determinações eram feitas com amostras contendo 20% do número de exemplares de cada espécie.

Parâmetros meteorológicos e hidrológicos físicos e químicos foram determinados diáriamente e semanalmente, conforme os dados apresentados no trabalho anterior.

A análise do zooplâncton (rotíferos e microcrustáceos) foi feita a partir de amostras de 10 l e coletadas à superfície da água dos tanques. As amostras eram

concentradas para 50-100 ml através de filtração em tecido de náilon de 50 μ de malha, fixadas com formol a 5% e colocadas em provetas de 10 ou 25 ml para se determinar o volume de material em suspensão sedimentado (seston) após 96 horas de decantação, de acordo com SMITH & SWINGLE (1939). A seguir, subamostras de 2 ml eram retiradas com pipeta de Stempel, coradas com rosa de Bengala em um bequer de 5 ml. Daí a contagem dos rotíferos era feita em câmara de Sedgewick-Rafter, com leitura de microscópio Olympus, modelo K, com aumento de 40 a 200x, conforme metodologia descrita por Edmonson (1971), apud (EDMONSON & WINBERG (1971).

O estudo do conteúdo do estômago e do intestino dos peixes foi realizado tomando-se como amostra um exemplar de cada espécie na metade do período de observações e logo após a medição e pesagem final dos peixes em ambos os períodos experimentais.

Procurou-se relacionar a produção orgânica do plâncton estimada através do volume do seston sedimentado a partir de amostras coletadas em todos os tanques experimentais e da contagem do número de rotíferos e microcrustáceos, segundo EDMONSON & WINBERG (1971) com a produção de peixes.

A análise estatística dos dados foi procedida com base em SNEDECOR (1956) e PIMENTEL GOMES (1963).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Volume de Seston Sedimentado

A variação semanal dos dados de seston (média dos 3 tanques de cada tratamento) em ml/10 l de água de cada tanque, estão representados na Figura 1.

Procedeu-se à análise de variância dos dados de volume de seston sedimentado utilizando-se o delineamento experi-

mental em parcelas subdivididas (Tabela 1), com quatro tratamentos principais — as diferentes adubações — e dois tratamentos secundários — as estações do verão e do inverno — em que o trabalho foi conduzido. Verificou-se diferença estatisticamente significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos principais, independentemente da estação do ano em que o experimento foi conduzido.

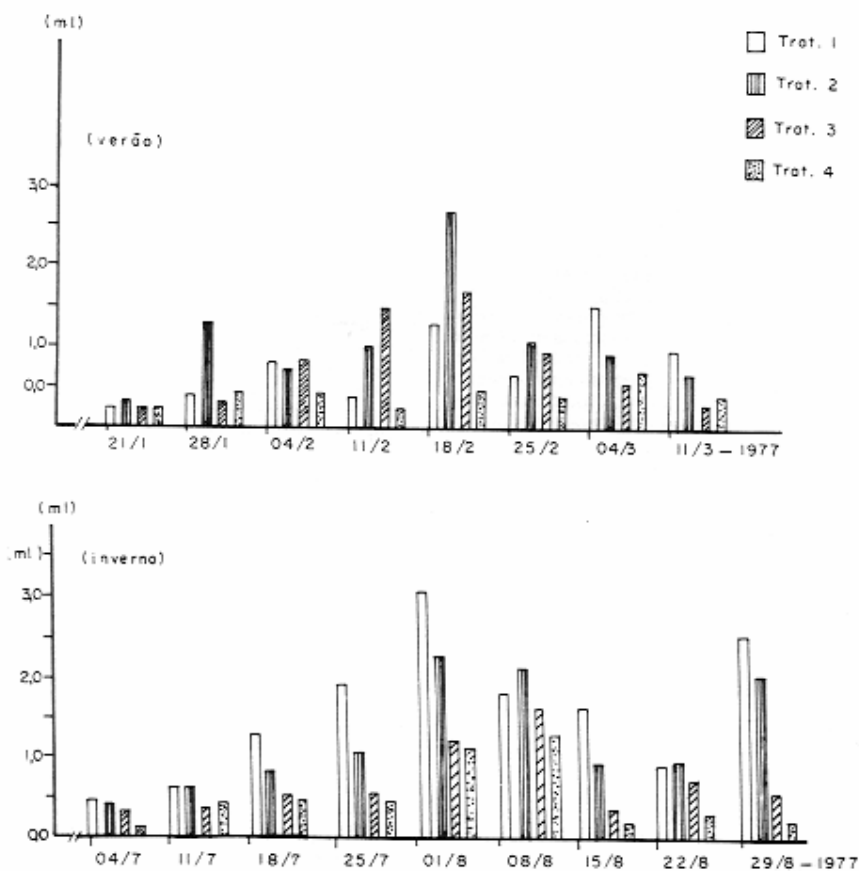


FIGURA 1 — Material em suspensão sedimentado seston (ml/10 l). (Médias por tratamento).

