

XÉLEN FARIA WAMBACH

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM NO
DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) CULTIVADA COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS**

RECIFE/PE

2013



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM NO
DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) CULTIVADA COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

Xélen Faria Wambach

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

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia
Orientador

Recife,
Fevereiro/2013

Ficha Catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE.

W243i Wambach, Xélen Faria
Influência de diferentes densidades de estocagem no desempenho produtivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) cultivada com tecnologia de bioflocos / Xélen Faria Wambach. -- Recife, 2013.

78 f.

Orientador (a): Eudes de Souza Correia.

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2013.

Inclui referências e apêndice.

1. Piscicultura 2. Bioflocos 3. Desempenho Zootécnico
4. Densidade de estocagem 5. Tilápia do Nilo. I. Correia, Eudes de Souza, Orientador II. Título

CDD 639.3

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E
AQUICULTURA

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM NO
DESEMPENHO PRODUTIVO DE TILÁPIA DO NILO *Oreochromis niloticus*
(Linnaeus, 1758) CULTIVADA COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS

XÉLEN FARIA WAMBACH

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 26/02/2013 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia (Orientador)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. Ronaldo Olivera Cavalli (Membro Interno)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. Álvaro José de Almeida Bicudo (Membro Interno)
[Unidade Acadêmica de Garanhuns]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Prof. Dr. Elton Lima Santos (Membro Externo)
[Centro de Ciências Agrárias]
[Universidade Federal de Alagoas]

Prof. Dr. Athiê Jorge Guerra Santos (Membro Suplente)
[Departamento de Pesca e Aquicultura]
[Universidade Federal Rural de Pernambuco]

Dedicatória

À minha família pelo carinho e apoio.

Agradecimentos

À Deus por tudo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), principalmente ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura (PPG-RPAq) em nome de todos os professores e funcionários, pela ótima acolhida e boa contribuição para minha formação. Também a todos os funcionários e amigos do Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) e da Estação de Aquicultura Continental Prof. Johei Koike.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa de Pós-Graduação.

Ao Professor Dr. Eudes de Souza Correia, pelas orientações ímpares, carinho, confiança, amizade, incentivo e exemplo profissional.

Aos membros da Banca Examinadora, titulares e suplentes, pelas críticas e sugestões que contribuíram para melhorar este trabalho.

À empresa Guabi pela doação das rações utilizadas nos experimentos.

Aos Laboratórios do DEPAq e seus respectivos professores responsáveis, pelo carinho e auxílio em partes dos experimentos: Laboratório de Carcinicultura (LACAR, Prof. Paulo de Paula Mendes) nas estatísticas; Laboratório de Produção de Alimento Vivo (LAPAVI, Prof. Alfredo Gálvez) pela produção das microalgas. Também a todos os amigos dos respectivos laboratórios por me auxiliarem.

Ao amigo André Guimarães (“Pintoso”), pela grande ajuda, paciência e dedicação de tempo nas estatísticas de covariância! E ao respectivo Prof. Humber Agrelli, Laboratório de Modelagem Estatística Aplicada (MOE) pela colaboração nestas pesquisas.

Aos grandes companheiros do Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAq): Marcony Vasconcelos, Rodolfo de Paula, Bruno Lucio, Reginaldo Carneiro, Éverton Pires, Pedro Henrique de Sá, Bruna Larissa Carvalho, Rivaldo Siqueira Júnior, João Paulo Viana, Fabiana Penalva, Maria Gabriela Ferreira. Em especial a Ugo Lima, Eduardo Cesar Rodrigues e Rafael Liano de Souza pela dedicação, inúmeros acontecimentos, experiências e momentos de descontração. Agradeço a todos por suas contribuições.

Da mesma forma ao Departamento de Zootecnia da UFRPE, dos amigos, professores e funcionários que me incentivaram.

À minha família que, além do apoio e dedicação, me auxiliava nos experimentos, especialmente meu irmão Ximenes que por muitas vezes me ajudou em vários finais de semana e feriados. Além de todos os familiares e demais queridos que aqui não foram citados nesse momento, mas com plena certeza me apoiaram nessa longa caminhada, trouxeram sempre palavras de encorajamento e são muito importantes na minha vida.

Resumo

Dentre as alternativas de produção aquícola com limitado uso de água para a piscicultura, a tecnologia de bioflocos vem se destacando com bons resultados de produção, possibilitando o aumento de densidades. Assim, o presente trabalho avaliou diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos, nas fases de alevinagem e de engorda, da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*. A fase de alevinagem teve a duração de 67 dias e os tanques foram estocados com alevinos (5,71 g) de tilápia sexualmente revertidos. Os tratamentos consistiram de três diferentes densidades de estocagem, com três repetições: 1) D200 (200 peixes.m⁻³); 2) D350 (350 peixes.m⁻³) e 3) D500 (500 peixes.m⁻³). As variáveis de qualidade de água não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($P \geq 0,05$). O melhor desempenho foi obtido na densidade de 200 peixes.m⁻³, com ganho de peso de 69,47 g, taxa de crescimento específico de 3,71%.dia⁻¹, fator de conversão alimentar de 1,20 e sobrevivência de 82,62%. A fase de engorda teve a duração de 128 dias e os tanques foram estocados com juvenis (123,3 g) de tilápia utilizando-se de três tratamentos e quatro repetições, envolvendo diferentes densidades de estocagem: 1) D15 (15 peixes.m⁻³); 2) D30 (30 peixes.m⁻³) e 3) D45 (45 peixes.m⁻³). O melhor desempenho foi obtido na densidade de 45 peixes.m⁻³, apresentando peso final de 404,37 g, taxa de crescimento específico de 0,93%.dia⁻¹, sobrevivência de 90,97% e fator de conversão alimentar de 1,6. A utilização da tecnologia de bioflocos apresenta-se como uma boa opção para produção intensiva de tilápia, pois, além de ser uma técnica compatível com os princípios de sustentabilidade, possibilita estocagem e produtividade de 200 peixes.m⁻³ com 12,44 Kg.m⁻³, e de 45 peixes.m⁻³ com 16,57 Kg.m⁻³, respectivamente para as fases de alevinagem e de engorda.

Palavras-chave: piscicultura, tilápia do Nilo, bioflocos, densidade de estocagem, desempenho zootécnico.

Abstract

Among alternatives of aquaculture production with limited water use for fish farming, the biofloc technology of densities with good production results. Thus, the present study evaluated different stocking densities with biofloc technology, in the nursery and growout phases of Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. The nursery phase lasted 67 days and the tanks were stocked with fingerlings (5.71 g) of tilapia sexually reversed. Treatments consisted of three different stocking densities, with three replicates: 1) D200 (200 fishes.m⁻³); 2) D350 (350 fishes.m⁻³) and 3) D500 (500 fishes.m⁻³). The water quality variables showed no significant difference among treatments ($P \geq 0.05$). The best performance was obtained at density of 200 fishes.m⁻³, with a weight gain of 69.47 g, specific growth rate of 3.71%.day⁻¹, feed conversion ratio of 1.20 and survival of 82.62%. Growout phase lasted 128 days and the tanks were stocked with juveniles (123.3 g) of tilapia using three treatments and four replicates involving different stocking densities: 1) D15 (15 fishes.m⁻³); 2) D30 (30 fishes.m⁻³) and 3) D45 (45 fishes.m⁻³). The best performance was obtained in the density of 45 fishes.m⁻³, with final weight of 404.37 g, specific growth rate of 0.93%. day⁻¹, survival of 90.97% and feed conversion ratio of 1.6. The use of bioflocs technology presents by itself as a good choice for tilapia intensive production, besides to being a compatible technique with the principles of sustainability, make possible the stocking and productivity of 200 fishes.m⁻³ with 12.44 Kg.m⁻³, and 45 fishes.m⁻³ with 16.57 Kg.m⁻³, respectively for nursery and growout phases.

