



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
PESQUEIROS E AQUICULTURA – PPG-RPAq.
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM AQUICULTURA-MESTRADO

**Avaliação do crescimento de três linhagens de tilápia *Oreochromis* sp,
em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros**

João Laurindo do Carmo

Recife - PE
Agosto-2003



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
PESQUEIROS E AQUICULTURA – PPG-RPAq.
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM AQUICULTURA-MESTRADO**

**Avaliação do crescimento de três linhagens de tilápia *Oreochromis* sp,
em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros**

João Laurindo do Carmo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

Recife - PE
Agosto-2003

Catálogo na Fonte

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

C287a Carmo, João Laurindo do

Avaliação do crescimento de três linhagens de Tilápia do gênero *Oreochromis* sp, em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros / João Laurindo do Carmo. – 2003
62f. : il. 5 Tab. 7 Fig.

Orientador: Eudes de Souza Correia

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Pesca.

CDD-639.543

CDD 639.3

1. Tilápia – Cultivo
 2. *Oreochromis*
 3. Linhagem
 4. Ração comercial
- I. Correia, Eudes de Souza
 - II. Título

**Avaliação do crescimento de três linhagens de tilápia *Oreochromis* sp,
em sistema semi-intensivo, cultivadas em viveiros**

João Laurindo do Carmo

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura Tendo sido aprovada em sua forma pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez
Coordenador do PPG-RPAq

Banca Examinadora

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia
(Orientador)

Prof. Dr. Athiê Jorge Guerra Santos

Prof.^a. Dr.^a. Maria do Carmo Figueredo Soares

Prof. Dr. José Arlindo Pereira

DEDICATÓRIA

À minha esposa, Kátia.
À meus filhos, Rodrigo e Raiana.
À meus pais, “*In memoriam*”.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, especialmente ao Departamento de Pesca, pelo apoio para a realização deste Curso.

À Estação de Aqüicultura Continental Prof. Johei Koike, na pessoa do Coordenador na época Prof. Dr. Athiê Jorge Guerra Santos

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela concessão dos recursos Financeiros, possibilitando a realização do experimento.

Ao atual Diretor do Departamento de Pesca (UFRPE), Prof. Dr. José Milton Barbosa, e ao seu antecessor Prof. Ms. Luiz Gonzaga Gomes Lira, por ter-me estimulado e incentivado a realizar o curso a nível de Mestrado.

Ao Prof. Dr. Eudes de Souza Correia (UFRPE), pela oportunidade, orientação, dedicação e amizade. Nas horas difíceis, sempre se fez presente. Um exemplo de ser.

Aos membros da Banca Examinadora, titulares e suplentes, pelas críticas que vieram contribuir para melhorar a qualidade final deste trabalho.

Ao Prof. Johei Koike (UFRPE) “*in memorian*,” por ter-me encaminhado na aqüicultura.

Ao Prof. Antonio Lisboa Nogueira da Silva (UFRPE) “*in memorian*”, pelos momentos de convivência, aprendizado e transmissão dos conhecimentos.

A Prof^ª. Ms. Aradi Melo, pelo constante apoio durante a minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. Willian Severi, primeiro coordenador do Mestrado e, responsável pelo Laboratório de Limnologia, onde foi possível a realização das análises de água.

À Bióloga MSc. Patrícia Fernandes de Castro pela correção do português, pela amizade construída ao longo do tempo e pelo constante apoio.

Ao Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos, pela correção do texto e sugestões

À minha família, Katia Rejane, Rodrigo Felipe e Raiana Rodrigues, pela ajuda na digitação do texto e compreensão, bem como por entender minhas constantes ausências.

Aos companheiros de trabalho, Adalberto Barbosa Viana, Feliciano Espinhara Filho, Ana Lúcia de Sousa Lima, Sebastião Barbosa da Silva e, Walter Brito, pelo incentivo e contribuições para a realização dos experimentos.

Aos colaboradores que atuaram nos diversos segmentos deste trabalho: Eng. de Pesca, Marcelo Luiz Silva Costa (LAPAq), Aureliano de Vilela Calado Neto, Sérgio Catunda Marcelino, Luiz Henrique Vilaça de Oliveira, Anderson Antonello e o Biólogo Bruno Dourado Fernandes Costa (Laboratório de Limnologia – UFRPE)

Aos acadêmicos de Engenharia de Pesca, Leonardo Barbosa Ferraz, Dijaci Araújo Ferreira, Ana Paula Nunes de Oliveira, Jerônimo Irineu de Santana, Felipe César de Carvalho Lima, Reginaldo Florêncio da Silva Junior, Renata Mércia de Sousa Santos, Egildo José da Silva e Alexandra Ramos Brandão (Montagem e condução experimental)

Aos Estagiários da Estação de Aqüicultura, nas pessoas de Luiz Carlos Damasceno, Alexsandro Rodrigues da Silva, Kassia Jane Carlos dos Santos e Rosangela (Manejo e coleta dos dados), vinculados ao Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI).

Aos estagiários, Aline de Oliveira Silva, Irlaneide Maria da Silva, Valéria Maria Silva dos Santos e Inalda Angélica de Souza Ramos (Manejo e coleta dos dados), vinculados a Escola Agrotécnica Federal de Vitória de Santo Antão – PE.

À estagiária Kátia Santos Bezerra, pelo apoio e contribuição na coleta de dados.

Aos Professores do Programa de pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela transmissão dos conhecimentos, competência amizade e exemplo de dedicação.

Paulo de Paula Mendes (Estatística aplicada a aqüicultura),

Eudes de Souza Correia (Engenharia para aqüicultura e Seminários em aqüicultura),

Willian Severi (Limnologia aplicada a aqüicultura),

José Milton Barbosa (Ecossistemas aquáticos e Piscicultura),

Maryse Nogueira Paranaguá (Ecologia do plâncton),

Athiê Jorge Guerra Santos (Fisiologia reprodutiva avançada de peixes),

Maria Marly de Oliveira (Metodologia do ensino superior),

Ranilson de Souza Bezerra (Nutrição e alimentação em aqüicultura),

Alfredo Olivera Gálvez (Nutrição e alimentação em aqüicultura).

Ao corpo administrativo do PPG-RPAq da UFRPE, pelo apoio e colaboração, em especial a Sra. Verônica Severi, pela atenção, incentivo, presteza e dedicação.

Aos amigos e colegas da primeira turma da Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da UFRPE, pelo agradável convivência nas pessoas de Augusto José Nogueira, Berwiek Zafnath Yflaar, Emília Carneiro Lacerda dos Santos, José Mário Baracho de França, José Patrocínio Lopes, Manlio Ponzi Junior, Marcos Antonio Cerqueira, Mércia Andréa da Silva Lino, Ruy Albuquerque Tenório e Simon Aléxis Ramos Tortolero.

Aos servidores do Departamento de Pesca, nas pessoas de Tânia Flore, Telma, Selma, Eliete, pelo apoio e inestimáveis contribuições.

A todos aqueles que direta e/ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho e que não foram citados nominalmente.

E em especial ao Ser supremo, Deus, que sempre me deu forças para vencer os obstáculos, principalmente na fase conclusiva deste trabalho, bem como na vida.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Níveis de garantia (%) das rações utilizada no experimento, para alimentação das tilápias.....	32
2. Taxas de alimentação durante o período experimental, em função do peso.....	33
3. Análise físico-química e biológica da água dos viveiros experimentais	42
4. Dados de crescimento e produção das tilápias cultivadas em sistema semi-intensivo, durante 112 dias de cultivo.....	45
5. Parâmetros de crescimento das linhagens de tilápia sob cultivo	49

LISTA DE FIGURAS

	Página
1. Vista parcial dos viveiros experimentais.....	30
2. Variação nictemeral da temperatura da água nos viveiros experimentais.....	38
3. Variação nictemeral do oxigênio dissolvido da água de cultivo.....	40
4. Variação nictemeral do pH da água de cultivo.....	41
5. Taxa de crescimento específico das três linhagens de <i>Oreochromis</i> sp.....	46
6. Crescimento em peso das linhagens tilápias <i>Oreochromis</i> sp durante o cultivo...	47
7. Relação peso x comprimento das Tilápias <i>Oreochromis</i> sp durante o cultivo.....	49

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIV

	Página
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	18
2.1. Objetivo geral	18
2.2. Objetivos específicos	18
3. REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1. As Tilápias no contexto da aqüicultura	19
3.2. Principais espécies cultiváveis no Brasil	21
3.2.1. Tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i>	21
3.2.2. Tilápia Vermelha, híbrido de <i>Oreochromis</i> sp	22
3.2.3. Tilápia do Nilo, <i>Oreochromis niloticus</i> , linhagem Chitralada	22
3.3. Fases de cultivo	24
3.4. Condições de cultivo	24
3.5. Fertilização de viveiros	26
3.6. Alimento suplementar	29
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1. Instalação e preparo dos viveiros experimentais	30
4.2. Delineamento experimental	31
4.3. Manejo do cultivo experimental	31
4.4. Variáveis física-química e biológica, e manejo da qualidade da água.....	34
4.5. Custo de alimentação	35

4.6. Avaliação do crescimento	35
4.7. Análise estatística	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1. Qualidade da água	38
5.2. Avaliação do crescimento	43
5.3. Custo de alimentação	51
6. CONCLUSÕES	52
7. RECOMENDAÇÕES	52
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

RESUMO

Foram avaliadas três linhagens de tilápia, *Oreochromis sp* em cultivo semi-intensivo, durante 112 dias, de dezembro de 2002 a março de 2003, utilizando-se doze viveiros de 50m² escavados em terreno natural, pertencentes a Estação de Aqüicultura Continental Prof. Johei Koike da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE, Brasil. O experimento foi delineado para conter três tratamentos (nilótica, vermelha e chitralada) e quatro repetições. Para a preparação dos tanques foram utilizados calcário (100g.m⁻²) e esterco de aves (100g.m⁻²). Após receberem 50% de água, foram aplicados nos viveiros fertilizantes inorgânicos (5g.m⁻² de sulfato de amônio e 3g.m⁻² de superfosfato simples) como forma de estimular a produtividade natural. Juvenis de tilápias com peso médio de 50,98; 54,54 e 64,51 respectivamente, para cada tratamento (nilótica, vermelha e chitralada) foram estocados aleatoriamente nos viveiros numa mesma densidade de 1,5 peixes.m⁻². Uma ração comercial extrusada com 32% de proteína bruta foi usada durante os 60 dias iniciais e outra com 28%, durante os últimos 52 dias. Temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido foram medidos três vezes por semana, de manhã e a tarde. Alcalinidade total, dureza total, ortofosfato, nitrogênio amoniacal total, nitrato e nitrito também foram medidos a cada duas semanas para ajustar o programa de fertilização. O crescimento dos peixes foi acompanhado através de medidas quinzenais, com aproximadamente 30% de população. As médias das principais variáveis de qualidade de água (temperatura = 31,45°C; pH = 7,23 e oxigênio dissolvido = 3,78mg.L⁻¹) mantendo-se adequadas para o cultivo de peixes, exceto o oxigênio dissolvido que algumas vezes alcançou baixos níveis no período da manhã. O crescimento dos peixes e os dados de produção foram diferentes ($P \leq 0,05$) entre os tratamentos. A linhagem chitralada cresceu melhor do que a vermelha e nilótica, com taxa de crescimento específico de 2,42; 2,06 e 1,77%.dia⁻¹, respectivamente. O ganho de peso e conversão alimentar aparente se apresentaram mais altas ($P \leq 0,05$) para a chitralada (396,42g e 1,17) do que para a vermelha (225,49g e 1,72) e nilótica (147,00g e 1,80). Neste sistema de cultivo, foi possível manter uma biomassa razoável nos viveiros, onde a biomassa final foi de 681,40; 403,60 e

352,60g.m⁻², respectivamente, para nilótica, vermelha e chitralada, com diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre elas. A sobrevivência média correspondeu a (93%) para a chitralada e vermelha, sendo diferentes ($P \leq 0,05$) em relação a nilótica (86%). Dessa forma constata-se que a linhagem chitralada apresentou melhor desempenho, sendo portanto recomendada para o cultivo semi-intensivo em viveiros.