Comparando-se os dados obtidos nos dois períodos experimentais, em ambos os períodos, o maior volume de material em suspensão sedimentado foi observado nos tanques dos tratamentos 1 e 2. Observa-se também que em ambos os períodos houve uma tendência de aumento de volume de material sedimentado do início até a metade do experimento e a partir daí ocor-

reu uma gradativa redução desse parâmetro.

O teste de Tukey aplicado às médias dos tratamentos principais mostrou que os tratamentos 1 (MO+NP) e 2 (MO+N) diferiram dos tratamentos 3 (MO+P) e 4 (Controle) enquanto os últimos (3 e 4) não diferiram entre si.

TABELA 1

Análise de variância do delineamento de parcelas subdivididas utilizado em Pimentel Gomes (1963). Aplicado em dados de volume de seston sedimentado.

C.V.	G.L.	SQ	Q.M.	F.
Tratamentos (P)	8	2,1900	0,7300	10,19 **
Resíduo (A)	3	0,5733	0,0717	
Parcelas	11	2,7633	—	—
Tratamentos (S)	1	0,3267	0,3267	2,56 NS.
Interação (PxS)	3	0,7233	0,2411	1,89 NS.
Resíduo (B)		1,0200	0,1275	
Total	23	4,8333	—	—

P = Principais; S = Secundários.

Correlações simples foram testadas entre os diversos parâmetros em observação. Verificou-se que no período de verão houve correlação positiva e estatisticamente significativa ($P < 0,05$) entre o volume de seston sedimentado e o número de algas/l ($r = 0,66$) e também entre o volume de seston e a produção de peixes ($r = 0,61$), ao mesmo nível de significância. No período de inverno, essas mesmas correlações foram observadas com um nível maior de significância ($P < 0,01$).

3.2 Número de Organismos do Zooplâncton (Rotíferos e Microcrustáceos)

A variação do número de organismos de zooplâncton, rotíferos e microcrustáceos, representada pela média das contagens dos três tanques de cada tratamento, aparecem, respectivamente, nas Figuras 2 e 3.

As análises de variância dos dados médios de contagem do número de rotí-

feros nas observações realizadas em ambos os períodos não revelaram diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos principais tanto no período do verão como no inverno, o que também pode ser atribuído a uma variabilidade muito grande nos dados uma vez que os coeficientes de variação foram muito altos, tanto no verão ($CV = 33,80$) como no inverno ($CV = 49,72$).

Contrariamente ao que foi observado com o número de organismos do fitoplâncton, as populações de rotíferos e de microcrustáceos foram consideravelmente maiores no período de inverno, o que ficou claramente evidenciado pelas análises de variância realizadas, cujo resultado evidenciou diferença significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos secundários (épocas estudadas). Seria razoável esperar-se que as populações destes consumidores primários crescessem quando também se verificasse aumento das populações do fitoplâncton.