Key words: fish culture, Nile tilapia, stocking density, zootechnical performance.

Lista de figuras

ARTIGO I

	Página
Figura 1. Variação físico-químicas da água no cultivo de tilápia do Nilo <i>O.niloticus</i> , na fase de alevinagem, sob as diferentes densidades de estocagem em sistema de bioflocos.....	45
Figura 2. Relação de números de peixes vivos por densidade de estocagem ao longo do cultivo de tilápia do Nilo (<i>O.niloticus</i>) na fase de alevinagem, em sistema de bioflocos.....	45

ARTIGO II

	Página
Figura 1. Variações médias de alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$), durante 128 dias, no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo <i>O. niloticus</i> sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos.....	64
Figura 2. Variações médias dos compostos nitrogenados (A. amônia total, NH_3+NH_4 , e B. nitrito, NO_2) durante 128 dias, no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo <i>O. niloticus</i> sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos.....	65
Figura 3. Volume médio dos sólidos sedimentáveis durante 128 dias, no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo <i>O. niloticus</i> sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos.....	66
Figura 4. Produtividade (Kg.m^{-3}), em função das diferentes densidades de estocagem no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo <i>O. niloticus</i> com tecnologia de bioflocos.....	68

Lista de tabelas

ARTIGO I

Página

Tabela 1. Variáveis físico-químicas da água durante 67 dias de cultivo de alevinos de tilápia *Oreochromis niloticus*, em sistema de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (valores médios \pm desvio padrão; amplitude entre parênteses)..... 44

Tabela 2. Médias (\pm desvio padrão) dos parâmetros de desempenho zootécnico de alevinos (5,71 g) de tilápia do Nilo *O. niloticus*, cultivados durante 67 dias em sistema de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (médias \pm desvio padrão)..... 44

ARTIGO II

Página

Tabela 1. Variáveis físico-químicas da água monitoradas no cultivo de juvenis de tilápia *O. niloticus*, durante 128 dias com tecnologia de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (valores médios \pm desvio padrão; amplitude entre parênteses)..... 63

Tabela 2. Desempenho zootécnico de juvenis de tilápia do Nilo *O. niloticus*, cultivados durante 128 dias com tecnologia de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (média \pm desvio padrão)..... 67

Sumário

Página

Dedicatória

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1.0. Introdução	12
2.0. Revisão de literatura	15
2.1. Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	15
2.2. Densidade de estocagem	16
2.3. Tecnologia de Bioflocos (BFT)	17
2.4. Relação Carbono:Nitrogênio (C:N)	20
2.5. Controle e Monitoramento da qualidade da água em BFT	21
3.0. Referência bibliográfica	23
4.0. Artigo científico	30
4.1. Artigo científico I	31
4.2. Normas da Revista [Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)]	46
4.3. Artigo científico II	57
4.4. Normas da Revista [Revista Brasileira de Ciências Agrárias]	73

1.0. Introdução

Dentre as espécies de peixes de água doce, a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) se apresenta, na atualidade, como um dos peixes mais importantes para o desenvolvimento da piscicultura e destaque na aquicultura mundial. Isto se deve principalmente às suas características como rusticidade, taxa de crescimento elevada em diferentes sistemas de cultivo, boa conversão alimentar, aceitação no mercado consumidor, hábito alimentar onívoro, capacidade de reprodução em cativeiro (EL-SAYED, 2006).

Tais características fazem das tilápias o segundo grupo de peixes de importância comercial global e o primeiro no Brasil (LOVSHIN, 2000). No Brasil, a produção de tilápias tem aumentado ao longo dos anos, com 155 mil toneladas produzidas em 2010 (MPA, 2012).

Com uma população já de sete bilhões de pessoas na Terra, a demanda por alimentos de origem aquática continua a aumentar e, conseqüentemente, a expansão e intensificação da produção aquícola são altamente necessárias.

Contudo, a produção de produtos aquícolas não deve aumentar significativamente o uso dos recursos naturais de água e terra (Avnimelech, 2009), também dever haver o desenvolvimento sistemas de aquicultura sustentáveis que não danifiquem o meio ambiente (Naylor et al., 2000) e construir sistemas que ofereçam uma relação custo / benefício apoiada na sustentabilidade econômica e social (Avnimelech, 2009). Todos estes pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável da aquicultura podem ser atendidos pela tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology* - BFT).

A tecnologia de bioflocos é uma técnica de controle da qualidade da água por meio da adição de carbono para o sistema aquícola, através de uma fonte externa de carbono orgânico ou elevado teor de carbono contido na alimentação dos animais (CRAB et al., 2012). Uma das fontes de carbono utilizada na aquicultura é o melaço (subproduto da cana-de-açúcar), que pode se apresentar na forma líquida viscosa e não cristalizável, tendo sua composição

favorável, pois contém pouco nitrogênio, cinzas ou fibras (UGALDE e CASTRILLO, 2013), além de ser de fácil disponibilidade, e pode atuar como uma fonte alternativa de carbono para a produção de bactérias heterotróficas em suspensão, podendo atingir uma produção de até 168 g de sólidos suspensos voláteis/Kg de alimento para peixes (SCHNEIDER et al., 2006). O melão possui, geralmente, 17 a 25% de água e 45 a 50% de açúcares (sucrose, glucose, frutose) (NAJAFPOUR e SHAN, 2003).

O princípio básico da tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology* - BFT) é a retenção dos resíduos e sua conversão em flocos microbianos, sendo utilizado como alimento natural endógeno nos sistemas de cultivo (AZIM e LITTLE, 2008).

Os bioflocos são conglomerados de microorganismos constituídos principalmente por bactérias, zooplânctons, protozoários e microalgas agregados à matéria orgânica (AVNIMELECH, 2012). Conforme Avnimelech (2007), o desenvolvimento dos flocos microbianos pode contribuir com quase 50% da exigência protéica da tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), e pode reduzir o uso de ingredientes como farelo de soja e farinha de peixe da ração, utilizando uma alimentação com redução de proteína bruta (20% PB), em vez das formulações típicas de ração (28 e 32% PB) (LITTLE et al., 2008). Assim, a utilização desses flocos pode ser uma alternativa para a redução do fornecimento de ração, e conseqüentemente, dos compostos nitrogenados nos ambientes de cultivo.

Estudos preliminares sobre o cultivo de tilápias em tanques de suspensão ativada indicaram que os peixes cresceram bem com alimentos de baixa proteína e partículas em suspensão, levando a economias nos custos com alimentação e ao aumento da eficiência do uso da água (AVNIMELECH, 1999; MILSTEIN et al., 2001; SERFLING, 2006). Entretanto, para obter sucesso na produção de peixes, a densidade de estocagem também vem recebendo atenção, pois a determinação adequada deste parâmetro é importante, tanto para o máximo aproveitamento do espaço ocupado pelo peixe, quanto para otimização dos custos de produção em relação ao capital investido (HENGSAWAT et al., 1997). Avnimelech (2005) sugeriu que

em viveiros de suspensão ativada, a biomassa de peixe produzida pode variar de 10 a 40 Kg/m³. Mas ainda há informações divergentes a respeito das recomendações quanto ao número de peixes que podem ser utilizados em sistemas aquícolas.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes densidades de estocagem no desempenho zootécnico da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a fim de possibilitar o desenvolvimento de tecnologias para produção de peixes em regiões com limitação de água, otimizando o processo de produção com sustentabilidade.