ABSTRACT

Three strains of tilapia, *Oreochromis* sp, were evaluated in a semi-intensive culture, during 112 days, from December 2002 to March 2003, through the use of twelve 50m² earthen ponds belonging to Estação de Aqüicultura Continental Prof. Johei Koike of the Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brazil. The experiment was designed to contain three treatments according to the strains (nile, red and chitralada) and four replicates. For the ponds preparation were used lime (100g.m⁻²) and chicken manure (100g.m⁻²). After 50% of ponds filling it was used inorganic fertilizers (5g.m⁻² of ammonium sulphate and 3g.m⁻² of simple superphosphate) in order to stimulate the natural productivity. Tilapia juveniles averaging 50.98, 54.54 and 64.51g, respectively, for each strain (nile, red and chitralada) were stocked in randomly ponds. A extruded commercial ration with 32% crude protein was used during the 60 days and another one with 28% for the last 52 days. Water temperature, pH and dissolved oxygen were measured three times per week in the morning and in the afternoon. Alkalinity, total hardness, ortophosphate, total ammonia nitrogen, nitrate and nitrite were measured every two weeks in order to adjust the fertilization program. Fish growth was followed trough fortnightly measurements with approximately 30% of fish population. The main water quality variables (temperature = 31.45°C, pH = 7.23 and dissolved oxygen = 3.78mg.L⁻¹ in average) maintained adequated to the fishculture, except dissolved oxygen that sometimes reached low levels in the morning. Growth and production data were different (P≤0.05) among treatments. chitralada strain grew better than Vermelha than Nile, with specific growth rate of 2.42, 2.06 and 1.77%.day⁻¹, respectively. The weight gain and feed conversion ratio were higher (P≤0.05) to chitralada (396.42g and 1.17) than for red (225.49g and 1.72) and Nile (147.00g and 1.80). In this culture system it was possible to maintain a reasonable biomass in the pond since the final biomass was 681.40, 403.60 and 352.60g.m⁻², respectively for Nile, red and chitralada strains, with significant difference (P≤0.05). Survival averaged 93% for chitralada and red different (P≤0.05) of Nile strain 86%. These results show that the best tilapia strain for semi-intensive systems is chitralada, which can be recommended for culture in a commercial scale.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento populacional, o homem vem em busca de novas alternativas para produção de alimentos, visando suprir o déficit mundial da oferta de proteínas de origem animal. Dentre essas alternativas, a aquicultura ou o cultivo de organismos aquáticos surge como a mais promissora atividade agropecuária, incluindo segmentos como a piscicultura (cultivo de peixes), a carcinicultura (cultivo de camarões) e a malacocultura (cultivo de moluscos) e algocultura (cultivo de algas) entre outros.

A aquicultura é uma atividade relativamente nova no Brasil, apesar das referências sobre o cultivo de peixes na China, há mais de 4000 anos. Conforme dados fornecidos pela (FAO, 1996) em 1994, a aquicultura no mundo contribuiu com mais de 35 milhões de toneladas de pescado. Essa produção gerou uma renda superior a US\$ 47 bilhões para os países produtores e continua crescendo a uma taxa média anual superior a 20%, nos dois anos subsequentes. Todavia, em 2001 a produção brasileira correspondeu a 38.530t. equivalendo a 3% da produção mundial, e em primeiro lugar encontra-se a China (624.182t) com cerca de 50% do total mundial (FAO, 2003).

Segundo Lima (2001), a produção mundial de tilápias praticamente dobrou entre 1984 e 1994, alcançando 620.000 toneladas e, em 1996, esta saltou para 800.800 toneladas, apresentando o maior crescimento percentual entre os principais grupos de peixes cultivados no mundo. O destaque foi para os países asiáticos que contribuíram com 56,3% do total produzido.

No Brasil, a estatística oficial ainda é deficiente, Castagnolli citado por Silva (1996), e uma estimativa da produção de pescado no País concluiu que as tilápias são os peixes mais cultivados, representando cerca de 30% do total produzido.

Embora a produção nacional de tilápias em 1996 tenha sido de 19.200 toneladas, no ano de 2000, o Brasil produziu cerca de 52.000 toneladas e a perspectiva para o ano de 2001, é que alcance valores superiores a 65.000 toneladas (FAO, 2003).

No Brasil, a utilização de tilápias na piscicultura, cultivadas tanto em viveiros quanto em tanques-rede, vem crescendo continuamente devido às muitas vantagens desse peixe, tais como: rusticidade, bom desenvolvimento corporal, facilidade de reprodução, excelentes características organolépticas e tempo para atingir o tamanho comercial (Kubitza, 2000).

Na década de setenta, a tilápia foi aludida como peixe promissor para a aquicultura nacional, ganhando notoriedade em cultivos extensivos, pelo fato de ser o peixe mais abundante nos açudes da região Nordeste do Brasil. Até o início da década de noventa, a tilápia tornou-se indesejável e até foi considerada uma praga pelos piscicultores nacionais, devido à alta prolificidade e à falta de tecnologia adequada para o controle populacional (Silva, 1996).

Hoje, devido à descoberta das técnicas de manipulação de reversão sexual e de seleção genética, houve uma mudança no conceito da tilapicultura, decorrente de resultados positivos que apontam a tilápia como um peixe com grande capacidade de criação em âmbito nacional.

De acordo com Castillo-Campo (1995), as tilápias são os peixes exóticos de maior êxito na piscicultura mundial. Nos últimos cinco anos, houve um grande avanço na tilapicultura brasileira decorrente de cultivos intensivos iniciados no Sul do país, e mais recentemente, no Nordeste, na região sub-média do Rio São Francisco localizado no Estado da Bahia.

Paralelamente a esse desenvolvimento, incrementou-se também a introdução de novas linhagens de tilápias para fins de cultivo, dentre elas a "Tilápia Vermelha", de Honduras, a "Red koina", dos Estados Unidos, e a linhagem de Nilótica "Tai-Chitralada", da Tailândia, todos são peixes híbridos, resultantes do cruzamento entre três espécies: *Oreochromis niloticus*, *O. mossambicus* e *O. aureus*. Tratam-se de linhagens de bom

crescimento e adaptadas à nossa região, entretanto, dependendo do sistema de cultivo empregado, algumas delas apresentam desempenho de crescimento variado. Na realidade, algumas linhagens de tilápias apresentam taxa de crescimento satisfatório, porém não suportam altas taxas de densidades (Zimmermann, 2000).

Segundo Castro (1999), tanto o sistema intensivo quanto o semi-intensivo são economicamente viáveis, dependendo do país onde sejam empregados. Todavia, ambos apresentam vantagens e desvantagens, sejam elas de níveis ambientais, econômicas, técnicas ou biológicas. Os cultivos semi-intensivos geralmente são desenvolvidos em viveiros de terra, onde os nutrientes são supridos por uma combinação de dietas artificiais e organismos vivos, produzidos endogenamente no viveiro (Correia, 1998).

Leite *et al.* (1999) enfocam que o alimento natural nos cultivos de tilápias em sistema semi-intensivo, é o responsável por cerca de 40 a 50% do crescimento de peixes, tanto na fase inicial quanto na engorda. Portanto, a redução na utilização de rações comerciais é a chave do sucesso da aquicultura sustentável, tanto do ponto de vista econômico quanto ecológico.

O cultivo em viveiros é o mais utilizado em todo mundo, inclusive para a tilapicultura, uma vez que pode ser desenvolvido por micro, pequenos e médios produtores, onde a tecnologia de cultivo adotada varia em função da densidade de estocagem. De acordo com Tacon e De Silva (1997), o sistema de cultivo semi-intensivo participa com 70%, enquanto que o intensivo com 20% da produção mundial da aquicultura.

Considerando o avanço tecnológico do cultivo de tilápias em diversas regiões do país, e o número de híbridos que estão sendo difundidos em escala comercial, tornam-se necessários estudos com o intuito de estabelecer os padrões comportamentais no tocante ao crescimento dessas linhagens em sistemas de cultivo semi-intensivo em viveiros escavados no terreno natural.

O presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de cultivo na fase de engorda, de três linhagens de tilápias *Oreochromis* sp (nilótica, vermelha e chitralada), bem como indicar aquela mais apropriada para o sistema de cultivo semi-intensivo em viveiros.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

- Avaliar o crescimento de três linhagens de tilápias *Oreochromis* sp (nilótica, vermelha e chitralada) em viveiros escavados no terreno natural.

2.2. Específicos

- Avaliar o desempenho de crescimento em comprimento e peso de três linhagens de tilápias *Oreochromis* sp;
- Determinar a linhagem de melhor desempenho de cultivo em viveiros.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. As tilápias no contexto da aquicultura

Dentre as espécies dulciaquícolas cultivadas no mundo, a tilápia ocupa atualmente uma posição de destaque, ficando em segundo lugar, perdendo apenas para as carpas. As tilápias pertencem à família Cichlidae e existem mais de 70 espécies difundidas em todo o mundo, tendo como origem o continente africano. Entretanto, são classificadas em três gêneros: Gênero *Tilapia* – Caracterizado por não realizar a incubação bucal dos ovos e os progenitores não tomam conta da prole; Gênero *Sarotherodon* – Incubação bucal dos ovos tanto pelas fêmeas quanto pelos machos, e nidificação dos ninhos; Gênero *Oreochromis* – Incubação bucal dos ovos somente pelas fêmeas e nidificação dos ninhos.

Essa distribuição foi definida em função da especificidade reprodutiva, de acordo com vários autores (Lovshin, 1962; Trewawas, 1982; Popma, 1994; Carvalho Filho, 1995; Scott *et al.*, 1989; Lovshin, 2000; Zimmermann, 2000 e Kubitzka, 2000).

Dos três gêneros, o *Oreochromis* é o mais explorado pelo homem através de cultivos, destacando-se na produção aquícola de vários países, como Filipinas, Indonésia, Taiwan, China, Tailândia, Cingapura, Honduras, México, Costa Rica, Venezuela, Equador, Colômbia e Brasil, entre outros. Este gênero popularizou-se nas regiões tropicais e subtropicais em função da tolerância às variações climáticas e ambientais (Chervinsk citado por Fernandes e Rantin, 1987).

Várias espécies são cultivadas, destacando a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como sendo uma das melhores para o cultivo por apresentar excelentes índices zootécnicos (Lovshin citado por Mesquita *et al.* 1993).

A tilápia *Oreochromis niloticus* destaca-se dentre as demais por suportar elevadas temperaturas, baixas concentrações de oxigênio dissolvido, tolerância a altos níveis de amônia e nitrito, além de ser resistente a doenças, apresentar excelente desempenho de crescimento, possuir amplo espectro alimentar, reprodução controlada, carne de coloração branca e sabor suave. Com esses predicativos, o gênero *Oreochromis* enquadra-se dentro de um grupo seletivo de peixes que são explorados comercialmente em quase todo o mundo, independente da posição geográfica (Huet, 1978; Matheus, 1984; Hopher e Pruginin, 1985; Fernandes e Rantin, 1987; Lovell, 1995; Silva, 1996; Kubitzka, 2000 e Zimmermann, 2000).

Segundo Smith citado por Silva (1996), “o interesse do Ocidente pela criação de tilápias, como sendo um peixe promissor para a aquicultura, deu-se no início da década de cinquenta (pós-guerra), quando os piscicultores obtiveram excelentes resultados, confirmando sua potencialidade, e contribuindo diretamente para o progresso e avanço tecnológico, principalmente nos países tropicais, detentores de águas quentes”. A tilapicultura vem crescendo profissionalmente e com ela a necessidade de melhores rações, manejo, sistema de cultivo, trabalho de genética, de beneficiamento e de *marketing*.

Boscolo *et al.* (1998), avaliando o desempenho da alevinagem de tilápias, obtiveram melhor conversão alimentar (1,15) para o cultivo da tilápia Tailandesa, bem como os valores de ganho de peso e sobrevivência.

Saldanha *et al.* (1998), analisando o desempenho de cultivo de várias procedências de tilápias do Nilo, alimentadas duas vezes ao dia com ração comercial contendo 30% de proteína bruta, e taxa de arraçamento variando de 5% da biomassa no início, a 2% no final do cultivo, identificaram como sendo a tilápia Nilótica da Base de Aquicultura da UFRPE (NB), a recomendada para cultivo comercial, considerando o ganho de peso, a conversão alimentar, a sobrevivência, a homogeneidade, a aparência, a coloração e a susceptibilidade a doenças.

No Brasil, vários pesquisadores têm dedicado esforços em busca de soluções para maximizar os índices de produtividade nos cultivos de tilápias, em especial as do gênero *Oreochromis*, a fim de propiciar aos aqüicultores, melhores condições econômica, social e até mesmo cultural (Da Silva *et al.*, 1973 e 1975; Lira e Silva, 1975; Mainardes-Pinto e Paiva, 1977; Pereira, 1986; Sá, 1989; Silva, 1996; Castro, 1999; Duarte, 2003).

Lima *et al.* (1998), ao realizarem trabalho com alevinos de tilápia vermelha com troca de água semanal, registraram níveis crescentes de amônia, caracterizando uma má qualidade de água no experimento. Todavia, no tratamento com maior nível de amônia (9,2 e 19,0mg.L⁻¹), o crescimento não foi afetado, mesmo sendo esses níveis superiores àquele recomendado por vários autores (1,0mg.L⁻¹).

3.2. Principais espécies cultiváveis no Brasil

3.2.1. Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*

Castillo-Campo citado por Siqueira Filha *et al.* (1999), Marengoni (1999), Kubitza (2000) e Leão Filho (2002) afirmam que a espécie *Oreochromis niloticus* é originária da bacia do rio Nilo (África), conhecida mundialmente como tilápia nilótica. Os peixes desse gênero são os mais cultivados em função do potencial de crescimento, da rusticidade, da carne branca, por suportar condições ambientais adversas, ser resistente a enfermidades e por ser de fácil reprodução.

A tilápia do Nilo foi introduzida no Brasil na década de 70 para substituir a *Tilapia rendalli*, a qual não havia demonstrado potencial de crescimento esperado. Com isso, essa espécie ficou apenas desempenhando a função de controladora biológica, ou seja, de erradicar larvas de insetos prejudiciais ao homem e também de reduzir a vegetação aquática, que serve de abrigo para as larvas de insetos.