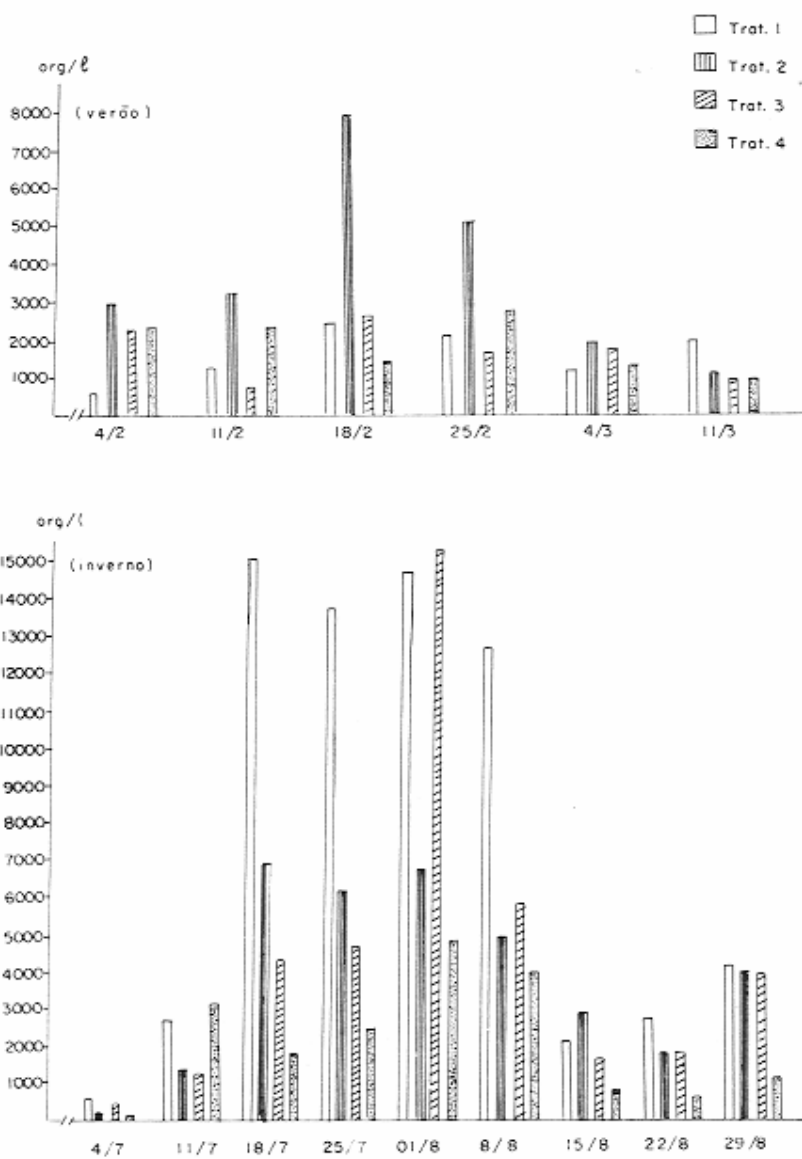


FIGURA 2 — Número de rotíferos/L.

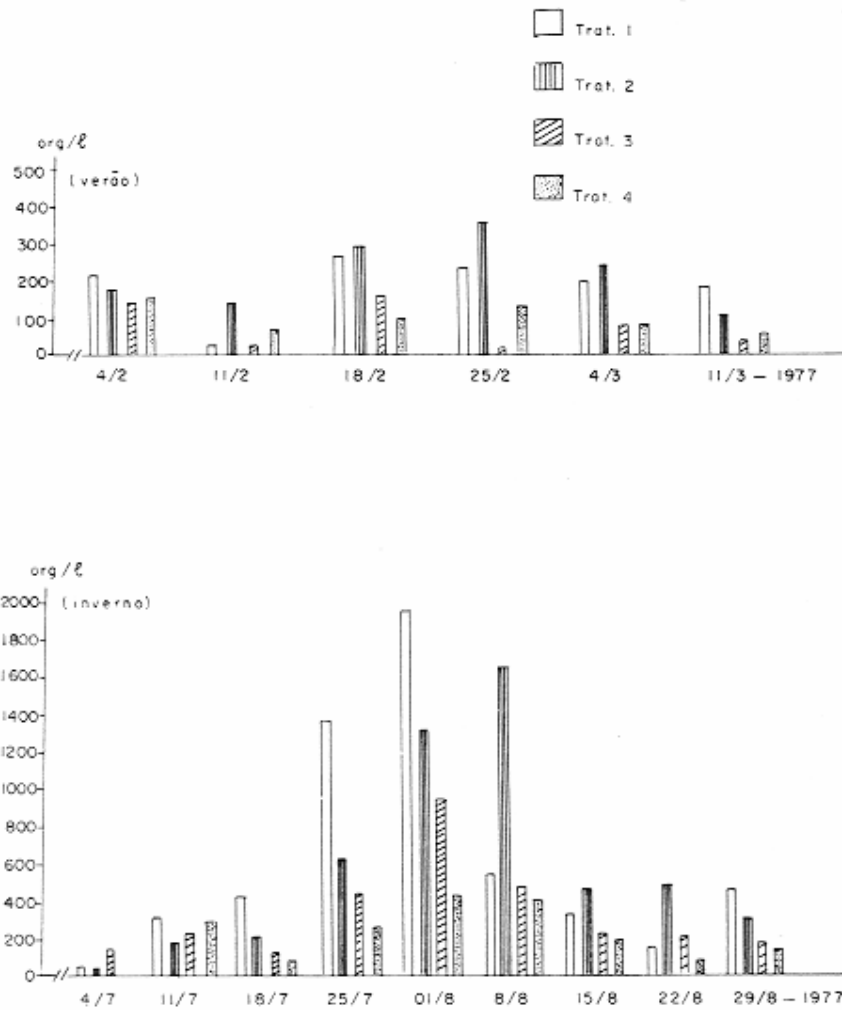


FIGURA 3 — Número de microcrustáceos/L.