2.0. Revisão de literatura

2.1. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia nilótica tem hábito alimentar onívoro, o que permite utilizar um amplo espectro de alimentos (SKLAN et al., 2004), podendo digerir eficientemente os carboidratos da dieta (BOSCOLO et al., 2002) e tendo uma maior capacidade de digerir proteínas vegetais. A capacidade das tilápias se alimentarem no início da cadeia alimentar permite, além da redução de custos de produção, que os peixes possam ser comercializadas para consumidores mais informados sobre questões éticas e ambientais (LITTLE et al., 2008).

A tilápia do Nilo (*O. niloticus*) destaca-se por sua resistência a doenças, tolerância ao cultivo em altas densidades e em ambientes hostis e estressantes (FIGUEIREDO JÚNIOR e VALENTE JÚNIOR, 2008). Esses peixes podem ser comercializados para atrair os consumidores cada vez mais informados sobre questões ambientais mais amplas e razões éticas (LITTLE et al., 2008). As tilápias são candidatas ideais para sistemas de cultivo em tanques de suspensão ativada (DEMPSTER et al., 1995; AZIM et al., 2003).

A tecnologia de bioflocos (BFT) apresenta-se como um sistema de cultivo promissor e alternativo aos sistemas convencionais, como exemplo sistemas de recirculação aquícola (RAS), em que são necessárias dietas formuladas e balanceadas, incluindo altos níveis de proteína e complexas filtragens externas (LITTLE et al., 2008).

Avnimelech (2007), testando alimentação com flocos microbianos para tilápias em tanques de mínima troca de água, observou que tais flocos demonstraram ser uma fonte de alimento potencial para a tilápia e possivelmente para outros peixes. Este autor afirmou que a alimentação com flocos microbianos contribuíram cerca de 50% das necessidades de proteína da tilápia.

2.2. Densidade de estocagem

Na BFT são desenvolvidos sistemas de criação com altas densidades de estocagem e sem renovação de água para melhorar a sustentabilidade e a biossegurança da atividade aquícola (HOPKINS et al., 1995; SANDIFER e HOPKINS, 1996; BROWDY et al., 2001).

Segundo Avnimelech (2012), a BFT permite a utilização de altas densidades de estocagem, refletindo em elevadas produtividades, com uso de aeração constante e disponibilidade de alimento natural durante todo o ciclo de produção. Adotando altas densidades de estocagem, torna-se possível aumentar o rendimento dos sistemas de produção de peixes e superar o problema de falta de áreas para implantação de empreendimentos aquícolas (FÜLBER et al., 2009). Paiva et al. (2008) afirmaram que uma densidade de estocagem ótima será bem representada pela maior biomassa produzida eficientemente por unidade de volume.

Por outro lado, se faz necessário considerar que elevadas densidades pode ser um possível fator estressante para peixes, causando alterações fisiológicas, como a supressão do sistema imunológico, perda do equilíbrio osmótico e diminuição da alimentação, com consequente redução do crescimento (GOMES et al., 2000). Além destes fatores, o aumento da densidade de estocagem aliado a uma redução de renovação de água resulta em uma grande acumulação de resíduos, principalmente compostos nitrogenados (KRUMMENAUER et al., 2011).

No cultivo de tilápias híbridas (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) com a tecnologia de bioflocos, foi registrada sobrevivência para peixes de 100 g de 97% e para peixes de 50 g de 80% (CRAB et al., 2009).

Já em outro ensaio, Widanarni et al. (2012) avaliaram o desempenho da tilápia vermelha *Oreochromis* sp. sob diferentes densidades (25, 50, 100 peixes/m³) e obtiveram os melhores índices de sobrevivência utilizando a BFT, quando comparados a tratamentos-controle, sem adição de carbono. Embora Winckler-Sosinski et al. (1999), tenham cultivado tilápias do Nilo

em tanques-rede, de 32 g até 472,54g (80 peixes/m³), estes autores sugerem a avaliação de densidades superiores para buscar a viabilidade econômica do experimento.

2.3. Tecnologia de Bioflocos (BFT)

A tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology* - BFT) conhecida também como *Activated Suspension Technique* (AST), *Active Suspension Pond* (ASP), *Zero exchange, aerobic, heterotrophic* (ZEAH), sistema heterotrófico, entre outros termos (McINTOSH, 1999; McNEIL, 2000; ERLER et al., 2005; WASIELESKY et al., 2006a; AVNIMELECH, 2007; DE SCHRYVER et al., 2008) vem sendo desenvolvida desde a década de oitenta (SERFLING, 2006). Esta técnica concilia questões ambientais com econômicas e foi desenvolvida para minimizar a descarga de efluentes, proteger os recursos hídricos e melhorar a biossegurança dos cultivos intensivos de organismos aquáticos (BURFORD et al., 2003; AVNIMELECH 2007).

Segundo Crab et al. (2009), essa tecnologia parece ser uma solução prática para cultivos superintensivos de tilápias com troca limitada de água. Os sistemas de cultivo superintensivos (BFT) apresentam muitas vantagens sobre os sistemas tradicionais, dentre essas, a mínima utilização de água, menor impacto ambiental, menor área de cultivo e maior produtividade, maior disponibilidade de alimento natural, aumento da biossegurança (com mínimo risco de introdução e disseminação de doenças), reduzido custo com alimentação e da quantidade de proteína nas rações, possibilidade do uso de dietas com baixos níveis de proteína, reciclagem dos nutrientes e desenvolvimento significativo da produção (Ray et al., 2009; Avnimelech, 2012), além da melhoria da conversão alimentar e controle dos níveis de compostos nitrogenados inorgânicos através da proteína microbiana produzida (BROWDY et al., 2001; WASIELESKY et al., 2006b; AZIM et al., 2008; AVNIMELECH, 2009).

Entretanto, a BFT apresenta desvantagens como manejo rigoroso e intensivo, mão-de-obra especializada e treinada, elevado custo de instalação, uso de energia constante

principalmente para aeradores, rigoroso controle do oxigênio dissolvido, risco do surgimento de microrganismos tóxicos, elevado gasto de energia, investimento inicial elevado, acúmulo de compostos nitrogenados (TAW, 2010; AVNIMELECH, 2012).

Ferreira (2009) estimula o uso de sistema fechado como forma de obter altas produtividades. Esse mesmo autor informou que, por ser de difícil aplicação nos sistemas de produção convencionais e por se tratar de uma nova modalidade de cultivo, há poucos resultados publicados obtidos em escala comercial. Porém as produções comerciais (tilápias e camarões) existentes atualmente já são realizadas com sucesso utilizando essa tecnologia (AVNIMELECH, 2006, WASIELESKY et al., 2006a), e outras espécies também podem se adaptar a esse sistema de cultivo.

Os sistemas sem renovação de água estimulam a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica, a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico (açúcar, melão, amido, farelos vegetais, rações, etc) e aeração constante do ambiente de cultivo (WASIELESKY et al., 2006b; EMERENCIANO et al., 2007).