Mesmo sendo uma das espécies mais cultivadas no mundo, a tilápia *Oreochromis niloticus* vem perdendo espaço para as novas linhagens de tilápias, que estão sendo manipuladas através da alta tecnologia desenvolvida pelo homem.

3.2..2. Tilápia vermelha, híbrido de *Oreochromis* sp

As tilápias vermelhas possuem coloração variando do vermelho ao branco e apresentam crescimento rápido, tolerância a altas salinidades, baixa capacidade reprodutiva, docilidade, baixa rusticidade, alta conversão alimentar e aceitam bem alimento artificial (Pruginin *et al.*, 1989; Hilsdorf, 1995 e Kubitza, 2000).

Trata-se de uma linhagem mutante do gênero *Oreochromis*, tida como “híbrido” e bastante apreciada tanto por produtores quanto por consumidores em todo o mundo. Inicialmente, foi relatada como sendo uma mutação de *Oreochromis mossambicus*. Segundo Pruginin (1965), Kuo foi o primeiro pesquisador que buscou fixar a coloração vermelha através do cruzamento de *O. mossambicus* x *O. niloticus*. As primeiras tilápias vermelhas apresentavam apenas manchas e, após sucessivos cruzamentos, pôde-se obter exemplares totalmente vermelhos, laranja e até mesmo de coloração branca.

No mundo, diversos cruzamentos vêm sendo realizados com êxito, visando a produção em escala comercial. Os híbridos recebem o nome do País de origem e os mais conhecidos são: Red koina, Saint Peter, tilápia vermelha da Jamaica, tilápia vermelha de Honduras, tilápia vermelha de Taiwan, tilápia vermelha da Flórida, tilápia vermelha das Filipinas, entre outras (Castillo -Campo, 1994).

3.2.3. Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, linhagem chitralada

A linhagem chitralada foi domesticada na Tailândia a partir do final da década 60 e, atualmente, difundida em vários países do mundo pelo Asian Institute of Technology

(AIT), com o nome comercial de Tai-chitralada. Segundo Tave (1988), esta linhagem possui um crescimento superior ao de seus ancestrais (*Oreochromis niloticus*), no mesmo tempo de cultivo e condições ambientais.

Bhurjel *et al.* (1988) e Zimmermann (2000) afirmam que super tilápias (híbridas) estão sendo desenvolvidas nas Filipinas, através do programa Genetic Improvement of Farmed Tilapia (GIFT), no International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), na University of Gales, Inglaterra, com a Center University of Luzon e na Noruega, através de vários convênios. Em trabalhos realizados com estas linhagens, foi comprovado um melhor desempenho de crescimento em peso e comprimento pela tilápia chitralada, em comparação aos super machos. No Brasil, essa variedade foi introduzida em 1998 e, atualmente, vem ocupando espaço em todo o país, demonstrando ser a variedade de maior potencial aquícola continental.

A linhagem chitralada, possui listras escuras verticais no corpo, no dorso apresenta geralmente uma coloração ligeiramente amarelada, altura e largura superiores à nilótica. É rústica, alimenta-se de microalgas, animais bentônicos, zooplâncton diversos e rações comerciais. Essa linhagem vem apresentando no Nordeste brasileiro, um desempenho surpreendente quando cultivada em tanques-rede, em grandes corpos d'água, como rios, açudes e lagos.

A faixa de temperatura para as atividades normais dessa espécie é de 27 a 29°C. Sendo que, temperaturas abaixo de 15°C e acima dos 35°C podem causar mortalidade. Em condições favoráveis de cultivo, os animais atingem cerca de 5 centímetros e 2 gramas em dois meses de vida, e tamanho comercial a partir de 4 a 5 meses, com peso médio variando de 400 a 700g (Kubitza, 2000).

3.3. Fases de cultivo

Tradicionalmente, o cultivo de tilápias era realizado em uma única fase, onde a estocagem de alevinos pequenos era feita diretamente nos viveiros de engorda. Devido aos baixos rendimentos desse método, o cultivo passou a ser feito em duas etapas, nas quais os peixes são inicialmente estocados em viveiros e/ou tanques berçários em altas densidades (25 a 50 peixes.m⁻²) e posteriormente transferidos para viveiros de engorda, com densidades reduzidas. Este manejo proporciona uma melhor otimização das áreas de cultivo, permitindo a obtenção de mais ciclos anuais de cultivo (Zimmermann, 2000).

3.4. Condições de cultivo

Os requerimentos ambientais na aquicultura intensiva ou semi-intensiva são praticamente os mesmos, todavia Malecha (1983) considera a temperatura e o oxigênio dissolvido como sendo as variáveis de maior importância para ambos sistemas.

Com relação ao cultivo de tilápias, a exemplo de outros organismos aquáticos tropicais e subtropicais, o crescimento é mais rápido em temperaturas mais elevadas (27 a 29°C) e mais lento em temperaturas mais baixas, estando a faixa ótima de crescimento entre 29 e 31°C (Kubitza, 2000).

A flutuação na concentração de Oxigênio dissolvido é função direta da temperatura e da biomassa fitoplanctônica. Kubitza (2000) ressalta que as tilápias suportam baixas concentrações de oxigênio, em torno de 1,6 a 0,7mg.L⁻¹ (saturação de 20 a 10%), em temperaturas entre 35 e 26°C, mostrando inclusive, boa adaptação à hipóxia. Os níveis mais baixos em que podem ser mantidas sem estresse estão entre 45 e 50% de saturação, equivalente a 3 e 3,5mg.L⁻¹, em temperaturas de 28 a 30°C.

De acordo com New (1995), níveis de até 1,0mg.L⁻¹ de oxigênio dissolvido, ocasionalmente podem ser tolerados. Contudo, a prática de cultivo deve ser dirigida

para manter essa concentração acima de $3,0\text{mg.L}^{-1}$. Tais valores atendem a demanda de oxigênio da coluna d'água que, segundo Losordo citado por Malecha (1983), é responsável por 48 a 87% do consumo de oxigênio do viveiro durante a noite.

Em casos de depleção de oxigênio, quando a água dos viveiros apresenta baixos níveis de oxigênio dissolvido, as alternativas mais usuais são a aeração mecânica e trocas d'água, sendo esta última a mais empregada no sistema semi-intensivo (Kubitza, 2000).

A respeito do pH da água para cultivo de tilápias, a faixa é a mesma que a de outras espécies aquáticas, onde valores de 7,0 a 8,5 são considerados ótimos para o cultivo (New, 1990). Valores mais elevados implicam menor tolerância aos altos níveis de amônia não ionizada (New, 1995). Entretanto, os nutrientes nitrogenados não têm causado grandes problemas no manejo do cultivo, o mesmo ocorrendo com os nutrientes do fósforo, uma vez que seus níveis são mantidos baixos pela demanda contínua e metabolismo do fitoplâncton (Malecha, 1983).

Kubitza (2000) expressa que valores de pH inferiores ou iguais a 4,0 acarretam uma baixa sobrevivência. Enquanto que no pH 3,0 a mortalidade se dá entre 1 e 3 dias, no pH 2,0 a mortalidade total ocorre em apenas 12 horas. Baixos valores de pH acarretam uma grande produção de muco e irritação nas brânquias. Valores inferiores a 4,0 e superiores a 10,5 por longos períodos resultam na mortalidade em massa.

Laws e Malecha (1981) afirmam que o crescimento do fitoplâncton é limitado pela luz e deve ser controlado através dos teores de clorofila *a*. Segundo os autores, valores entre 150 a $400\mu\text{g.L}^{-1}$ de clorofila *a* são necessários para evitar hipóxia em camarões e, para isso, a profundidade do disco de Secchi deve situar-se entre 30 a 45cm.

Apesar dos teores supracitados, diversos trabalhos têm apresentado níveis inferiores. Malecha (1983) registra valores medidos às 13:00 horas variando de 19,2 a $170,8\mu\text{g.L}^{-1}$. Hopher citado por Boyd (1982), registrou teores em viveiros não fertilizados variando de 8,8 a $115,5\mu\text{g.L}^{-1}$ e em viveiros fertilizados com nitrogênio e fósforo, entre

103,4 e 212,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Boyd (op.cit.), referindo-se a experimentos efetuados na Universidade de Auburn (EUA), cita valores entre 5 e 30 $\mu\text{g.L}^{-1}$ em ambientes sem fertilização e entre 20 e 130 $\mu\text{g.L}^{-1}$ naqueles fertilizados. Hariyadi *et al.* (1994), analisando as condições ambientais em viveiros de *Ictalurus punctatus*, registraram níveis médios de clorofila *a* variando de 96,6 a 102,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Faria e Hayashi (1998), avaliando a produção qualitativa e quantitativa do plâncton, quando induzidos por esterco de aves, suínos, bovinos e coelhos, obtiveram resultados específicos para cada tipo de adubo. A melhor resposta correspondeu ao adubo de aves, produzindo predominantemente os gêneros *Scenedesmus sp*, *Acantospaera sp* e *Ciclotella sp*, organismos encontrados no estômago de tilápias, constituindo um de seus alimentos preferenciais no ambiente natural.

Brito *et al.* (1998) citam que as tilápias ingerem uma grande variedade de alimentos natural, incluindo o plâncton, e quando cultivadas em viveiros com regime alimentar suplementar, os organismos do alimento natural são responsáveis por 30 a 50% do crescimento dos peixes. Os autores expressam ainda que o plâncton e o bentos em viveiros suprem, em grande parte, os requerimentos nutricionais da maioria das espécies tropicais exploradas comercialmente.

3.5. Fertilização de viveiros

A biomassa máxima produzida por corpos d'água depende, dentre outras variáveis, da quantidade de alimento disponível. Uma das formas de aumentar a disponibilidade de alimento natural é através da fertilização (Kubitza, 2000). Em todos os ecossistemas aquáticos, incluídos viveiros e tanques fertilizados, onde são estocados peixes e/ou camarões, existem duas cadeias

alimentares interligadas. Uma autotrófica, dependente de luz, representada pelo fitoplâncton e, outra heterotrófica, não dependente de luz, representada pelos detritos (Laws e Malecha, 1981).

New (1987) afirma que é difícil generalizar os efeitos da fertilização sobre a produtividade dos ambientes de cultivo, pois esta depende de fatores como, espécie, qualidade do solo e da água, luz, temperatura, entre outros. No entanto, a fertilização pode aumentar a produtividade de um viveiro, de três a cinco vezes.

Boyd (1982) avalia os efeitos da fertilização sobre os vegetais e invertebrados e, comenta os trabalhos de vários pesquisadores, nos quais a aplicação de fertilizantes inorgânicos, aumentou a produtividade do fitoplâncton, a abundância do zooplâncton e da biomassa bentônica, contribuindo, dessa maneira, para o incremento do alimento natural no ambiente de cultivo.

De acordo com Tacon (1988), para que um viveiro de água doce possa responder bem à fertilização, o solo não deve ser muito ácido, a superfície da água deve ter um pH de neutro a alcalino (7-8) e uma alcalinidade total e dureza total superiores a 20mg.L^{-1} de CaCO_3 .

Lamas ácidas absorvem o fosfato e o fitoplâncton não se desenvolve em meio ácido, pH variando de 5 a 6, ou em água com baixa concentração de carbono e cálcio. A correção destes valores pode ser feita através de calagem usando cal hidratada, Ca(OH)_2 , calcário calcítico, CaCO_3 , ou dolomítico, $\text{CaMg(CO}_3)_2$, aplicados no fundo do viveiro ou dissolvido e espalhado na superfície da água, um ou dois dias antes da fertilização (Boyd, 1982).

Ainda segundo o mesmo autor, os benefícios da calagem em viveiros entre outros são: manter o pH levemente alcalino, a dureza e a alcalinidade em níveis desejáveis; aumentar a disponibilidade de carbono para a fotossíntese e impedir a adsorção do fosfato; favorecer o crescimento microbiano e acelerar a decomposição e mineralização da matéria

orgânica dentro do sedimento; propiciar uma fonte de cálcio solúvel, favorecendo o aumento da alcalinidade e dureza total; promover a floculação e precipitação dos colóides de argila em suspensão; servir como desinfetante do viveiro, erradicando predadores, competidores, parasitas e, macrófitas indesejáveis e aumentar a capacidade de tamponamento da água.

A fertilização pode ser de natureza química ou orgânica, tendo como nutrientes primários o nitrogênio, o fósforo e o potássio. É importante por estimular a produtividade primária, através do desenvolvimento de algas fitoplanctônicas, e é tida como base para os demais elos da cadeia alimentar. A fertilização ou adubação orgânica atua principalmente, sobre o desenvolvimento da fauna bêntica, constituído como alimento básico para os animais de cultivo (Boyd, 1982 e Cavalcanti *et al.*, 1986).

Para um pleno desenvolvimento, o fitoplâncton e os vegetais aquáticos necessitam de vários nutrientes, como: carbono, fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e, dentre eles os três primeiros, são os mais controlados na aquicultura semi-intensiva. A disponibilidade de carbono não será limitada se o pH da água for neutro ou levemente alcalino, ou se a alcalinidade for superior a 20mg.L^{-1} , preferencialmente, entre 40 e 60mg.L^{-1} de CaCO_3 .