Os testes de correlação simples realizados nos períodos do verão e do inverno entre o número do microorganismos do fitoplâncton e de rotíferos e microcrustáceos evidenciaram que no verão foi positiva a correlação entre as populações do fitoplâncton e de microcrustáceos ($r = 0,64$, para $P < 0,05$), enquanto no inverno verificou-se uma correlação positiva ($r = 0,89$) e significativa ao nível de $P < 0,01$ entre as populações de organismos do fitoplâncton e de rotíferos.

Uma possível explicação para estes dados poderia ser encontrada nas próprias sucessões ao nível de espécies dominantes desses microorganismos. Com efeito, TUNDISI (1977) relatou que como o fitoplâncton sofre ação predatória dos consumidores primários, principalmente organismos do zooplâncton, determinações complementares do "standing-stock" do fito e do zooplâncton permitem analisar a quantidade e a qualidade de alimentos à disposição dos herbívoros, bem como quais as espécies de herbívoros que se utilizam desse alimento. O autor destacou que ELTON (1927) já se referia à importância do tamanho e do número dos componentes de uma comunidade, uma vez que se iniciando com produtores primários de vários tamanhos existe certo número de cadeias alimentares em várias direções.

Finalmente, RYTHER (1956) observou que variações e diferenças no primeiro nível trófico em um ecossistema aquático podem influenciar a produção orgânica nos níveis tróficos sucessivos e, em decorrência desse fato, alterar a produção final do ecossistema.

Como o nanoplâncton não era retido no tamis de 50 μ do tecido de náilon utilizado para concentrar as algas do fitoplâncton para posterior estimativa das populações desses microorganismos, não se determinou a proporção relativa da fração de organismos de menor porte do fitoplâncton, o que pode ter influenciado decididamente na composição dos consumidores primários (populações do zooplâncton).

Verificou-se que no verão a maioria dos alevinos de carpas, *Cyprinus carpio*, observados apresentava-se com os estômagos vazios ou quase vazios em ambas

as coletas. Nos intestinos, principalmente cladoceros, embora nos tanques predominassem rotíferos e copépodos. Esporadicamente apareciam algas (Chlorophyta) e algumas diatomáceas (Chrysophyta), bem como limo e argila do fundo dos tanques.

Na observação do conteúdo do trato digestivo das carpas ao final dos experimentos já eram relativamente frequentes organismos do zoobentos, especialmente larvas de Chironomidae.

No estômago e intestino das tilápias do Nilo (*S. niloticus*) e híbridas, independente das populações de algas dominantes na água dos tanques, observou-se uma preferência marcante por algas Chlorophyta, principalmente as do gênero *Scenedesmus* sp, *Pediastrum* sp etc., vindo a seguir algas filamentosas (Conjugatae) e também Bacillariophyta. Raramente e, em pequenas proporções, apareciam rotíferos ou formas jovens de microcrustáceos.

O conteúdo do trato digestivo dos peixes no período do inverno praticamente não diferiu das observações realizadas no verão.

3.3 Produção de Peixes

O crescimento em peso dos peixes (carpas, tilápias do Nilo e híbridas) em ambas as estações aparecem, respectivamente nas Figuras 4, 5 e 6.

Essas figuras mostram que as duas espécies (carpas e tilápias) e a tilápia híbrida apresentaram crescimento bem mais acentuado no período do verão. O maior índice de crescimento foi apresentado pelas tilápias híbridas que de 11 de janeiro a 11 de março de 1977 ganharam em média, mais de 60g de peso vivo.

O desempenho de produção dos peixes no período de verão, avaliado em termos de crescimento das tilápias foi semelhante aos resultados obtidos por PALMA (1978).

As carpas, no entanto, não apresentaram o mesmo desempenho de produção observado por SOBUE *et alii* (1977), o que deve ser atribuído à menor densidade de estocagem naquele trabalho que foi de apenas 1 carpa/2m².