Nesse sistema é imprescindível a utilização de técnicas de domínio da comunidade bacteriana heterotrófica, através do balanceamento e manutenção de altas relações Carbono:Nitrogênio (SCHNEIDER et al., 2006). O aporte de carbono nos meios heterotróficos pode ocorrer de diversas formas, com destaque para o melão, empregado como promotor de crescimento bacteriano em viveiros de cultivo no Brasil e no mundo (SCHNEIDER et al., 2006). O melão da cana-de-açúcar é comumente utilizado para este fim, possibilitando o equilíbrio desejado da relação C:N, o que facilita a imobilização do nitrogênio presente no meio de cultivo (CRAB et al., 2007; SAMOCHA et al., 2007). Esta relação proporcionará a existência de bactérias heterotróficas capazes de absorver compostos nitrogenados, mantendo a qualidade da água e também possibilitarão a formação de flocos microbianos (ou bioflocos), que são constituídos principalmente por bactérias, zooplânctons,

protozoários, microalgas, que, juntamente com detritos, estão agregados à matéria orgânica (AVNIMELECH, 2012).

Estudos preliminares sobre o cultivo de tilápias em tanques de suspensão ativada indicaram que os peixes cresceram bem com alimentos de baixa proteína e partículas em suspensão, levando a economias adicionais nos custos com alimentação e ao aumento da eficiência do uso da água (AVNIMELECH, 1999; MILSTEIN et al., 2001; SERFLING, 2006).

Em pesquisas com tecnologia de bioflocos, Azim e Little (2008) observaram que o biofloco contribuiu de forma mais significativa, com o ganho de peso de 44 a 46% nas tilápias do Nilo (*O. niloticus*), em comparação com a produção convencional. Estes mesmos autores afirmaram que a qualidade nutricional do biofloco é apropriada para espécies de peixes herbívoros e onívoros, incluindo tilápias.

Crab et al. (2009), utilizando tecnologia de bioflocos com tilápia híbrida (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) observaram que essa técnica provou ser eficaz para tilápia, mantendo a temperatura da água adequada, boa qualidade da água e sobrevivência dos peixes, limitada ou nenhuma troca de água, além de poder ser uma fonte de alimentação para esse peixe.

Crab et al. (2012), observaram que o camarão gigante (*Macrobrachium rosenbergii*), camarão cinza (*Litopenaeus vannamei*) e a tilápia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) foram capazes de consumir bioflocos, beneficiando-se a partir desta fonte de proteína adicional.

Rocha et al. (2012), avaliando bioflocos na criação de juvenis de tainha (*Mugil* cf. *hospes*), afirmaram que é possível a criação de tainhas com tecnologia de bioflocos com bons resultados.

2.4. Relação Carbono:Nitrogênio (C:N)

A tecnologia de bioflocos utiliza uma fonte adicional de carbono sob controlada relação C:N para induzir a proliferação das bactérias heterotróficas no cultivo (EBELING et al., 2006), sendo fundamental a utilização de técnicas e domínio da comunidade bacteriana heterotrófica através do balanceamento e manutenção de altas relações Carbono:Nitrogênio (C:N) (DE SCHRYVER et al., 2008; AVNIMELECH, 2009). As bactérias, por sua vez, atuam na manutenção da qualidade da água e são uma fonte suplementar de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais aos animais cultivados com mínima ou nenhuma troca de água (AVNIMELECH, 1999).

A relação C:N na água está vinculada à disponibilidade e competição por carbono orgânico e amônia. As bactérias heterotróficas possuem a habilidade de sintetizar a proteína a partir do carbono orgânico e da forma de nitrogênio amoniacal inorgânico. Entretanto, é essencial que a relação C:N seja adequada para utilização das bactérias. Misturas balanceadas de Carbono:Nitrogênio de aproximadamente 20:1 são digeridas mais facilmente pelas bactérias (CHAMBERLAIN et al., 2001a). Schneider et al. (2006) sugerem que a relação C:N seja entre 12-15g C:N para uma ótima produção de bactérias heterotróficas. Segundo Wasielesky et al. (2006b) a relação C:N ideal para formação dos flocos microbianos, com predomínio de bactérias heterotróficas deve estar na faixa entre 14 e 30:1. Entretanto, Samocha et al., 2007, sugere uma relação (6:1) de Carbono e Nitrogênio baseando-se nos teores de Nitrogênio Amoniacal (NAT), e nos estudos de Avnimelech (1999) e Ebeling, 2006, assumindo que 6 g de carbono orgânico são necessários para converter 1 g de amônia.

A correta manutenção da relação Carbono:Nitrogênio no desenvolvimento das bactérias heterotróficas em cultivos intensivos e semi-intensivos, resulta na conversão de compostos nitrogenados inorgânicos em células microbianas ricas em proteína (ASADUZZAMAN et al., 2008). O nitrogênio inorgânico é imobilizado em células bacterianas quando os substratos orgânicos têm uma alta relação C:N (AZIM et al., 2008; CHAMBERLAIN et al., 2001b). As

bactérias heterotróficas utilizam o nitrogênio inorgânico para sintetizar proteína bacteriana em novas células e, pode ser utilizado como fonte de alimento por peixes e camarões (AVNIMELECH, 1999; MCGRAW, 2002; HARI et al., 2004a; AZIM et al., 2008).

2.5. Controle e Monitoramento da Qualidade da água em BFT

A gestão da qualidade da água em sistemas de zero ou mínima troca de água baseia-se no desenvolvimento e controle das bactérias heterotróficas presentes no cultivo (AVNIMELECH, 2007; CRAB, 2010). Esses sistemas de mínima ou zero troca de água na aquicultura intensiva podem oferecer um ambiente atrativo para a produção de camarão e peixe, permitindo uma densidade elevada, na qual pode ter um aporte de nutrientes intensivo na forma de alimento (RAY et al., 2010). Quando a água não é trocada, nutrientes oriundos das sobras da alimentação são retidos no interior do sistema e o excesso desses nutrientes são assimilados e mineralizados por uma densa comunidade microbiana na coluna d'água, aliviando possivelmente a toxicidade de compostos nitrogenados originados da decomposição da alimentação e excreções animais (AVNIMELECH, 2006; EBELING et al., 2006; RAY et al., 2009; 2011).

A comunidade microbiana se desenvolve rapidamente, atingindo uma densidade da ordem de 10^7 unidades que formadoras de colônias, UFC/mL (BURFORD et al., 2003), formando flocos microbianos que contêm bactérias, protozoários, zooplâncton e outros microrganismos. O controle das bactérias e o desenvolvimento de bioflocos no sistema BFT acontece através da adição de carboidratos, melhorando a qualidade da água no sistema de cultivo. Os bioflocos formados possuem elevado teor protéico de baixo custo econômico que podem ser consumidos pelos organismos aquáticos, incluindo camarão e tilápia, podendo resultar em uma melhor taxa de crescimento, conversão alimentar (CA) e ganho de peso (HARI et al., 2004b; AVNIMELECH, 2005, CRAB, 2010; AZIM e LITTLE, 2008; WASIELESKY et al, 2006b).

Quando comparado às tecnologias convencionais utilizadas na aquicultura, a tecnologia de bioflocos oferece uma alternativa mais econômica (redução das despesas de uso da água, em torno de 30%), e, adicionalmente, o ganho potencial em relação às despesas de alimentação (a eficiência de utilização da proteína é duas vezes mais elevada em sistemas de tecnologia de bioflocos quando comparado com sistemas convencionais), tornando-se um componente de baixo custo sustentável para o futuro desenvolvimento da aquicultura (DE SCHRYVER et al., 2008; AVNIMELECH, 2009). Portanto, a minimização do uso de água também é importante para a economia da produção de tilápia (AVNIMELECH, 2011). Esse mesmo autor afirma que o monitoramento da qualidade da água nos cultivos de tilápia é simples de operar, exigindo acompanhamento cuidadoso e resposta rápida a quaisquer problemas detectados.