Quanto ao fósforo (P) e o nitrogênio (N), Boyd (op.cit.) comenta que pesquisadores israelenses concluíram não haver necessidade de manter as concentrações desses nutrientes em níveis superiores a $0,5$ e $2,0\text{mg.L}^{-1}$ respectivamente. O autor recomenda uma fertilização padrão da ordem de 60kg.ha^{-1} de superfosfato simples, (11kg.ha^{-1} P_2O_5) e 60kg.ha^{-1} de sulfato de amônio (13kg.ha^{-1} N), o qual proporcionou uma concentração máxima de nitrogênio e fósforo no cultivo (Silva, 1996).

Boyd (1997) afirma que as concentrações de fósforo total entre $0,1$ e $0,3\text{mg.L}^{-1}$ e a de nitrogênio total entre $0,5$ e $1,0\text{mg.L}^{-1}$, provavelmente são as mais adequadas para águas de cultivos.

Na decomposição de fertilizantes orgânicos, há a liberação de nutrientes inorgânicos que vêm estimular o crescimento do fitoplâncton. O fósforo é um nutriente necessário, considerando que sua concentração em viveiros, geralmente é baixa para suprir a necessidade do fitoplâncton, sendo o elemento chave da fertilização (Boyd, 1982).

Os adubos mais utilizados são os de aves, gado, suíno e ovino. Estes possuem uma parte de alimentos *in natura*, podendo ser utilizado diretamente como alimento para peixes ou camarões. A parte digerida decompõe-se e libera nutrientes inorgânicos (Tacon, 1988).

3.6. Alimento suplementar

Segundo Tacon (1987), quando a densidade de estocagem e o *standing crop* são tais que a produtividade natural do corpo d'água sozinho não pode sustentar o crescimento adequado dos animais cultivados, uma alimentação suplementar exógena deve ser ofertada. Nesse caso, os requerimentos nutricionais devem ser supridos por rações extrusadas ou peletizadas.

No sistema semi-intensivo, os alimentos suplementares são usados como fonte direta de nutrientes para as espécies cultivadas, permitindo maiores densidades de estocagem e, obtendo maiores produtividades. Todavia, um manejo alimentar adequado é essencial para que o excedente de ração não comprometa a qualidade da água do cultivo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Instalação e preparo dos viveiros

O presente experimento foi realizado na Estação de Aqüicultura Continental Prof. Johei Koike, do Departamento de Pesca, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Recife-PE-Brasil, no período de dezembro de 2002 a março de 2003. Foram utilizados 12 viveiros escavados em terreno natural, com área útil de 50m² e profundidade média de 1,0m, com abastecimento e escoamento d'água independente (Figura 1).



Figura 1- Vista parcial dos viveiros experimentais

Inicialmente, a vegetação interna e externa dos viveiros foi retirada deixando o solo exposto ao sol por um período de três dias. No dia anterior ao enchimento dos viveiros, deu-se início ao procedimento de calagem e de adubação orgânica, utilizando-se 100g.m⁻² de cal hidratada e 100g.m⁻² de esterco de aves.

Quando os viveiros alcançaram 50% do seu volume útil, foi realizada a fertilização química, com 5,0g.m⁻² de sulfato de amônio, conjugado com 3,0g.m⁻² de superfosfato simples, dissolvidos em água e aspergidos sobre a água dos viveiros, conforme recomendação de New (1988).

Em função dos resultados das análises de qualidade da água, foram efetuadas fertilizações de manutenção, visando manter a alcalinidade e dureza total sendo maiores que 20mg.L⁻¹ de CaCO₃, a transparência da água entre 30 a 50 cm e os teores de fósforo e nitrogênio superior a 0,1 e 0,7mg.L⁻¹, respectivamente. Estes valores foram recomendados por Boyd (1982) e Ordög (1990), como forma de manter a produtividade natural do ambiente em níveis adequados ao cultivo.

4.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (linhagens nilótica, vermelha e chitralada) e quatro repetições.

4.3. Manejo do cultivo experimental

Os alevinos utilizados no experimento foram sexualmente revertidos na própria Estação de Aqüicultura, apresentando pesos médios iniciais de 50,98g, 54,54g e 64,51g para as linhagens nilótica, vermelha e chitralada, respectivamente. Inicialmente, foram estocados em tanques-rede de manutenção, durante dez dias, sendo alimentados três vezes ao dia com ração comercial contendo 32% de proteína bruta.

Conforme recomendação de New (1976), Kubitza (2000) e Zimmermann (2000), um dia antes da estocagem nos viveiros experimentais, a alimentação foi suspensa e, no dia anterior ao início do experimento, os alevinos foram pesados e medidos empregando balança eletrônica com precisão de 0,1g e ictiômetro com precisão de 1,0mm. Após a

ictiometria, os peixes foram contados e estocados nos viveiros experimentais, numa densidade de 1,5 peixe.m⁻², perfazendo um total de 75 alevinos II por viveiro.

Durante o experimento, os peixes foram alimentados com ração extrusada, ofertada em duas refeições diárias, às 08:00 e 16:00 horas. Nos primeiros 60 dias foi utilizada uma ração contendo 32% de proteína bruta e nos 52 dias finais, uma outra ração com 28%. A composição centesimal das rações está apresentada na Tabela 1.

As taxas de alimentação adotadas foram calculadas com base na matéria seca da ração (13% de umidade), iniciando com 4% da biomassa total e decrescendo até 2% no final do cultivo. Os quantitativos do alimento suplementar foram reajustados a cada duas semanas, com base na biomassa calculada a partir dos dados de cada ictiometria e da sobrevivência estimada (Tabela 2).

Tabela 1 – Níveis de garantia (%) das rações utilizada no experimento, para alimentação das tilápias

Nutrientes	Ração inicial	Ração final
Umidade (Max.)	13,0	13,0
Proteína Bruta (Min.)	32,0	28,0
Extrato Etéreo (Min.)	4,0	4,0
Matéria Fibrosa (Max.)	7,0	7,0
Matéria Mineral (Max.)	12,0	12,0
Cálcio (Max.)	2,5	2,5
Fósforo (Min.)	0,6	0,6

1) Níveis de garantia por quilograma do produto:

Ferro 50,00 mg; Cobre 10,00 mg; Zinco 100,00 mg; Manganês 50,00 mg; Iodo 1,00 mg; Selênio 0,15 mg; Vitamina A 10.000,00 UI; Vitamina D 2.500,00 UI; Vitamina E 200,00 UI; Vitamina K 30,00 mg; Ácido Fólico 10,00 mg; Biotina 0,60 mg; Colina 1.400,00 mg; Ácido Nicotínico 100,00 mg; Ácido Pantotênico 50,00 mg; Tiamina 30,00 mg; Riboflavina 30,00 mg; Piridoxina 30,00 mg; Vitamina B₁₂ 30,00 mg; Vitamina C 200,00 mg; Antioxidante 100,00 mg.

Tabela 2 – Taxas de alimentação adotada durante o tempo experimental, em função do peso

Taxas de alimentação padrão		Estimativa de sobrevivência	
Peso (g)	Biomassa (%)	Tempo (dias)	Sobrevivência (%)
40 – 60	4,0	30	98 – 100
61 – 80	4,0		
81 – 100	3,0	60	95 – 98
101 – 150	3,0		
151 – 200	2,0	90	93 – 95
201 – 300	2,0		
301 – 400	2,0	120	90 – 93

Fonte: Adaptado de Zimmermann (2000) e Kubitzka (2000).

As ictiometrias foram efetuadas com amostras que variaram de 22 a 50% da população de cada viveiro experimental. Para a captura da amostra íctia, utilizou-se uma rede multifilamento com malha de 5mm. Os peixes coletados foram acondicionados em balde(s) plásticos com água e, transportados ao laboratório para realização das tomadas de comprimento total em centímetros (da extremidade do focinho à extremidade da cauda) e do peso total em gramas. Após esta operação, os peixes foram devolvidos para os respectivos viveiros de origem.

O crescimento dos peixes foi avaliado através de ictiometrias quinzenais, mediante amostragens aleatórias de uma parcela da população. Durante a penúltima ictiometria os peixes capturados que apresentaram pesos iguais ou superiores a 400g foram retirados dos viveiros experimentais, classificados por linhagens e contabilizados como despesca parcial. Os indivíduos menores foram devolvidos aos viveiros de origem.

Na despesca total, os viveiros tiveram seus níveis de água reduzidos até a metade, para facilitar a captura dos peixes, realizada com rede de arrasto monofilamento, com dimensões de 10,0 x 2,4m. Os indivíduos não capturados com a rede foram coletados manualmente, após a drenagem total da água.

As variáveis analisadas foram ganho de peso (g.dia^{-1}), taxa de crescimento específico ($\%\text{.dia}^{-1}$), sobrevivência (%), ganho de biomassa (g.m^{-2}), conversão alimentar aparente, biomassa final (g.m^{-2}) e produtividade.

4.4. Variáveis física-química e biológica, e manejo da qualidade da água

Diariamente, foram observados os níveis da água dos viveiros e, quando necessário, efetuada a reposição das perdas por infiltração e evaporação. As amostras de água para análise foram coletadas nos doze viveiros experimentais a cada trinta dias e, em seguida, transportadas até o Laboratório de Limnologia, do Departamento de Pesca, para serem submetidas à análises de alcalinidade e dureza total, nitrito, nitrato, amônia total, ortofosfato e clorofila *a*.

A cada quinze dias, as variáveis oxigênio dissolvido, pH e temperatura da água, foram registrados durante um ciclo nictemeral a cada três horas, através de equipamentos eletrônicos. A transparência foi medida através do disco de Secchi, entre 11:00 e 14:00 horas. Todas as leituras foram efetuadas *in loco* antes das ictiometrias.

A alcalinidade total foi determinada pelo método descrito por Felföldy *et al.* (1987) e expressa em mg.L^{-1} de CaCO_3 . Para as determinações do nitrito, do nitrato e amônia total, foram empregadas as metodologias descritas por Golterman *et al.* (1978) e Koroleff (1976), respectivamente. A clorofila *a* foi determinada pelo método Apha, 1975.

As análises de nitrogênio, fósforo, alcalinidade, dureza total e clorofila *a*, foram realizadas mensalmente, objetivando o direcionamento de ajustes no programa de fertilização, de modo a manter as concentrações de alcalinidade e dureza total superiores a 20 mg.L^{-1} de CaCO_3 e as de ortofosfato ($\text{PO}_4\text{-P}$) e nitrogênio amoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) superiores a 0,1 e 0,7 mg.L^{-1} , respectivamente. A quantidade de calcário dolomítico utilizado para corrigir a alcalinidade e dureza total dos viveiros

experimentais foi calculada em função dos valores registrados nas análises laboratoriais mensais.

Próximo ao término do experimento, em função do baixo teor de oxigênio dissolvido, um fluxo de água, da ordem de $0,3 \text{ L.s}^{-1}$, foi mantido nos viveiros no período noturno, equivalendo a uma renovação diária de 25,9%. Este cuidado passou a ser adotado, dependendo das condições químicas e biológicas da água. Em alguns viveiros, esse fluxo de água, foi mantido também durante o dia, por apresentar valores críticos de oxigênio dissolvido.

4.5. Custo de alimentação

O custo da alimentação artificial (C) foi estimado com base na produção de peixes (P), na conversão alimentar aparente (R) e no custo do alimento (ração) com base na matéria seca (A), de acordo com equação de Shang e Fujimura (1977).

$$C = P.R.A$$

4.6. Avaliação do crescimento

Os dados de ganho de peso médio, taxa de crescimento específico, Sobrevivência, ganho de biomassa, conversão alimentar aparente e relação peso x comprimento, foram analisadas mediante modelos matemáticos recomendados por Mendes (1999).

- a) Ganho de peso médio (GP), expresso em gramas, através da diferença entre o peso médio final (W_{final}) e o peso médio inicial (W_{inicial}).

$$GP = W_{\text{final}} - W_{\text{inicial}}$$

- b) Taxa de Crescimento Específico (TCE), expressa em porcentagem por dia, através da fórmula:

$$TCE = 100 \cdot (\ln W_{\text{final}} - \ln W_{\text{inicial}}) / t.$$

- c) Sobrevivência (S), expressa em porcentagem através da fórmula

$$S = 100 \cdot (N^{\circ} \text{ ind. Inicial} / N^{\circ} \text{ ind. Final})$$

- d) Ganho de Biomassa (GB), obtida através da diferença entre a biomassa final (Bf), e a biomassa inicial (Bi), dada pela fórmula.

$$GB = Bf - Bi$$

- e) Conversão Alimentar Aparente (CAA), resultado da razão entre a quantidade de ração fornecida (em matéria seca), e ganho de biomassa.

$$CAA = \text{Qtde. de ração fornecida (kg)} / \text{Ganho de biomassa (kg)}$$

- f) A relação peso x comprimento, foi determinada com base nos valores empíricos dessas variáveis, registrados em ictiometrias, segundo metodologia de Santos (1978), expressa matematicamente como sendo do tipo:

$$W_t = \Phi \cdot L^{\theta}$$

Em que: W_t = Peso total no instante t de cultivo

L_t = Comprimento total no instante t de cultivo

Φ = Fator de condição que indica o grau de engorda dos peixes

θ = Constante relacionada com o tipo de crescimento dos peixes.