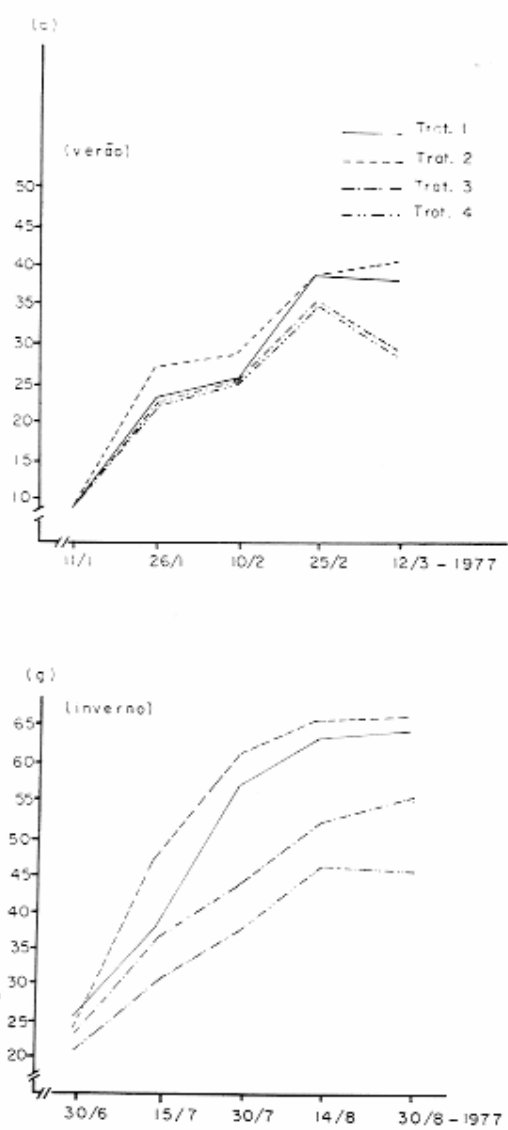


FIGURA 4 — Ganho de peso de carpas (*Cyprinus carpio*).

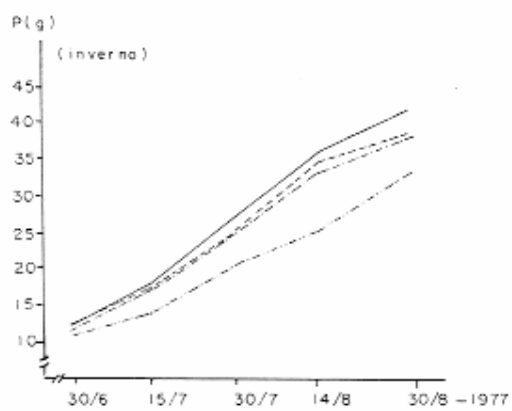
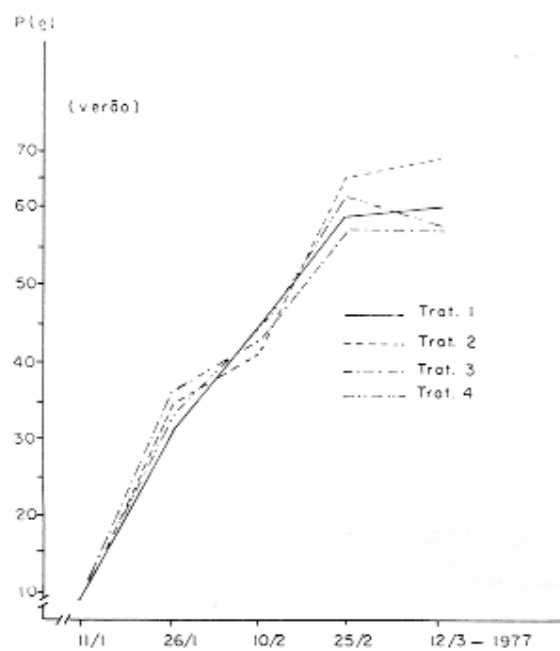


FIGURA 5 — Ganho de peso da tilápia híbrida.