3.0. Referências bibliográficas

ASADUZZAMAN, M.; WAHAB, M.A.; VERDEGEM, M.C.J.; HUQUE, S.; SALAM, M.A.; AZIM, M.E. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. **Aquaculture**, v.280, p.117–123, 2008.

AVNIMELECH, Y. Carbon/ nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v.176, p.227-235, 1999.

AVNIMELECH, Y. Tilapia Harvest Microbial Floes in Active Suspension Research Pond. **Global Aquaculture Alliance (GAA)**, p.57-58. October, 2005.

AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for a new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**, v.34, n.3, p.172-178, 2006.

AVNIMELECH, Y. Feeding with microbial floes by tilapia in minimal discharge bio-floes technology ponds. **Aquaculture**, v.264, p.140–147, 2007.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology** - A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, LA, United States, 182 p., 2009.

AVNIMELECH, Y. Tilapia Production using Biofloc Technology - *Saving Water, Waste Recycling Improves Economics*. **Global Aquaculture Alliance (GAA)**, p.66-68. May/June, 2011.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology** - A Practical Guide Book, 2^d Edition. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States. 271p., 2012.

AZIM, M.E.; VERDEGEM, M.C.J.; MANTINGH, I.; van DAM, A.A.; BEVERIDGE, M.C.M. Ingestion and utilization of periphyton grown on artificial substrates by Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. **Aquaculture Research**, v.34, p.85–92, 2003.

AZIM, M.E; LITTLE, D.C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture**, v.283, p.29-35, 2008.

AZIM, M.E.; LITTLE, D.C.; BRON, J.E. Microbial protein production in activated suspension tanks manipulating C:N ratio in feed and the implications for fish culture. **Bioresource Technology**, v.99, p.3590–3599, 2008.

BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.539-545, 2002.

BROWDY, C.L.; BRATVOLD, A.D.; STOKES, R.P.; MCINTOSH, R.P. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: C.L. BROWDY and D.E. JORY, editors. **The New Wave, Proceeding of special session on sustainable shrimp culture**, World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. p.20-34, 2001.

BURFORD, M.A; THOMPSON P.J; MCINTOSH R.P; BAUMAN, R.H; PEARSON, D.C. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v.219, p.393–411, 2003.

CHAMBERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; MCINTOSH, R.; VELASCO, M. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N. III: Practical Applications. **The global Aquaculture Advocate**, v.4, n.5, p.50-54, 2001a.

CHABERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; McINTOSH, R. P.; VELASCO, M. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N - I: Nutrient transformation and water quality benefits. **The Global Aquaculture Advocate**, p. 53-56, 2001b.

CRAB, R., AVNIMELECH, Y., DEFOIRDT, T., BOSSIER, P., VERSTRAETE, W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, v.270, p.1-14, 2007.

CRAB, R.; KOCHVA, M.; VERSTRAETE, W.; AVNIMELECH, Y. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. **Aquacultural Engineering**, v.40, p.105-112, 2009.

CRAB, R. Bioflocs technology: an integrated system for the removal of nutrients and simultaneous production of feed in aquaculture. PhD thesis, Ghent University. 178 p, 2010.

CRAB, R., DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VERSTRAETE, W. Biofloc technology in aquaculture: Beneficial effects and future challenges, **Aquaculture**, v.356-357, p.351-356, 2012.

DE SCHRYVER, P.D.; CARB, R.; DEIFOIRDT, T.; BOON, N.; VERSTRAETE, W. The basics of bio-flocs technology: The added value for aquaculture. **Aquaculture**, v.277, p.125-137, 2008.

DEMPSTER, P.; BAIRD, D.J., BEVERIDGE, M.C.M. Can fish survive by filter-feeding on microparticles? Energy balance in tilapia grazing on algal suspension. **Journal of Fish Biology**, v.47, p.7-17, 1995.

EBELING, J.M., TIMMONS, M.B., BISOGNI, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v.257, p.346-358, 2006.

EL-SAYED, A. F.M. **Tilapia Culture**. CABI publishing, CAB International, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom, 2006. 277p.

EMERENCIANO, M.G.C.; WASIELESKY, W.; SOARES, R. B.; BALLESTER, E. C.; IZEPPI, E.M.; CAVALLI, R.O. Crescimento e Sobrevivência do Camarão-Rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.29, n.1, p.1-7, 2007.

ERLER, D.; SONGSANGJINDA, P.; KEAWTAWEE, T.; CHAIYAKUM, K. Preliminary investigation into the effect of carbon addition on growth, water quality and nutrient dynamics in zero-exchange shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Asian Fisheries Science**, v.18, p.195-204, 2005.

FERREIRA, D.A. Produção de juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei* com diferentes densidades de estocagem em baixa salinidade e meio heterotrófico. **Dissertação** (Obtenção de grau de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 65 p., 2009.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C.A.; VALENTE JÚNIOR, A.S. Cultivo de tilápias no Brasil: Origens e cenário atual. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. SOBER, 2008.

FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L.; BARRERO, N.M.L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R.P. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.31, n.2, p.177-182, 2009.

GOMES, L.C.; BALDISSEROTO, B.; SENHORINI, J.A. Effect of stocking density on water quality, survival, and growth of larvae of matrinxã, *Brycon cephalus* (Characidae), in ponds. **Aquaculture**, v.183, n.1-2, p.73-81, 2000.

HARI, B.; MADHUSOODANA KURUP, B.; VARGHESE, J.T.; SCHRAMA, J.W.; VERDEGEM, M.C.J. Improved sustainability in extensive shrimp culture systems: control of carbon nitrogen ratio through addition of carbohydrate to the pond. **Aquaculture**, v.241, p.179-194, 2004a.

HARI, B., MADHUSOODANA, K., VARGHESE, J.T., SCHRAMA, J.W., VERDEGEM, M.C.J., Effects of carbohydrate addition on production in extensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v.241, p.179–194, 2004b.

HENGSAWAT, K.; WARD, F.J.; JARURATJAMORN, P. The effect of stocking density on yield, growth and mortality of African catfish (*Clarias gariepinus* Burchell, 1822) cultured in cages. **Aquaculture**, v.152, p.67-76. 1997.

HOPKINS, J.S.; SANDIFER, P.A.; BROWDY, C. L. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.26, p.93-97. 1995.

KRUMMENAUER D.; PEIXOTO, S.; CAVALLI, R.O., WASIELESKY, W.; POERSCH, L.H. Superintensive Culture of White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, in a Biofloc Technology System in Southern Brazil at Different Stocking Densities. **Journal of the world Aquaculture Society**, v.42, n.5, p.726-733, 2011.

LITTLE, D.C.; MURRAY, J.F.; AZIM, M.E.; LESCHEN, W.; GRADY, K; YOUNG, J.; WATTERSON, A.. Options for producing a warmwater fish in the UK: limits to “Green Growth”? **Trends in Food Science and Tecnology**, v.19, p.255-264, 2008.

LOVSHIN, L. L. Tilapia culture in Brazil. In: B.A, COSTA-PIERCE & J.E. RAKOY EDS. **Tilapia Aquaculture in the Americas**. Baton Rouge, Lousiana, United State: The World Aquaculture Society, v.2, p. 133-140, 2000.

McGRAW, W.J. Utilization of heterotrophic and autotrophic bacteria in aquaculture. **The Global Aquaculture Advocate**, p. 82-83, 2002.

McINTOSH, R. P. Changing paradigms in shrimp farming – I: general description. **The Global Aquaculture Advocate**, August/October, p.40-47, 1999.

McNEIL, R. Zero exchange, aerobic, heterotrophic systems: key considerations. **The Global Aquaculture Advocate**, v.3, p.72–76, 2000.