4.7. Análise estatística

A análise de variância (ANOVA), complementada pelo teste de agrupamento de médias (Teste de Tukey) ao nível 5% de probabilidade, foi aplicada para comparar os efeitos dos tratamentos sobre o ganho de peso, taxa de crescimento específico, sobrevivência, ganho de biomassa, conversão alimentar aparente e produtividade. Para os parâmetros de peso, foi utilizado o modelo matemático da estatística W. Antes da análise os dados de sobrevivência foram transformados para arco-seno de $x^{0,5}$. As análises estatísticas estão de acordo com Vieira (1980), Zar (1996) e Mendes (1999).

Para avaliar a relação de peso em função do tempo de cultivo associando as três linhagens (Nilótica, Vermelha e Chitralada), utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$P_i^\lambda = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 N + \beta_3 V + \beta_4 C + e_i,$$

em que P = peso (g); λ = fator de transformação de Box & Cox; β_{0-n} = parâmetros do modelo; t = tempo; N, V e C = Linhagens Nilótica, Vermelha e Chitralada, e finalmente, e = erro experimental. Para verificar a influência de cada variável no referido modelo, utilizou-se a estatística de Stepwise, associada ao transformador de Box & Cox (Box e Cox, 1964).

Para a relação Peso x Comprimento, utilizou-se o seguinte modelo:

$$W = \Phi L^\theta, \text{ descrito por Santos (1978) e Mendes (1999),}$$

Onde: Φ e θ , são os parâmetros da relação.

Para avaliar a existência de diferença entre as linhagens utilizou-se a estatística W, definida por Mendes (1999). Dessa forma, $W = (\Phi N + \Phi V + \Phi C).L^\theta$

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Qualidade da água

A temperatura da água variou de 28,15 a 34,75°C com uma média de 31,45°C, não apresentando diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Todavia, a variação diária dessa variável ao longo do cultivo pode ser visto na Figura 2. Embora no período da tarde tenham sido observados valores próximos a 35°C, bem superior à faixa de conforto da espécie, descrita por Kubitzka (2000) como sendo entre 29 a 31°C, não houve indicativos de que essa variável tenha interferido negativamente no crescimento das linhagens.

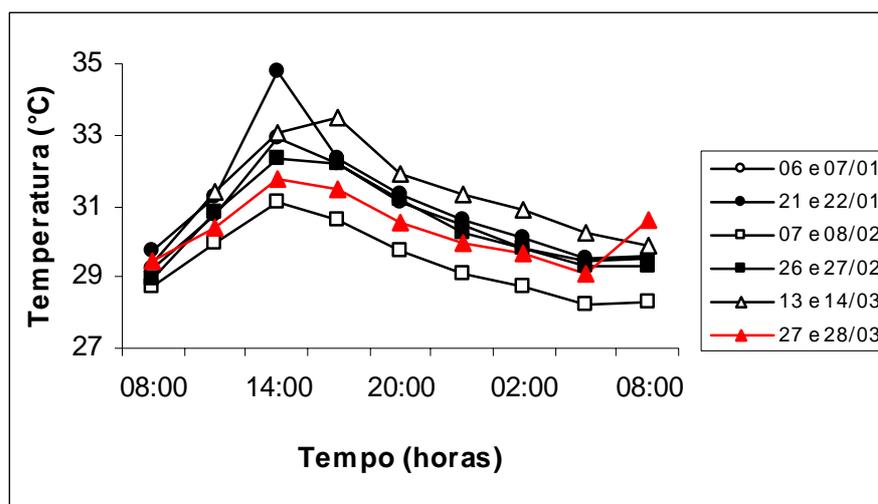


Figura 2 – Variação nictemeral da temperatura da água nos viveiros experimentais

O oxigênio dissolvido ao longo do cultivo para os três tratamentos, manteve-se instável, principalmente próximo ao término do experimento, provavelmente devido ao elevado consumo desse gás pelos peixes, associada à elevada temperatura diária. O valor mínimo registrado correspondeu a 0,34mg.L⁻¹ e o máximo de 8,82mg.L⁻¹, com uma média de 3,78mg.L⁻¹. A variação nictemeral do oxigênio dissolvido durante o experimento pode ser observada na Figura 3. No início do experimento, os níveis de

oxigênio dissolvido apresentaram-se com valores relativamente baixos, melhorando posteriormente.

Supõe-se que esse comportamento tenha relação direta com o baixo nível de produtividade primária, uma vez que o registro de transparência foi alto (> 60cm), a clorofila *a* baixa (variando de 37 a 43 $\mu\text{g.L}^{-1}$) e a temperatura muito elevada (>34°C).

Problemas com baixas concentrações de oxigênio dissolvido em viveiros fertilizados, são pouco freqüentes, mesmo estando eutrofizados com alto consumo noturno. Porém, quando estes são intensificados através da alimentação artificial, distúrbios nessa variável ambiental aumentam em freqüência e gravidade (Boyd, 1982).

Kubitza (2000) afirma que as tilápias suportam baixas concentrações de oxigênio dissolvido (1,6 a 0,7 mg.L^{-1}) ou saturação de 20 a 10%, em temperaturas variando de 26°C a 35°C, adaptando-se bem a hipóxia, com relativa facilidade. Níveis de até 1,0 mg.L^{-1} de oxigênio dissolvido, pode ser ocasionalmente tolerado, contudo, a prática de cultivo deve ser dirigida para manter essa concentração acima de 3,0 mg.L^{-1} (New, 1995).

Mesmo a concentração de oxigênio dissolvido mantendo-se baixa no início do experimento, a mesma pode ser melhorada durante o cultivo através do manejo de correção do pH, com utilização de calcário, renovação de água e fertilização.

A variação diária de pH pode ser visto na Figura 4, este variou de 5,83 a 8,64 com uma média de 7,23, não apresentando diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Contudo, no período diurno foram observados maiores valores no final da tarde, chegando próximo a 9,00. Este valor também foi superior aos observados na madrugada até próximo às 06:00h, estando dentro da faixa suportável pela espécie. Entretanto, na maior parte do cultivo, os valores mantiveram-se dentro da faixa recomendada por Boyd (1982) e Kubitza (2000) que é de 6,5 a 8,5

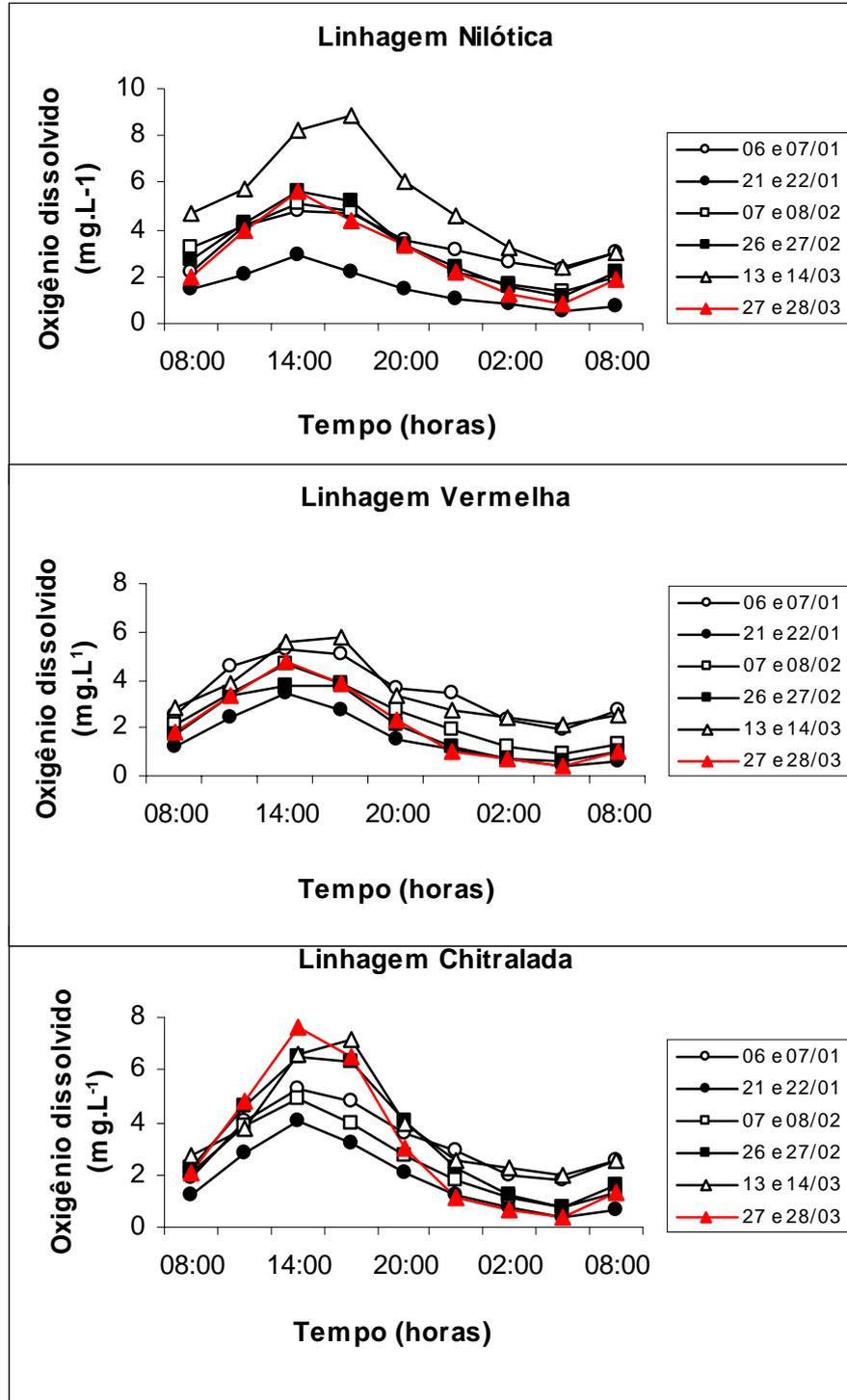


Figura 3 - Variação nictemeral do oxigênio dissolvido da água de cultivo

A baixa do pH no período da madrugada, está associada à respiração dos organismos aquáticos. Durante o dia o fitoplâncton utiliza o gás carbônico (CO₂), acarretando um aumento do pH. À noite este processo funciona inversamente onde com a respiração este gás é liberado, implicando na baixa do pH. No verão, em águas eutróficas, a conversão do CO₂ para Carbono orgânico pela fotossíntese, pode exceder a liberação de gás carbônico pela respiração, de tal forma que nas primeiras horas da manhã, os valores de pH são bastante elevados (Costa Neto, 1990).

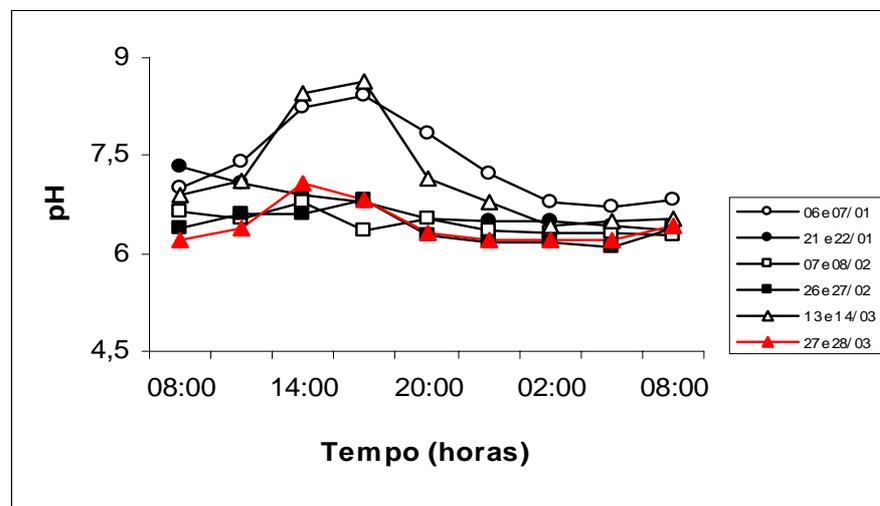


Figura 4 - Variação nictemeral do pH da água de cultivo.

As concentrações de clorofila *a* variaram de 20,46 a 68,82 $\mu\text{g.L}^{-1}$, não apresentando diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos. Todavia, a maior média registrada foi para o tratamento chitralada (55,80 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Supõe-se que o aumento desse pigmento seja devido à densidade fitoplanctônica, onde foi constatado valor mais elevado exatamente nos viveiros que receberam maiores quantidades de ração, provavelmente devido ao maior aporte de nutrientes contido no alimento artificial, após o seu metabolismo (excreção). Segundo Boyd (1982), Malecha *et al.* (1983) e Hariyadi *et al.* (1994) relatam que a variação da clorofila *a*, em viveiros de aquicultura é bem acentuada, e é dependente da presença de nutrientes, principalmente de fósforo e de nitrogênio.