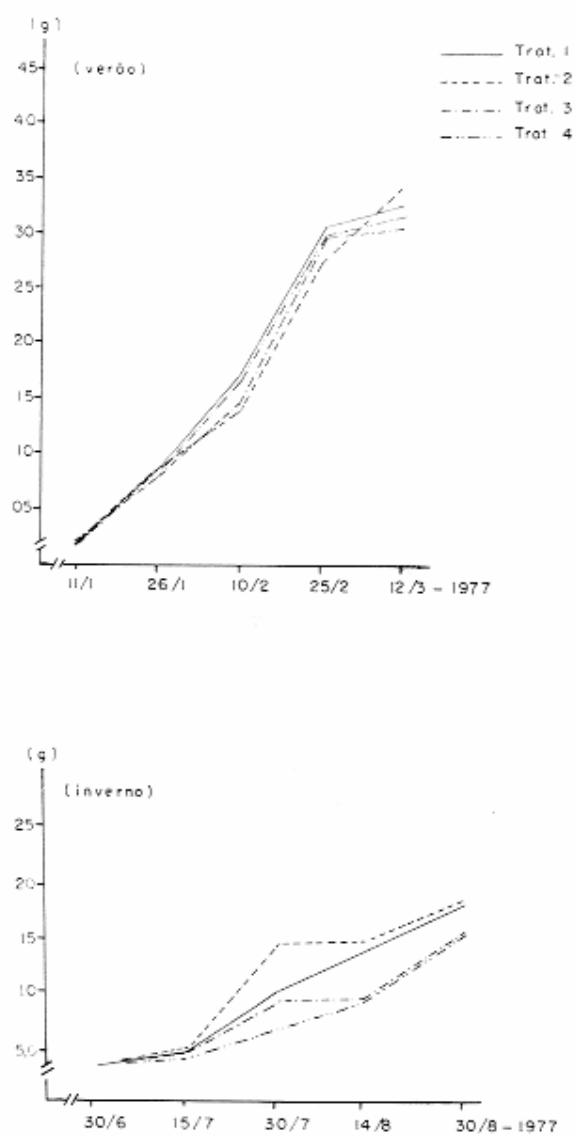


FIGURA 6 — Ganho de peso de tilápia do Nilo (*S. niloticus*).

As análises de variância realizadas com os dados de crescimento em peso dos peixes apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P < 0,01$) entre os tratamentos principais considerando-se a produção estimada em Kg/ha/ano, representada pela somatória do desempenho de produção para três as espécies em estudo: carpa, tilápia híbrida e tilápia do Nilo.

Foi também significativa a nível de 1% de probabilidade a análise dos dados dos tratamentos secundários, ou seja, a produção de peixes sofre grande influência sazonal.

Com efeito, a média de produção de todos os tratamentos no verão foi de 4.044 kg enquanto que no inverno, apenas 2.175 kg/ha/ano.

O teste de Tukey aplicado às médias dos tratamentos mostrou que o tratamento 2 (MO+N) não diferiu do tratamento 1 (MO+NP) e que ambos diferiram dos tratamentos 3 (MO+P) e 4 (Controle) que foram semelhantes entre si.

Tais fatos evidenciam que a presença de adubos minerais nitrogenados, acompanhados ou não de fertilizantes fosfatados, promoveram aumentos significativos na produção de biomassa de peixes, ou ainda que nas condições deste experimento a adição de P na forma de superfosfato à água dos tanques não apresentou resposta em termos de incremento da produção de peixes.

Assim, no verão, em que a incidência de radiação solar é aproximadamente 30% superior à observada no período de inverno, os incrementos da produção de biomassa dos peixes foram de 75, 87, 48, 126%, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, comparando-se a produtividade obtida num mesmo tanque e, conseqüentemente, nos mesmos tratamentos nos dois períodos experimentais.

Na Figura 7 aparecem os dados de produção de peixes transformando-se a média dos dados obtidos nos 3 tanques de cada tratamento para produção/ha/ano, bem como as médias das produções obtidas em ambas as estações. Essa figura

destaca o marcante efeito da estação do ano na produção final (biomassa) de peixes.

A média dos dados das produções observadas nos períodos do verão e do inverno devem se aproximar dos dados que seriam realmente obtidos em um experimento conduzido durante um ano. Considerando-se esses dados médios, são excelentes as produtividades obtidas nos diferentes tratamentos, ou seja, 3.225,46, 3.396,45, 2.794,57 e 2.622,21 kg/ha/ano, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, 3 e 4.

Os dados médios de produção do verão e inverno de cada tratamento, transformados em g/m²/dia são expressos por 0,88, 0,93, 0,76 e 0,72g, respectivamente para os tratamentos 1, 2, 3 e 4. Todos estes dados mostram-se superiores aos relatados por HEPHER (1962) que obteve a produção de 0,43 g/m²/dia em tanques fertilizados com cultivo de carpas em Israel.