MILSTEIN, A.; AVNIMELECH, Y.; ZORAN, M.; JOSEPH, D. Growth performance of hybrid bass and hybrid tilapia in conventional and active suspension intensive ponds. **Israeli Journal of Aquaculture**, v.53, n.3-4, p.147–157, 2001.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, 2012. **Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura no Brasil 2010**. Disponível em: < <http://www.mpa.gov.br/> >. Acesso em 30 jul. 2012.

NAJAFPOUR, G.D.; SHAN, C.P. Enzymatic Hydrolysis of Molasses. **Bioresource Technology**, v.86, p.91-94, 2003.

NAYLOR, R.L.; GOLDBURG, R.J.; PRIMAVERA, J.H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.C.M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; LUBCHENCO, J.; MOONEY, H.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v. 405, p.1017–1024, 2000.

PAIVA, P.; MAINARDES-PINTO, C.S.R.; VERANI, J.R.; SILVA, A.L. Produção da tilápia tailandesa *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes densidades em tanques-rede de pequeno volume instalado em viveiros de piscicultura povoados ou não com a mesma espécie. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.34, n.1, p.79-88, 2008.

RAY, A.J.; SHULER, A.J.; LEFFLER, J.W.; BROWDY, C.L. Microbial ecology and management of biofloc systems. In: BROWDY, C.L. e JORY, D.E. (Eds.). **The rising tide, Proceedings of session on sustainable shrimp Farming**, World Aquaculture Society 2009, Baton Rouge, Louisiana USA, p.255-266, 2009.

RAY, A.J.; SEABORN, G.; LEFFLER, J.W.; WILDE, S.B. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management. **Aquaculture**, v.310, p.130-138, 2010.

RAY, A.J.; DILLON, K.S.; LOTZ, J.M. Water quality dynamics and shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production in intensive, mesohaline culture systems with two levels of biofloc management. **Aquacultural Engineering**, v.45 p.127-136, 2011.

ROCHA, A.F.; ABREU, P.C.; WASIELESKY JR, W.; TESSER, M. B.T. Avaliação da Formação de Bioflocos na criação de Juvenis de Tainha *Mugil cf. hospes* sem renovação de água. **Atlântica**, v.34, n.1, p.63-74, 2012.

SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, A.M.; BURGER, J.M.; ALMEIDA, R.V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.36, p.184-191, 2007.

SANDIFER, P.A.; HOPKINS, J.S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. **Aquacultural Engineering**, v.15, p.41-52, 1996.

SCHNEIDER, O.; SERETI, V.; EDING, E.H.; VERRETH, J.A.J. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. **Aquaculture**, v.261, p.1239-1248, 2006.

SERFLING, S.A. Microbial flocs. Natural treatment method supports freshwater, marine species in recirculating systems. The **Global Aquaculture Advocate**, p. 34–36, June, 2006.

SKLAN, D.; PRAG, T.; LUPATSCH, I. Structure and function of the small intestine of the tilapia *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* (Teleostei, Cichlidae). **Aquaculture Research**, v.35, p.350-357, 2004.

TAW, N. Biofloc Technology Expanding At White Shrimp Farms - Biofloc Systems Deliver High Productivity With Sustainability. **Global Aquaculture Alliance (GAA)**, p.20-22, May/June, 2010.

UGALDE, U.O.; CASTRILLO, J. I. **Single Cell Proteins from Fungi and Yeasts**. s.d. Disponível em: <<http://www.sc.ehu.es/qpwugmau/principal/RevUgalde.PDF>>. Acesso em 09/01/2013.

WASIELESKY, W.; EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.; SOARES, R.; CAVALLI, R.; ABREU, P. C. Cultivos em meios com flocos microbianos: um novo caminho a ser percorrido. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.96, p.14-23, julho/agosto, 2006a.

WASIELESKY, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; BROWDY, C.L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, v.258, p.396–403, 2006b.

WIDANARNI; EKASARI, J.; MARYAM, S. Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia *Oreochromis* sp. Cultured at Different Stocking Densities. **HAYATI Journal of Biosciences**, v.19, n.2, p.73-80, 2012.

WINCKLER-SOSINSKI, L.T.; SOSINSKI JUNIOR, E.E.; LEBOUTE, E.M. Análise dos custos de produção da criação de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em gaiolas, no sul do Brasil. **Boletim Técnico CEPTA**, v.12, p.39-55, 1999.

4.0. Artigo científico

4.1. Artigo científico I

Parte dos resultados obtidos durante o trabalho experimental desta dissertação está apresentado no artigo intitulado “**DENSIDADE DE ESTOCAGEM NA ALEVINAGEM DE TILÁPIAS DO NILO EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**”; (manuscrito), que se encontra anexado.

Artigo científico a ser encaminhado a Revista [*Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB)*, ISSN: 1678-3921].

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pelas referidas revistas (em anexo).

Densidade de estocagem na alevinagem de tilápia do Nilo em sistema de bioflocos

Xélen Faria Wambach⁽¹⁾, Rafael Liano de Souza⁽¹⁾, Eduardo Cesar Rodrigues de Lima⁽¹⁾,
Ugo Lima Silva^(1,2) e Eudes de Souza Correia^(1,3)

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE. Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola, Departamento de Pesca e Aquicultura, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. xelen.zoo@hotmail.com, rafaelliano@hotmail.com, educesar19@gmail.com, ugolimas@gmail.com, escorreia@uol.com.br.

² Professor Assistente da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Fazenda Saco, s/n, 56900-000, Serra Talhada, PE.

³ Professor Associado da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE.

Resumo - Este trabalho objetivou avaliar o desempenho de alevinos de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (5,71 g) submetidos a diferentes densidades de estocagem, utilizando o sistema de bioflocos. Foi estabelecido um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e três repetições, envolvendo as densidades de estocagem de 200, 350 e 500 peixes.m⁻³. Durante 67 dias de cultivo, a qualidade da água foi monitorada diariamente e o desempenho dos peixes foi avaliado semanalmente. As variáveis de qualidade de água não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($P \geq 0,05$). O resultado é indicativo de que a melhor densidade é de 200 peixes.m⁻³, cujo desempenho obtido resultou num ganho de peso de 69,47 g, taxa de crescimento específico de 3,71 %.dia⁻¹, fator de conversão alimentar de 1,20 e sobrevivência de 82,62 %. Portanto, a utilização de sistemas com bioflocos se apresenta como uma boa opção para produção de alevinos tilápias.

Termos para indexação: piscicultura, *Oreochromis niloticus*, juvenis, flocos microbianos, desempenho zootécnico.

30 **Stocking density in the nursery for tilapia in bioflocs system**

31 **Abstract** - This study aimed to evaluate the water quality and performance of the Nile tilapia
32 *Oreochromis niloticus* (5.71 g) under different stocking densities, using bioflocs system. Were
33 established a completely randomized design with three treatments and three replicates, involving
34 the stocking densities of 200, 350 and 500 fishes.m⁻³. During 67 days of experiment, the water
35 quality was monitored daily and the performance of fish was evaluated weekly. The water quality
36 variables showed no significant difference between treatments ($P \geq 0.05$). The best performance
37 was obtained at a density of 200 fishes.m⁻³, with a weight gain of 69.47 g, specific growth rate of
38 3.71%.day⁻¹, feed conversion ratio of 1.20 and survival of 82.62%. Therefore, the use of bioflocs
39 systems presents by itself as an option for tilapia fingerlings production.

40 **Index terms:** fish culture, *Oreochromis niloticus*, juveniles, microbial flocs, growth performance.