Os valores de nitrogênio e fósforo comportaram-se com uma flutuação muito grande, devido ao consumo pelo fitoplâncton e reposição pela adubação de manutenção. Em alguns momentos, estes valores chegaram próximos a zero, fato que pode ser explicado também pela flutuação qualitativa e quantitativa do fitoplâncton. Os valores de ortofosfato, amônia, alcalinidade, dureza e clorofila *a*, estão apresentados na Tabela 3.

As variações de alcalinidade total foram de 16,00 a 40,00 mg.L⁻¹, e as de dureza total de 15,61 a 47,84mg.L⁻¹ de CaCO₃, enquanto que as de ortofosfato corresponderam de 1,74 a 30,79µg.L⁻¹ e o N-amoniaco de 1,22 a 144,95µg.L⁻¹, não apresentando diferença significativa (P>0,05) entre os tratamentos, exceto para o nitrito (Tabela 3).

Tabela 3 – Análise físico-química e biológica da água dos viveiros experimentais

Variáveis	Linhagens		
	nilótica	vermelha	chitralada
Amônia total (µg.L ⁻¹)	20,39 ± 6,77 ^a	53,09 ± 33,31 ^a	86,53 ± 10,06 ^a
Nitrito (µg.L ⁻¹)	3,44 ± 0,68 ^a	9,85 ± 2,20 ^b	5,11 ± 1,35 ^{ab}
Nitrato (µg.L ⁻¹)	1,17 ± 0,13 ^a	3,77 ± 1,07 ^a	4,42 ± 2,76 ^a
Ortofosfato (µg.L ⁻¹)	14,15 ± 6,44 ^a	17,40 ± 4,73 ^a	17,40 ± 2,84 ^a
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	443,68 ± 61,15 ^a	407,36 ± 55,59 ^a	568,62 ± 69,02 ^a
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	21,00 ± 3,09 ^a	24,00 ± 5,42 ^a	26,75 ± 2,42 ^a
Dureza total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	22,71 ± 4,54 ^a	26,37 ± 7,18 ^a	25,02 ± 3,18 ^a
Clorofila <i>a</i> (µg.L ⁻¹)	37,55 ± 10,91 ^a	30,92 ± 8,65 ^a	43,53 ± 7,21 ^a

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P≤0,05).

Do ponto de vista da fertilização aquícola, os níveis de nitrogênio e fósforo registrados, estão bem aquém daqueles recomendados para aquíicultura semi-intensiva. Entretanto, deve-se ressaltar que os baixos valores registrados de ortofosfato são explicados por vários autores, relatando que este nutriente é facilmente capturado pelo fitoplâncton, fazendo parte de seu metabolismo (Ordög, 1990 e Boyd, 1997).

Boyd (1997) afirma que níveis de fósforo total entre 0,1 e 0,3mg.L⁻¹ e de nitrogênio total entre 0,5 e 1,0mg.L⁻¹, são provavelmente as recomendações adequadas para águas de cultivo dulciaquícolas.

5.2. Avaliação do crescimento

Os dados de crescimento e produção na fase de engorda, incluindo pesos inicial e final, ganho de biomassa, biomassa final, sobrevivência, conversão alimentar aparente e produtividade, estão apresentados na Tabela 4.

A linhagem chitralada mostrou-se mais eficiente ao sistema de cultivo semi-intensivo, apresentando um melhor desempenho em relação à nilótica e vermelha. O ganho de peso relativo correspondeu a 615,51% para chitralada, 413,38% para vermelha e 288,35% para nilótica. Analisando essa variável, verifica-se que a linhagem chitralada cresceu 1,48 e 2,13 vezes em relação a vermelha e nilótica respectivamente, enquanto que a vermelha cresceu 1,43 vezes em relação a nilótica.

Castro (1999) ao trabalhar com *Oreochromis niloticus* linhagem comum, iniciando com indivíduos de peso médio igual a 1,54g durante 168 dias de cultivo, obteve uma taxa de crescimento relativo média de 3.447,6%. Enquanto que Nogueira (2003) trabalhando com a linhagem chitralada não revertida e revertida, registrou valores médios de 2.518,9% para indivíduos com peso médio de 11,70g e de 2.350,0% para peixes de 16,05g. O maior valor registrado correspondeu a 615,51% e peso inicial de 64,51g para a linhagem chitralada. Constatou que a taxa de crescimento relativo associasse diretamente com a idade, onde ficou demonstrado que quanto menor for o peso do indivíduo (peixe), maior será a velocidade de crescimento, ou maior a eficiência de transformação do alimento em massa muscular. Contudo, é explicada uma menor taxa para esse trabalho, em virtude de apresentar um maior peso inicial em relação aos demais.

O ganho de biomassa e a taxa de crescimento específico foram maiores ($P \leq 0,05$) para a tilápia chitralada (29,23kg e 2,42%.dia⁻¹, respectivamente). Os peixes cresceram continuamente até a despesca, apresentando médias diárias de 1,55, 1,93 e 2,77g.dia⁻¹, para as linhagens nilótica, vermelha e chitralada, respectivamente. Foi observado que a partir dos 105 dias de cultivo, obteve-se indivíduos com peso comercial (>400g), com percentual de população da ordem de 1,3% para nilótica, 2,6% para vermelha e 23,3% para chitralada.

As taxas de crescimento específico foram iguais estatisticamente ($P > 0,05$) para as linhagens nilótica (1,77%.dia⁻¹) e vermelha (2,06%.dia⁻¹) e diferente ($P \leq 0,05$) para a chitralada (2,42%.dia⁻¹), conforme Figura 5 e Tabela 4. O menor crescimento da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus*, pode estar associado à ocorrência de desovas a partir do segundo mês de cultivo. Durante as ictiometrias, foram retirados dos viveiros cerca de 8.800 alevinos, correspondendo a uma biomassa média de 5,29kg por viveiro, o que corresponde a 105,80g/m². Essa prática também foi adotada para as fêmeas encontradas no experimento. Este fato não foi registrado para as outras duas linhagens em estudo.

As taxas de crescimento específico das linhagens comportaram-se de uma forma normal (biologicamente), até o terceiro mês de cultivo. A partir desse período, ficou evidenciado um crescimento elevado para a linhagem chitralada (Figura 5). Alguns piscicultores têm comentado que esta tilápia, quando alcança pesos em torno de 400g e são mantidas no cultivo por mais de 30 a 60 dias, apresentam um ganho de peso superior aos anteriores.

Castro (1999) registrou uma taxa de crescimento específico para a tilápia nilótica de 4,72 %.dia⁻¹, quando cultivada em sistema intensivo (raceway), durante 168 dias de cultivo. Esses valores foram superiores aos alcançados neste experimento. É nítida a diferença entre os valores, entretanto, deve ser considerada a diferença na idade ontogênica dos peixes, no sistema de cultivo, no regime alimentar (frequência), na natureza qualitativa e quantitativa da proteína e na densidade de estocagem.

Tabela 4 – Dados de crescimento e produção das tilápias cultivadas em sistema semi-intensivo, durante 112 dias de cultivo.

Variáveis	Tratamentos		
	nilótica	vermelha	chitralada
Densidade de estocagem (Ind.m ⁻²)	1,5	1,5	1,5
Número de indivíduos inicial	75	75	75
Peso médio inicial (g)	50,98 ^a	54,54 ^a	64,51 ^a
Peso médio final (g)	197,98 ^a	280,03 ^b	460,93 ^c
Ganho de peso absoluto (g)	147,00 ^a	225,49 ^b	396,42 ^c
Ganho e peso relativo (%)	288,35 ^a	414,44 ^b	614,51 ^c
Comprimento inicial (cm)	13,60 ^a	14,30 ^a	14,40 ^a
Comprimento final (cm)	21,88 ^a	24,15 ^b	27,90 ^c
Taxa de crescimento (g)	1,55 ^a	1,93 ^b	2,77 ^c
Taxa de Crescimento Específico (%dia)	1,77 ^a	2,06 ^b	2,42 ^c
Biomassa inicial (kg)	3,87 ^a	4,10 ^a	4,84 ^a
Biomassa final (g.m ⁻²)	352,6 ^a	403,6 ^b	681,4 ^c
Ganho de biomassa (kg)	13,88 ^a	16,08 ^b	29,23 ^c
Sobrevivência (%)	85,67 ^a	92,67 ^a	94,33 ^a
Conversão alimentar aparente	1,59 ^a	1,55 ^a	1,14 ^b
Produtividade (kg.ha ⁻¹ . ciclo ⁻¹)	3.256	4.036	6.814
Produtividade (kg.ha ⁻¹ . ano ⁻¹)	8.140	10.090	17.035

Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente (P≤0,05).

De acordo com os resultados, a linhagem Nilótica apresentou os menores índices para as variáveis analisadas, enquanto que a linhagem Vermelha, para os mesmos parâmetros, situou-se numa faixa intermediária. Contudo, a linhagem Chitralada foi a que apresentou o melhor desempenho.

Royce (1972) relata que o crescimento é considerado geralmente como um incremento de peso em função do tempo, qualquer que seja a unidade, e pode ser aplicado a uma parte do organismo, ao indivíduo como um todo ou a uma população. Espécies diferentes podem variar seu potencial de crescimento, entretanto, variações consideráveis podem existir entre indivíduos ou grupos de uma mesma espécie.

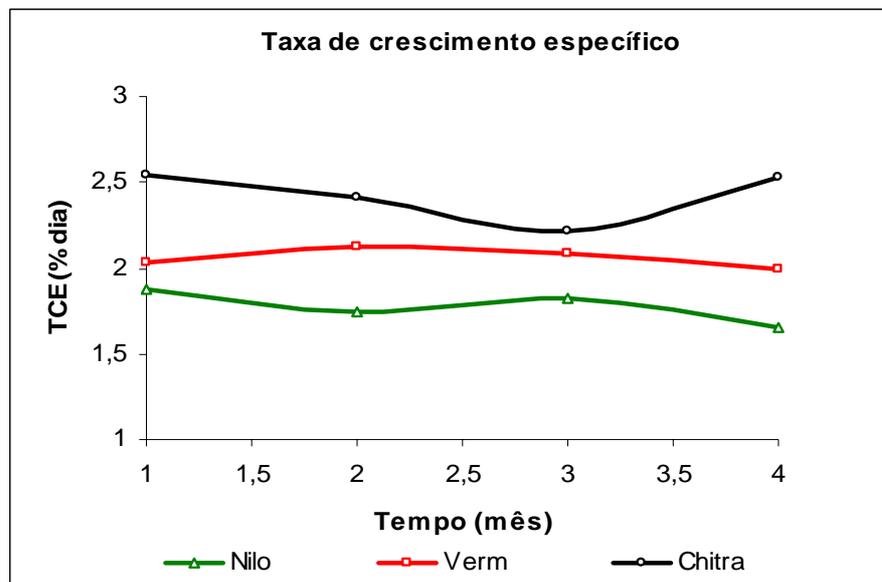


Figura 5 - Taxa de crescimento específico das três linhagens de tilápias *Oreochromis* sp

A evolução do peso em função do tempo de cultivo das tilápias, está apresentada na Figura 6 juntamente com o modelo matemático que expressa as funções e as curvas peso x tempo para as linhagens nilótica, vermelha e chitralada, com $R^2 = 0,9929$ que representa um bom ajuste ao modelo.

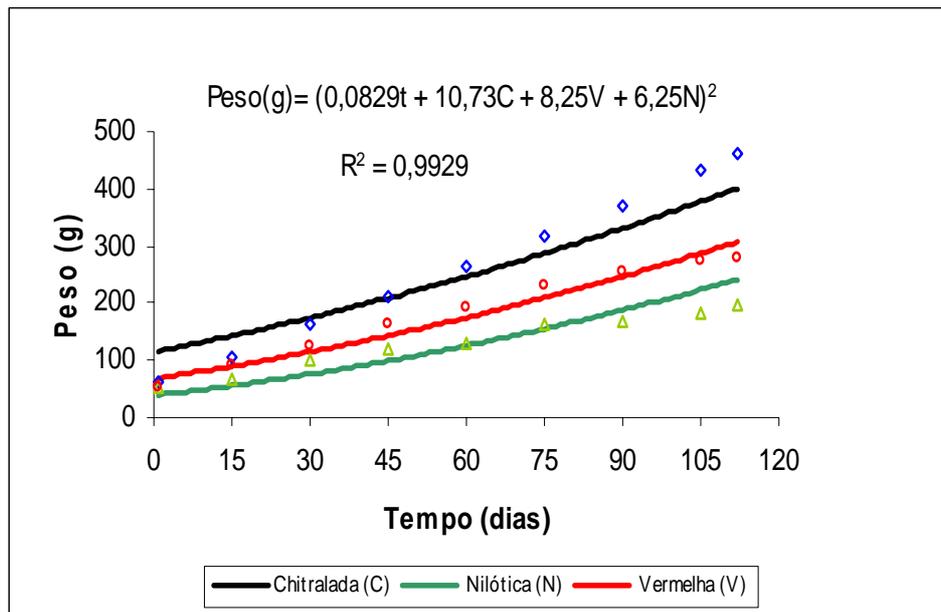


Figura 6 - Crescimento em peso das linhagens de tilápias *Oreochromis* sp durante o cultivo

A Figura 7, expõe a relação peso x comprimento com suas respectivas equações. Os valores relativos a constante de crescimento “ θ ” para as linhagens nilótica, vermelha e chitralada, corresponderam a 2,8010, 3,0537 e 2,9688, respectivamente, indicando um crescimento alométrico positivo para a linhagem vermelha e negativo para nilótica e chitralada (Tabela 5) onde se evidencia que o melhor resultado de crescimento, correspondeu à linhagem que apresentou valores de peso intermediário. Deve-se ressaltar que os valores de “ θ ” das linhagens vermelha e chitralada, indicam uma tendência isométrica.