A contribuição relativa de cada uma das espécies na produção total dos tanques mostrou que a participação da carpa na produção final foi bem mais significativa no período de inverno em que com apenas 21% do número de peixes respondeu por aproximadamente 40% da produção de cada tanque, enquanto que no verão os 21% de tilápias híbridas proporcionaram em torno de 30% da produção final de peixes, o que evidencia o melhor desempenho de tilápias no período mais quente.

Os dados de produção obtidos neste trabalho são superiores aos observados por WOLNY (1967), para tanques com monocultivo de carpas na Checoslováquia (1060 kg/ha/ano) e também à maior produção obtida por SOBUE *et alii* (1977) nos mesmos tanques e ainda às produções obtidas por DIMITROV (1974) em tanques com policultivos de carpa comum e carpas chinesas fertilizados semanalmente com adubos mineral e orgânico. Esses resultados, são no entanto, inferiores aos obtidos no Nordeste do Brasil por DA SILVA *et alii* (1973) e por LOVSHIN & DA SILVA (1975) em trabalho de mais longa duração realizado também com tilápia híbrida.

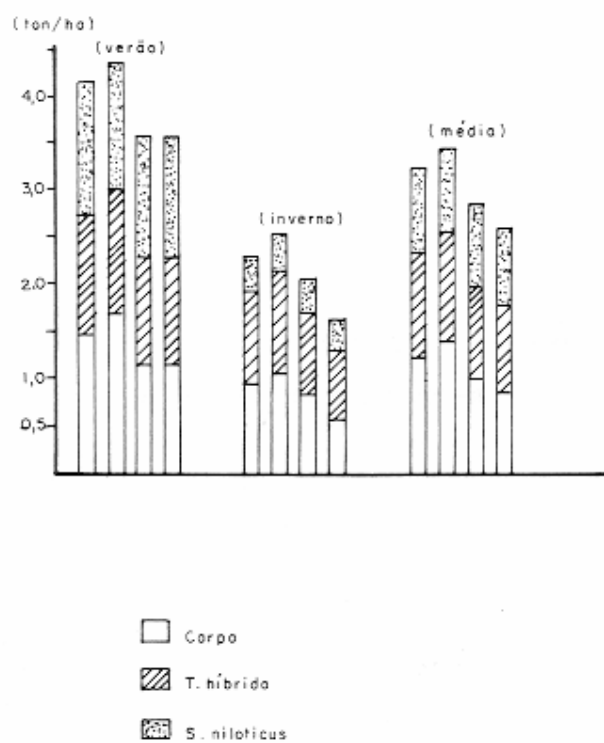


FIGURA 7 — Biomassa de peixes produzida.

Convém ressaltar ainda que os experimentos, objeto deste estudo, foram de relativamente curta duração e instalados com alevinos que apresentam rápido crescimento e, daí, o perigo de se superestimar a produção final de peixes no período de um ano.

Mesmo que ocorra um decréscimo na produção em um trabalho de longa duração, o mérito deste estudo é revelar o caminho para uma produção econômica de proteína, apenas através da reciclagem de produtos residuais da agropecuária e, de modo a aumentar as disponibilidades protéicas para alimentação do homem.

4. CONCLUSÕES

Os dados obtidos neste trabalho sugerem as seguintes conclusões:

1. A produção final (peixes) foi influenciada pela variação sazonal tendo sido nitidamente superior no período do verão e também pelo tipo de fertilizante empregado, pois os tanques que receberam adubação nitrogenada proporcionaram maior produção de peixes;

2. Os tratamentos principais (diferentes adubações) exerceram influência na produção planctônica (seston sedimentado) e de peixes, ficando evidenciada

uma grande influência sazonal na produção orgânica dos tanques;

3. A sucessão de organismos dominantes do fitoplâncton e do zooplâncton parece estar mais relacionada às estações do ano e ao seu ciclo reprodutivo do que aos tratamentos;