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

Introdução

58

59

60

61

A tilapicultura vem apresentando uma tendência de aumento na produção ao longo dos anos, onde cerca de 132 mil toneladas de tilápia foram produzidas no ano de 2009, e em 2010, com 155 mil toneladas, juntamente com a carpa, que foi a espécie mais cultivada no Brasil (MPA, 2012).

62

63

64

65

Dentre as espécies de tilápias cultivadas, merece destaque a *Oreochromis niloticus*, por apresentar características de elevada taxa de crescimento em diferentes sistemas de cultivo, capacidade de reprodução em cativeiro, rusticidade e boas características organolépticas de sua carne (El-Sayed, 2006).

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

Com o desenvolvimento da piscicultura no Brasil, presume-se uma crescente demanda por peixes na fase de vida inicial, obrigando a busca contínua para melhorar o desempenho em cada fase do cultivo, principalmente na alevinagem (Saraiva et al., 2009), pois um bom manejo e qualidade dos animais cultivados, conseqüentemente resultará num apropriado produto final. Em virtude desta demanda, a procura por áreas propícias para cultivo e práticas inadequadas de manejo podem se tornar possíveis fontes de impacto ambiental. Desta forma, é de extrema importância à implantação de sistemas de produção sustentáveis, capazes de minimizar os danos ao meio ambiente, podendo ser citado os sistemas fechados de cultivo (Colt et al., 2006). Azim & Little (2008) afirmam que o sistema de bioflocos pode ser uma alternativa promissora aos sistemas convencionais.

76

77

78

79

80

81

82

Assim, o sistema de cultivo com mínima ou nenhuma troca de água, também conhecido como heterotrófico, sistema ou tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology* - BFT) permite que sejam reduzidos ou eliminados os riscos de disseminação de patógenos e nutrientes para o meio ambiente (Samocha et al., 2007). Este método de produção consiste basicamente na retenção dos resíduos e sua conversão em alimento natural (Azim & Little, 2008), estimulada por uma relação entre a introdução de fontes ricas em carbono e o nitrogênio no meio de cultivo (Ebeling et al., 2006). Além disso, esta relação proporcionará o desenvolvimento de

83 bactérias heterotróficas capazes de absorver compostos nitrogenados, mantendo a qualidade da
84 água e também possibilitará a formação de flocos microbianos (bioflocos).

85 Segundo Avnimelech (2012), o sistema de bioflocos permite a utilização de altas
86 densidades de estocagem com altos índices de produtividade, com uso de aeração constante e
87 disponibilidade de alimento natural no ambiente de cultivo durante todo ciclo de produção.
88 Adotando altas densidades de estocagem, conforme afirmam Fülber et al. (2009), pode-se
89 aumentar o rendimento da produção de peixes e superar o problema de falta de áreas para
90 implantação de empreendimentos aquícolas.

91 Assim, alguns resultados são observados em experimentos e indicam que a utilização do
92 sistema de bioflocos é aplicável para esta espécie. Porém, são encontrados diversos estudos
93 que abordam o desempenho de tilápias na fase de engorda em BFT, existindo uma
94 insuficiência de informações sobre o desempenho de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*),
95 na fase de alevinagem, submetidas a altas densidades de estocagem utilizando este sistema de
96 cultivo.

97 Desta forma, este estudo objetivou avaliar desempenho de alevinos *O. niloticus*
98 cultivados em BFT sob diferentes densidades de estocagem.

99 **Material e Métodos**

100 O cultivo experimental de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi
101 instalado na Estação de Aquicultura Continental Professor Johei Koike, da Universidade
102 Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), durante 67 dias, no período de fevereiro a abril de
103 2012.

104 Foram utilizados nove tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de
105 1000 L e volume útil de 700 L, localizados numa área externa com iluminação natural e
106 cobertos com telas para evitar o escape dos animais. O experimento dispôs de um sistema de
107 aeração mantido por um compressor radial de 7,5 CV, possibilitando aeração para cada
108 tanque, com dois pontos de saída de ar, utilizando pedras porosas. Esses tanques foram

109 abastecidos com água doce previamente filtrada com utilização de um filtro de cartucho de
110 200 μm , depois clorada com cloro ativo (10 ppm) e declorada por aeração durante 24 horas.

111 Inicialmente realizou-se calagem, utilizando 103 g.tanque⁻¹ de calcário dolomítico, com
112 a finalidade de elevar a alcalinidade da água, e realizada fertilização, utilizando ácido
113 fosfórico (H_3PO_4), uréia [$(\text{NH}_2)_2\text{CO}$], metassilicato de sódio (Na_2SiO_3), nas proporções 0,3
114 mg.L^{-1} (P), 3,0 mg.L^{-1} (N) e 1,0 mg.L^{-1} (Si), respectivamente. Após três dias foram
115 inoculadas as microalgas *Chorella vulgaris* e *Scenedesmus subspicatus* ($3,50 \times 10^6$ cel.mL⁻¹),
116 com cepas produzidas no Laboratório de Produção de Alimento Vivo (LAPAVI - UFRPE).

117 Para indução do biofoco e conseqüente controle da amônia, fez-se uso do melãoço
118 como fonte de carbono orgânico, com base na relação (6:1) de Carbono e Nitrogênio
119 Amoniacal (NAT) (Samocha et al., 2007), até os níveis de NAT $\leq 0,5$ mg.L^{-1} .

120 Os alevinos de tilápia, sexualmente revertidos, foram adquiridos de uma piscicultura
121 comercial. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com três
122 tratamentos e três repetições, envolvendo densidades de estocagem de 200, 350 e 500
123 peixes.m⁻³, com peso médio inicial de 5,71 g. Após a estocagem, foi adicionado 1,5 g.L^{-1}
124 de sal comum (NaCl) em cada tanque, com a finalidade de evitar infecções por fungos
125 (Kubitza, 2007).

126 A qualidade da água foi mensurada durante todo período do estudo com base nas
127 variáveis físico-químicas: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}) e pH, mensuradas
128 diariamente (duas vezes ao dia, 07:00 e 16:30h), utilizando um multiparâmetro (YSI 556, YSI
129 Inc., Yellow Springs, OH, USA). Para as análises de nitrito (NO_2), amônia total (NH_4+NH_3)
130 e alcalinidade total (CaCO_3), amostras de água foram coletadas semanalmente e os resultados
131 foram obtidos por meio da utilização de métodos colorimétricos. Quando necessário, foi
132 adicionado aos tanques de cultivo bicarbonato de sódio para manter a alcalinidade em torno
133 de 150 mg.L^{-1} de CaCO_3 (Ebeling et al., 2006).

134 O volume dos sólidos sedimentáveis (mL.L^{-1}) foi analisado semanalmente, onde

135 amostras de um litro de água de cada unidade experimental eram transferidas para cones de
136 Imhoff e após 40 minutos de descanso, o volume correspondente a estes sólidos foram
137 medidos, objetivando quantificar o incremento do biofoco ao longo do cultivo. Adotou-se
138 como nível ideal de sólidos sedimentáveis 20 mL.L^{-1} (Avnimelech, 2007). Acima desta
139 condição, tanques de decantação com sistema de “air lift” foram utilizados para reduzir a
140 concentração destes sólidos, sugerido por Ray et al., 2010.

141 A alimentação constou de ração comercial extrusada contendo 40% de proteína bruta
142 (PB) até que os peixes atingissem peso médio de 30 g, depois foi fornecida uma ração
143 comercial contendo 36% PB até o final do experimento, ofertada em função da biomassa,
144 quatro vezes ao dia, às 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 horas, variando de 4,50 a 8,00% da
145 biomassa.dia⁻¹.