Em aquicultura, a relação peso x comprimento é utilizada como meio de estimar o peso de um determinado indivíduo em função do crescimento em comprimento, e como indicador da condição de nutrição, de reprodução e de bem estar geral (Rossi-Wongtschowski citado por Zavaglia-Paschoalino, 1996).

Para quaisquer valores de peso e comprimento, a relação geralmente obedece a expressão $W = \Phi.L^\theta$, onde o expoente representa a constante de crescimento da espécie, que é igual a 3,0, representando crescimento isométrico, ou seja, não altera a forma ou

gravidade específica. Valores inferiores ou superiores a 3,0, resultam em crescimento alométrico negativo ou positivo, respectivamente. Em peixes, esses valores situam-se entre 2 e 3 (Royce, 1972) ou de 2,5 a 4,0 (Rossi citado por Verani, 1980) os quais são comumente encontrados.

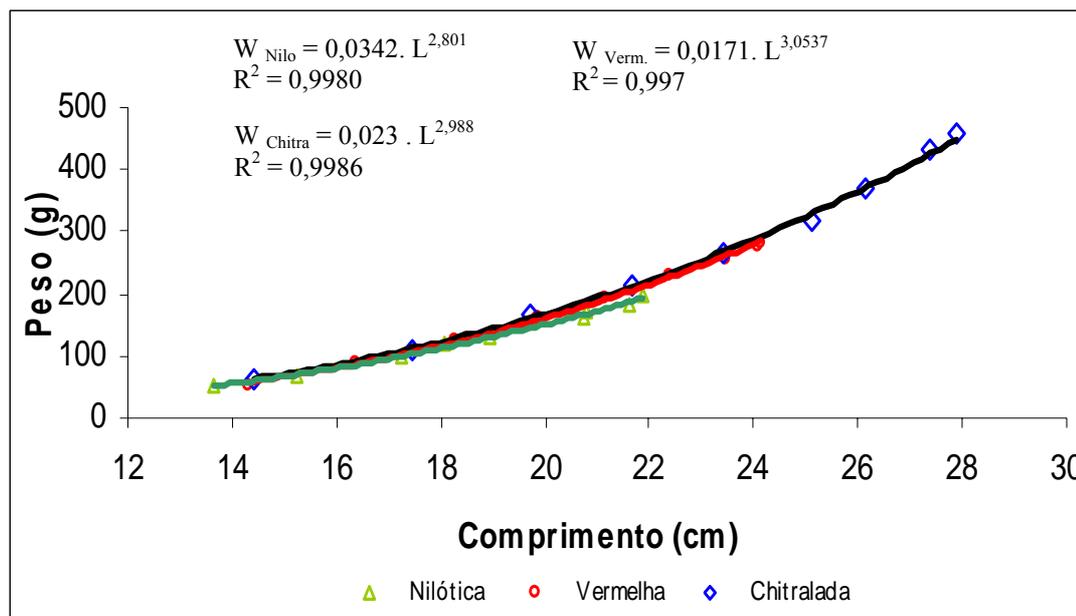


Figura 7 - Relação peso x comprimento das três linhagens de tilápias *Oreochromis sp* durante o cultivo.

Verani (1980), trabalhando em viveiros com *Oreochromis niloticus*, obteve valores de “ θ ” situados entre 2,90 e 3,02, e com híbridos de *Oreochromis niloticus x O. hornorum*, entre 2,97 e 3,20.

Os resultados do presente trabalho assemelham-se aos encontrados por Verani (op.cit), os quais estão de acordo com as afirmações de Rossi-Wongstchowski citados por Bernardino (1996) como sendo a mesma para indivíduos em condições semelhantes, podendo variar para peixes de localidades diferentes, fases de crescimento diferente e entre sexo.

O parâmetro Φ , ou fator de condição K, indica o grau de engorda ou bem estar dos peixes, Este fator pode ser utilizado para comparar duas ou mais populações quando submetidas a tratamentos iguais ou diferentes, e quando os tratamentos implicarem em variações no suprimento alimentar.

Tabela 5 – Parâmetros de crescimento das linhagens de tilápia sob cultivo

Linhagens	Parâmetros			
	Φ	Θ	R ²	EC
Nilótica	0,0342	2,8010	0,9980	b
Vermelha	0,0171	3,0537	0,9970	a
Chitralada	0,023	2,9688	0,9986	a

Valores de Φ variando de 0,0145 a 0,0170 e de 0,0130 a 0,0178, respectivamente, para fêmeas e machos de *Oreochromis niloticus* cultivados em tanques externos foram registrados por Mainardes-Pinto *et al* (1988), Pereira (1986) registraram valores médios de 0,01916 e 0,01999 para indivíduos machos da mesma espécie em sistema de cultivo intensivo, enquanto que Castro (1999) empregando o mesmo sistema de cultivo, obteve valores variando de 0,0111 a 0,0118 para a tilápia nilótica *Oreochromis niloticus*.

Os valores de Φ , registrados variaram de 0,0171 a 0,0342 (Tabela 5), os quais não se distanciam dos demais relatados, exceto para a linhagem Nilótica, contudo, verifica-se diferença nos sistemas de cultivo, onde se supõe que os peixes ora cultivados foram mantidos com dietas alimentares que satisfizeram as suas exigências nutricionais. Ou seja, as tilápias em geral, convertem bem o alimento ofertado independente do sistema de cultivo a que está submetida.

Com base nesses números fica evidenciado que a linhagem Nilótica teve o crescimento reduzido, talvez em função dos gastos metabólicos carreado para o processo de

reprodução pelas fêmeas e pelos machos e pelo gasto natural do cortejo reprodutivo da espécie.

O peso médio obtido por Bezerra (2000) para a engorda da tilápia chitralada em tanques-rede foi de 357g, com uma conversão alimentar de 0,98, foi similar aos obtidos neste trabalho, cujo peso médio foi de 460,93g. e conversão alimentar de 1,14 para a linhagem chitralada. Tratando-se de sistemas de cultivo diferentes, as respostas mostraram-se próximas quanto à conversão alimentar, todavia, o peso médio final obtido neste experimento foi superior, (aproximadamente 23%). Como o peso médio final foi discrepante, evidencia um melhor desempenho no sistema semi-intensivo, em relação ao sistema intensivo, mesmo apresentando conversões alimentares diferentes.

Castro (1999) trabalhando com a tilápia nilótica *Oreochromis niloticus*, em sistema de cultivo intensivo, obteve pesos médios finais variando de 330 a 375g e conversão alimentar de 2,44 a 2,92. Comparando-se esses valores com os encontrados no presente experimento, observa-se que o peso final registrado pela autora é superior aos da linhagem nilótica (197,98g) e aos da vermelha (280,03g) e inferior ao da chitralada (460,93g). Porém, quanto à conversão alimentar (nilótica 1,59, vermelha 1,55 e chitralada 1,14) verifica-se que todos os valores registrados nesse trabalho foram superiores, evidenciando desta forma, uma melhor eficiência na conversão do alimento no sistema semi-intensivo em relação ao intensivo.

Boscolo *et al.* (1998), avaliando o desempenho de alevinagem entre as tilápias tailandesa e comum, obtiveram a mesma conversão alimentar para o cultivo da tilápia tailandesa (1,15), contudo, os valores de ganho de peso e sobrevivência, mostraram-se mais elevados do que os encontrado neste trabalho. Esse dado vem confirmar que a linhagem chitralada, apresenta uma melhor transformação dos alimentos ingeridos, independente da fase ontogênica.

5.3. Custo de alimentação

51

Os custos de alimentação obtidos a partir do consumo de ração, foram diferentes ($P \leq 0,05$), representando valores de R\$ 1,50; 1,42 e 0,97.kg⁻¹ de peixe para a linhagem nilótica, vermelha e chitralada, respectivamente. A tilápia chitralada, representou uma economia da ordem de 64,68% no custo de alimentação em relação à nilótica. Os custos de alimentação para as três linhagens corresponderam a:

a) $C_{\text{nilótica}} = \text{R\$ } 1,50.\text{kg}^{-1}$

b) $C_{\text{vermelha}} = \text{R\$ } 1,42.\text{kg}^{-1}$

c) $C_{\text{chitralada}} = \text{R\$ } 0,97.\text{kg}^{-1}$

Considerando que o custo de alimentação representa cerca de 60% dos custos de produção, é possível que o custo de produção da tilápia chitralada esteja perto de R\$ 1,50. Essa estimativa é bastante superior à obtida por Bezerra (2000) produzindo Chitralada em tanques-rede a R\$ 1,00.Kg⁻¹. Deve-se considerar que esse experimento foi realizado há dois anos e que os índices de inflação não foram computados.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, a tilápia *Oreochromis niloticus*, linhagem Chitralada, foi que apresentou melhor desempenho no cultivo semi-intensivo, possibilitando indicar as seguintes conclusões:

A tilápia nilótica, linhagem chitralada em cultivo semi-intensivo, apresenta melhor desempenho, tanto em peso quanto em comprimento, sendo portanto, a mais indicada para cultivo comercial.

A tilápia chitralada apresenta um aumento de crescimento quando alcança pesos superiores à 350g, considerando o peso estabelecido pelo mercado consumidor que é atualmente de 450 a 550g.

A elevada temperatura ($>31^{\circ}\text{C}$) ao longo do experimento, não compromete o desempenho de crescimento das linhagens de tilápias *Oreochromis* sp. e seus híbridos.

7. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a realização de experimentos comparativos entre o desempenho da tilápia chitralada com tilápia Nilótica, utilizando-se indivíduos 100% machos, a fim de avaliar o real desempenho das duas linhagens em cultivo semi-intensivo.

A realização de análise econômica refinada, deve ser realizada para comprovar a eficiência no input do crescimento da linhagem Chitralada, após os 350g de peso.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA (American Public Health Association). **Standard methods for examination of water and waste water**, Washington: Apha, 1975. 1193 p.

BERNARDINO, G. **Crescimento do pacu *Piaractus mesopotamicus* Holberg, 1987) (Teleostei, Serrasalminidae) em duas densidades de estocagem, sob condição de criação semi-intensiva**. São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1996. 98p. Dissertação de Mestrado (Ecologia e Recursos Naturais).

BEZERRA, F. J. S. Relatório sobre as atividades desenvolvidas em um projeto de cultivo de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus* (L., 1766), linhagem chitralada (Tailandesa), em tanques-rede, no município de Boa viagem-CE. Fortaleza: UFC, 2000. 76p. **Relatório técnico s/n. para conclusão do Curso de Engenharia de Pesca**.

BHURJEL, R.; TURNER, W.; LITTLE, D. Quality monitoring of sex-reversed tilapia fry. **Fish Farm**, p. 34-36. September/October, 1988.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; SOARES, C. M.; FURUYA, W. M. e NAGAE, M. Y. Desempenho de machos revertidos de “Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens Tailandesa e comum, na fase inicial. In: AQUACULTURA BRASIL'98, Olinda, 1998. **Resumos....** Olinda: ABRAq. p.248.

BOX, G. E. P, e COX, D. R. **An analysis of transformation**. Journal of Roy. Sta. Soc. B-26: 211-43. Discussion 244-52. 1964.

BOYD, C. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam : Elsevier, 1982. 318p.

BOYD, C. **Manejo do solo e da qualidade da água em viveiro para aquicultura**. Trad. Eduardo Ono, Campinas : Associação Americana de Soja, 1997. 55 p.

BRITO, G. M. A.; SILVA, A. L. N.; CARMO, J. L. Efeito da adubação inorgânica sobre o crescimento de “Tilápias” *Oreochromis niloticus* em tanques de fibra de vidro. In: AQUACULTURA BRASIL’98, Olinda, 1998. **Resumos....** Olinda: ABRAq. p.20.

CARVALHO-FILHO, J. Editorial **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, V. 5, n. 27, p. 3, jan/fev. 1995.

CASTILLO-CAMPO, L. F. **História genética e hibridação da tilapia roja**. San Tander: Ideal, 1995. 236p.

CASTRO, P.F. **Utilização do milheto *Lennisetum americanum* (L.) como substituto do milho, em rações para a Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757)**. São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1999. 110p. Dissertação de Mestrado (Ecologia e Recursos Naturais).

CAVALCANTI, L. B.; CORREIA, E. S.; CORDEIRO, E. A. **Camarão: Manual de cultivo do *Macrobrachium rosenbergii***. Recife : Aquaconsult, 1986, 143 p.