4. Devido à grande multiplicidade de variáveis que podem interferir na produção orgânica em tanques e, especialmente na produção final de peixes, os resultados de trabalhos desta natureza devem ser de aplicação local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, G. 1976 Recycling of water trough aquaculture and constraints to wider applications. In: FAO TECHNICAL CONFERENCE ON AQUACULTURE, 26 May - 2 Jun., Kyoto, Japan, 1976. *Proceedings...* Roma. (FIR/AQ/Conf./76/R.19).
- BURWELL, C. G. 1967 Appraisal of north american fish culture fertilization studies. *FAO Fish. Rep.*, Roma, 44(3):13-26.
- DA SILVA, A. B.; MELLO, F. R.; LOVSHIN, L. L. 1973 *Observações preliminares sobre a cultura da Tilápia nilótica Linnaeus (macho) em viveiro, em comparação com híbridos machos de tilápia, com o uso de ração suplementar e fertilizante.* p.1-5. (mimeografado).
- DENDY, J. S. et alii 1967 Productions of Tilápia mossambica Peters, plankton and benthos as parameters for evaluating nitrogen in pond fertilizers. *FAO Fish. Rep.*, Roma, 44(3):226-40.
- DIMITROV, M. 1974 Mineral fertilization of carp ponds in polycultural rearing. *Aquaculture*, Amsterdam, 3(3):273-85, Jun.
- EDMONDSON, W. T. & WINBERG, G. G. 1971 *A manual on methods for the assessment of secondary productivity in fresh water.* Oxford, Blackwell Sci. Publ. 358p. (IBP Handbook, 17).
- HEPHER, B. 1962 Primary production in fish ponds and its application to fertilization experiments. *Limnol. Oceanogr.*, Lawrence, Kansas, 7(2):131-6.
- . 1978 Alternative protein sources for warmwater fish diets. In: SYMPOSIUM EUROPEAN INLAND FISHERIES ADVISORY COMMISSION, 2, Hamburg, 1978. *Proceedings...* Roma, FAO. p.1-29. (EIFAC/78/Symp/R.11).
- HUET, M. 1970 *Traité de pisciculture.* 4. ed. Bruxelles, Wyngaert. 718p.
- LOVSHIN, L. L. & DA SILVA, A. B. 1975 Culture of monosex and hybrid tilapias. In: FAO/CIFA/SYMP. ON AQUAC. IN AFRICA. *Proceedings...*, Accra, Ghana. p.1-16. (FAO/CIFA/Symp./75/SR.9).
- O'BRIEN, W. J. & NOYELLES JR., F. de 1974 Relationship between nutrient concentration, phytoplankton density and zooplankton density in nutrient enriched experimental ponds. *Hydrobiologia*, The Hague, 44(1):105-25, Jan.
- ODUM, H. T. 1956 Primary production in flowing waters. *Limnol. Oceanogr.*, Lawrence, Kansas, 1:102-17.
- PALMA, C. G. 1978 *Efeitos de diferentes intervalos de aplicação na fertilização de*

- tanques. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrícolas e Veterinárias. 54p.
- PENNAK, R. W. 1946 The dynamics of fresh-water plankton populations. *Ecol. Monogr.*, Durham, 16:341-55.
- PILLAY, T. V. 1976 The stat of aquaculture, 1975. In: FAO TECHNICAL CONFERENCE ON AQUACULTURE, 26 May — 2 Jun., Kyoto, Japan, 1976. *Proceedings...*, Roma. (FIR/AQ/Conf./76/R.36).
- PIMENTEL GOMES, F. 1963 *Curso de estatística experimental*. 2.ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP. 384p.
- RYTHER, J. H. 1956 Photosynthesis in the ocean as a function of light intensity. *Limnol. Oceanogr.*, Lawrence, Kansas, 1:61-70.
- RUSSEL-HUNTER, W. D. 1973 *Productividad Acuática*. Zaragoza, Ed. Acribia. 273p.
- SMITH, E. V. & SEINGLE, H. S. 1939 The relationship between plankton production and fish production in ponds. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, Seattle, 68:309-15.
- SNEDECOR, G. W. & COCHRAN, W. G. 1971 *Statistical methods*. 6.ed. Ames, Iowa Sta. Univ. 583p.
- SOBUE, S. 1980 *Efeitos de diferentes fertilizantes orgânicos na produção de tanques de criação de peixes*. Jaboticabal. 132p. (Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP).
- : CASTAGNOLLI, N.; PITELLI, R. A. 1977 Biotic productivity in fish ponds. *Rev. bras. Biol.*, Rio de Janeiro, 37(4):761-9, nov.
- TUNDISI, J. 1977 *Produção primária, "standing-stock", fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos)*. Ribeirão Preto, USP. 409p. (Tese de Livre Docência, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, USP).
- WOLNY, P. 1967 Fertilization of warm-water fish pond in Europe. *FAO Fish. Rep.*, Roma, 44(3):64-76.