CODA, S. 1996. **Cultivo intensivo de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) revertida sexualmente em duas densidades de estocagem**. Londrina, 1996. 67p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas. Universidade Estadual de Londrina).

CORREIA, E. S. **Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)**. São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1998. 136 p. Tese de Doutorado (Ecologia e Recursos Naturais).

COSTA NETO, J. P. **Bases limnológicas para o manejo de tanques de peixes**. São Carlos : Escola de Engenharia de São Carlos – USP. 1990, 192p. Tese (Doutorado).

DA SILVA, A . B.; MELO, F. R.; LOVSHIN, L. L. Observações preliminares sobre a cultura da Tilápia nilótica (Linnaeus) macho em viveiros em comparação com híbridos machos de tilápia com o uso de ração suplementar e fertilizantes. Fortaleza, DNOCS, 1973. 5p.

DA SILVA, A . B.; MELO, F. R.; LOVSHIN, L. L. Observações preliminares de criação consorciada de híbrido de Tilápia hornorum (macho) e Tilápia nilótica (fêmea) com carpa espelho, *Cyprinus carpio var, Specularis* em viveiro. Fortaleza, v.33, n-1, p25-30, 1975.

DUARTE, A. R. S., Determinação da letalidade em baixas concentrações de oxigênio dissolvido, sob diferentes temperaturas utilizando alevinos de tilápia do Nilo, linhagem Chitralada, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: *Ciclidae*). **Monografia para conclusão do Curso de Engenharia de Pesca**. UFRPE, Recife-PE, 2003. 76p.

FAO (food and Agriculture Organization of United Nations) **Global Fishery production in 1994**. Rome Data and Statistic Unit (FIDI), 1996. 3p.

FAO, AQUACULT – PC : Fishery information, Data and Statistic (FIDI), Time series of production from aquaculture (quantities and values) and capture fisheries (quantities) – Programa computacional. 2003.

FARIA, A. C. E. A. & HAYASHI, C. Avaliação de diferentes adubações orgânicas utilizados na produção de fitoplâncton em tanques de cultivo. In: AQUACULTURA BRASIL'98, Olinda, 1998. **Resumos....** Olinda: ABRAq., 1998. p.37.

FELFOLDY, L., SZABO, E., TOTH, L. **A biological vizminosités**. Budapest: Vizugyi Hydrologia Vizdok. 1987. 258p.

FERNANDES, M. N.; RANTIN, T. F. Respiratory responses of *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae) to environmental reductions of dissolved oxygen. **Bol. Fisiol. Anim.**, São Paulo, v. 11, p.51-60, 1987.

GOLTERMAN, H. L., CLYMO, R. S., OHNSTAND, M. A. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. London, Blackwell Scientific. Publications, 1978. 214p. (IBP Handbook, 8).

HARIYADI, S., TUCKER, C. S., STEEBY, J. A. Environmental conditions and channel catfish *Ictalurus punctatus* production under similar pond management regimes in Alabama and Mississippi. **Journal of the World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 25, n.2, p. 236-249, 1994.

HEPHER, B., PRUGININ, Y. **Cultivo de peces comerciales**. Basado en las experiencias de las granjas piscícolas en Israel. México: Editorial Limusa, 1985. 316p.

HILSDORF, A. W. S. Genética e cultivo de tilápias vermelhas Uma revisão. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 73-84, 1995.

HUET, M. **Tratado de Piscicultura**, 2. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 745 p. 1978.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. 1976. In: Grasshoff, K. (ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim. 117-187.

KUBITZA, F. **Qualidade da água na produção de peixes**. Jundiaí - São Paulo: Fernando Kubitza, 2000. 97p.

KUBITZA, F. **Tilapia: Tecnologia e Planejamento na Produção Comercial**. Jundiaí-São Paulo. Fernando Kubitza, 2000. 285p.

KUO, H. Progress in genetic improvement of red hybrid tilapia in Taiwan. In: International Symposium In Tilapia Aquaculture. Bangkok. Manila, 1988. **ICLARM**. V. 1, p. 219-22.

LAWS, E., MALECHA, S. R. Application of a nutrient-saturated growth model to phytoplankton management in freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) ponds in Hawaii. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 24, p. 91-101, 1981.

LEÃO FILHO, J. A., **Determinação da letalidade em função do consumo de oxigênio dissolvido em diferentes temperaturas, para a espécie *Oreochromis niloticus*, em seu estágio adulto**. Recife : Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. 95p. Monografia para conclusão do curso de Engenharia de Pesca.

LEITE, J. A., SALDANHA, C. A., SILVA, A. L. N. e CARMO, J. L. Influência do alimento natural no crescimento da tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) em sua fase juvenil. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA (CONBEP), Centro de Convenções - Olinda, Pernambuco – Brasil, 1999. **Resumos...** Olinda: XI CONBEP e I CONLAEP., 1999. p.58.

LIMA, A. O. Promessa de lucro que virou realidade. **Revista Brasileira de Agropecuária**, São Paulo, n. 12, p. 30-33, 2001.

LIRA, E. R., DA SILVA, A. B. Estudos Econômicos e Biológicos sobre a criação intensiva do híbrido de tilapia nilótica e hornorum em perímetros irrigados do DNOCS. Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 131-145, 1975.

LOVELL, R. T. Feeding tilapia. **Aquaculture Magazine**. p. 87-91, May/June 1995.

LOVSHIN, L. L. **Worldwide tilapia culture**. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE AQUICULTURA 1, São Paulo, 1997. **Anais...**, São Paulo : Gessulli Eventos, 1997, p. 96-116. MAGNUSON, J. J. Na analysis of aggressive behaviour, growth, and

competition for food and space in medaka, *Oryzias latipes* (Pisces, Cyprinodontidae). **Can. J. Zool.** V. 40, p. 313-363, 1962.

LOVSHIN, L. L. Criteria for Selecting Nile Tilapia and Red Tilapia Culture. **Proceedings from the Fifth International Symposium on Tilapia Aquaculture.** Rio de Janeiro, 2000.

MAINARDES PINTO e PAIVA, P. Aspectos do comportamento biológico de *Tilapia rendalli* (BOULENGER, 1896), em tanque. **Rev. Bras. Biol.** 37:940. 745 - 60, 1977.

MAINARDES-PINTO, C. S. R., PAIVA, P., VERANI, J. R. Studies on the growth and reproduction in the cichlid *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) in earthen ponds. **Boletim do instituto de pesca**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 109-114, 1988.

MALECHA, S. R., BUCK, C. H., BAUR, R. J. Polyculture of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, chinese and common carps in ponds enriched with swine manure. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 25, p. 101-116, 1983.

MARENGONI, N. G. **Reversão sexual e cultivo de tilapia.** Curso de formação em Piscicultura. São Paulo: UNIOESTE, 1999. 21p.

MATHEUS, C. E. **Aspectos do crescimento e reprodução de *Sarotherodon niloticus* (tilápias do Nilo) em lagoas de estabilização e sua influência no tratamento biológico.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1984. 148 p. Dissertação de Mestrado (Ecologia e Recursos Naturais)

MENDES, P. P. **Estatística Aplicada a Aqüicultura.** Recife: Bagaço, 1999. 265p.

MESQUITA, P. E. C.; VIEIRA, M. J. A. F.; NOBRE, M. I. S. MESQUITA, M. S. C. Ensaio sobre estudo comparativo do cultivo super-intensivo da tilapia do Nilo, *Oreochromis niloticus* L. 1766 e da carpa comum, *Cyprinus carpio* L. 1758. vr.

Communis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 4., e CONGRESSO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 1., João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: MCR Aquacultura, 1993. p. 763-783.

NEW, M. B. A review of dietary studies with shrimps and prawns. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 9, p. 101-144, 1976

NEW, M. B. **Feed and Feeding of fish and shrimp**. Roma : FAO, 1987. 275 p.

NEW, M. B. Turn of the millennium aquaculture. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 22, n. 3, p. 28-49, Sete., 1988.

NEW, M. B. Freshwater prawn culture: a review. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 88, p. 99-143, 1990.

NEW, M. B. Status of freshwater prawn farming: a review. **Aquaculture Research**, Sl. v. 26, p. 1-54, 1995.

NOGUEIRA, A. J. **Aspectos da biologia reprodutiva e padrões de crescimento da tilápia *Oreochromis niloticus*, (Linnaeus, 1758), linhagem Chitralada, em cultivos Experimentais**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2003. 77p. Dissertação de Mestrado (Recursos Pesqueiros e Aquicultura)

ORDÖG, V. Proporção e concentração ideal dos nutrientes na água dos viveiros de alvinagem. In: VI SIMPÓSIO LATINOAMERICANO E V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, Florianópolis, 1988. **Anais...**, Florianópolis: ABRAq, 1990. p. 163-168.

PEREIRA, J. A. **Cultivo monossexo de machos de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) e de machos híbridos de *O. hornorum* (Trewawas, 1966) (machos) x *O.***

***niloticus* (fêmeas), em sistema intensivo: aspectos quantitativos (Pisces, Osteichthyes, Cichlidae).** São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1986. 99 p. Tese de Doutorado (Ciências Naturais).

POPMA, T. J. e LOVSHIM, L. L. WORLD prospects for commercial production of Tilapia. International Center for Aquaculture and Environments. Auburn University, Alabama 1994. 40p.

PRUGININ, Y., KANYIKE, E. S. **Densith control of tilapia populations in ponds by *Lates niloticus* (Nile perch).** Nairobi, 1965. n. 65, 5p. Trabalho apresentado no I Symposio on fish farming, realizado em Nairobi em 1965 e promovido pela FAO/STRC.

PRUGININ, Y.; KANYIKE, E. S. **Density control of tilapia populations in ponds by *lates niloticus* (Nile perch).** in: Symposio on Fish Farming. Nairobi n. 65, 5 p. 1989.

ROYCE, W. F. **Introduction to the fishery sciences.** New York : Academic Press, Inc., 1972. 351p.

SÁ, M. F. P. **Efeito da adubação orgânica sobre o crescimento de *Cyprinus carpio*, *Prochilodus cearensis* e *Colossoma macropomum* em experimentos de policultivo.** São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1989. 162 p. Dissertação de Mestrado (Ecologia e Recursos Naturais).

SALDANHA, A. C. A.; SILVA, A. L. N.; SANTOS, E. C. L. Estudo comparativo do desempenho em cultivo entre quatro linhagens de “Tilápias”(*Oreochromis* spp). In: AQUACULTURA BRASIL '98, Olinda, 1998. **Resumos....** Olinda: ABRAq., p.248.

SANTOS, E. P. **Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura.** São Paulo : Hucitec Edusp. 1978. 129p.

SCOTT, A. G., PENMAN, T. J., BEARDMORE, J. A., The “YY” supermale in *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 78, p. 237-251, 1989.

SILVA, A. L. N. **Tilapia vermelha (híbrido de *Oreochromis* spp) e camurim *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792): Aspectos biológicos e cultivo associado na região Nordeste do Brasil**. São Carlo : Universidade Federal de São Carlos, 1996. 199 p. Tese de Doutorado (Ciências Naturais).

SIQUEIRA FILHA, N. T., SIQUEIRA, A. T., LIRA, J. M. T., SANTOS, A. J. G. Estágio de desenvolvimento e densidade de estocagem da tilápia nilótica *Oreochromis niloticus* na incubação artificial em sistema de recirculação. **Anais do XI CONBEP e do CONLAEP**, Recife. v. 1, p. 157-165, 1999.

SHANG, Y. C., FUJIMURA, T. The production economics of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Hawaii. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 11, p. 99-110, 1977.

TACON, A. G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 1. The essential nutrients**. Brasilia : FAO, 1987, 117 p (GCP/RLA/075/ITA Field Document 2/E).

TACON, A. G. J. **The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual. 3. Feeding methods**. Brasilia : FAO, 1988, 208p (GCP/RLA/075/ITA Field Document 7).

TACON, A. G. J. Aquaculture feeds and feeding in the next millennium: major challenges and issues. **FAO Aquaculture Newsletter**, Roma, n. 10, p. 2-8, 1995.

TACON, A. G. J., DE SILVA, S. S. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 151, p.379-404, 1997.

TAVE, D. Genetics and breeding of tilapia: a review In: International Symposium on tilapia In: Aquaculture, 2., 1988. Bangkok. **Proceedings...** Manila ICLARM, p. 285-293. 1988.

TREWAVAS, E. Generic Groupings of Tilapiini used in aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 27, p. 79-81, 1982.

VERANI, J. R. **Controle populacional em cultivo intensivo consorciado entre a tilápia do Nilo, *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus, 1757) e o tucunaré comum, *Cicla ocellaris* Scchneider, 1810: Aspectos quantitativos.** São Carlos : Universidade Federal de São Carlos, 1980. 116p. Dissertação de Mestrado.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística.** Rio de Janeiro : Campus, 1991. 203 p.

ZAVAGLIA-PASCHOALINO, P. **Análise comparativa do crescimento de *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) em cultivos monosexo intensivo e semi-intensivo, com ênfase na sexagem durante o experimento.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1996. 156p. Dissertação de Mestrado.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis.** 2 ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1996. 662p.

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial, Técnica permite a produção de Tilápias do Nilo Geneticamente superiores. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9. n. 54. p. 15-21, 2000.