146 Foram realizadas biometrias semanais para avaliar o crescimento dos peixes. Este
147 acompanhamento aconteceu com amostras equivalentes a 10% da população de cada unidade
148 experimental, utilizando balança digital ($\pm 0,01\text{g}$), sendo a pesagem dos animais realizada antes
149 da primeira alimentação do dia.

150 Ao final do experimento, todos os peixes foram quantificados e pesados para
151 determinação do desempenho zootécnico por meio das seguintes variáveis e respectivas
152 fórmulas: peso final, ganho de peso ($\text{GP} = \text{peso médio final} - \text{peso médio inicial}$), biomassa
153 final ($\text{BF} = \text{peso final} * \text{número de indivíduos}$), sobrevivência ($S = 100 (\text{população}$
154 $\text{final} / \text{população inicial})$), taxa de crescimento específico ($\text{TCE} = 100 (\ln \text{peso final} - \ln \text{peso}$
155 $\text{inicial}) / \text{tempo de cultivo}$), fator de conversão alimentar ($\text{FCA} = \text{quantidade de alimento}$
156 $\text{fornecido em matéria natural} / \text{ganho de biomassa}$) e produtividade ($\text{Prod} = (\text{BF} / \text{volume do}$
157 $\text{tanque}) * 1000$).

158 Os resultados finais foram analisados através do software *Biostat 5.8.3*, adotando o teste
159 de análise de variância (ANOVA) para determinar possíveis diferenças entre os tratamentos,
160 ao nível de significância de 5%. Quando a análise de variância foi significativa, adotou-se o

161 Teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de probabilidade de 5%. Também
162 foram realizadas análises de covariância (ANCOVA), através do software *R*, versão 2.15.1,
163 obtendo mais precisão pela redução da variância do possível erro experimental e ajustamento
164 de médias de tratamento, considerando assim, a variabilidade da sobrevivência como resposta,
165 a fim de verificar se houve influência dessa variável sobre as outras analisadas de qualidade
166 de água e de desempenho zootécnico.

167

Resultados e Discussão

168 Os resultados das variáveis físico-químicas da água monitoradas estão sumarizados na
169 Tabela 1, os quais não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P \geq 0,05$).
170 Durante o período experimental, apresentaram médias de temperatura de $27,08 \pm 0,54$ °C
171 (manhã) e $29,99 \pm 0,95$ °C (tarde); o pH de $7,60 \pm 0,61$ (manhã) e $7,69 \pm 0,48$ (tarde); o
172 oxigênio dissolvido de $5,41 \pm 0,85$ mg.L⁻¹ (manhã) e $3,78 \pm 1,17$ mg.L⁻¹ (tarde). Estas variáveis
173 mantiveram-se dentro da faixa de conforto para o bom desempenho das tilápias e em
174 conformidade com estudos de Widanarni et al. (2012), que obtiveram variação térmica de 26,0
175 a 29,3 °C, de Azim & Little (2008) que alcançaram pH variando de 5,0 a 8,5 e dos teores
176 médios do oxigênio dissolvido entre 3 e 7,5 mg.L⁻¹.

177 A alcalinidade total analisada registrou médias de $72,14 \pm 45,15$ mg.L⁻¹ CaCO₃ (variando
178 de 20,00 a 164,00 mg L⁻¹ CaCO₃), $79,20 \pm 39,33$ mg L⁻¹ CaCO₃ (30,00 a 124,00 mg.L⁻¹
179 CaCO₃) e $69,20 \pm 30,85$ (oscilando de 20,00 a 140,00 mg.L⁻¹ CaCO₃) nos tratamentos 200,
180 350 e 500 peixes.m⁻³, respectivamente. Segundo Ebeling et al. (2006) o consumo da
181 alcalinidade por bactérias heterotróficas, como fonte de carbono ($3,57$ g.g⁻¹ Nitrogênio
182 Amoniacal), ainda que de forma moderada, é um aspecto importante em sistemas com troca
183 de água limitada, sendo necessário a adição de carbonatos para manter a alcalinidade em
184 níveis aceitáveis.

185 A amônia total (NH₄ + NH₃) avaliada apresentou médias de $3,32 \pm 5,46$ mg.L⁻¹ (variando
186 de 0,25 a 25,00 mg.L⁻¹), $4,78 \pm 6,27$ mg.L⁻¹ (amplitude de 0,30 a 20,00 mg.L⁻¹) e $4,48 \pm 7,17$

187 mg.L^{-1} (0,50 a 30,00 mg.L^{-1}), nas densidades de 200, 350 e 500 peixes. m^{-3} , respectivamente.

188 O nitrito (NO_2) aferido registrou médias de $96,84 \pm 53,70 \text{ mg.L}^{-1}$ (0,50 a 175,00 mg.L^{-1}),
189 $111,03 \pm 57,97 \text{ mg.L}^{-1}$ (0,50 a 200,00 mg.L^{-1}), $114,43 \pm 62,42 \text{ mg.L}^{-1}$ (0,50 a 280,00 mg.L^{-1}).

190 Esses compostos nitrogenados permaneceram em concentrações elevadas durante a
191 maior parte do cultivo, consideradas letais para a tilápia. Em estudo sobre a toxicidade aguda
192 do nitrito em juvenis de *O. niloticus*, com água sem bioflocos, Welker et al. (2012)
193 observaram que após dez semanas de cultivo experimental, tilápias expostas a uma
194 concentração de nitrito de $32,5 \text{ mg.L}^{-1}$, apresentaram mortalidade de 59,4%.

195 No presente estudo apesar dos altos teores dos compostos nitrogenados, possivelmente a
196 utilização da água com bioflocos (constituídos de bactérias, zooplânctons, protozoários, entre
197 outros microrganismos) e o uso do sal comum (NaCl) no cultivo, favoreceram para não
198 ocorrer uma mortalidade total dos peixes. Também se ressalta que não foram realizadas
199 renovações de água, repondo apenas as perdas por evaporação com água doce proveniente do
200 sistema de abastecimento da Estação de Aquicultura, e que próximo à sexta semana de
201 experimento as concentrações de amônia total aferida foram diminuindo gradativamente
202 (Figura 1A), e o nitrito apresentou picos altos durante todo período experimental e apenas na
203 última semana apresentou uma redução na água do cultivo (Figura 1B).

204 Este fato permite sugerir que, a partir destes momentos, comunidades de bactérias
205 quimioautotróficas nitrificantes já haviam dado início a realização do processo de assimilação
206 dos compostos nitrogenados havendo assim as referidas reduções dos teores compostos
207 nitrogenados.

208 O volume dos sólidos sedimentáveis apresentou médias de $20,20 \pm 11,02 \text{ mL.L}^{-1}$
209 (variando de 4,00 a 60,00 mL.L^{-1}), $20,01 \pm 10,55 \text{ mL.L}^{-1}$ (4,50 a 46,00 mL.L^{-1}), $20,88 \pm 9,80$
210 mL.L^{-1} (4,00 a 45,00 mL.L^{-1}), para as densidades de 200, 350 e 500 peixes. m^{-3} ,
211 respectivamente. Assim, o volume destes sólidos mantiveram-se numa concentração média de
212 20 mL.L^{-1} , fazendo uso de tanques de sedimentação para manter nesse nível. Avnimelech

213 (2007) recomenda que o volume ideal de sólidos sedimentáveis para o cultivo de tilápias em
214 sistema de bioflocos deve manter-se entre 20 e 30 mL.L⁻¹. Para manter na faixa adequada fez
215 uso de tanque de decantação que no presente estudo ficava instalado de 24 a 48h até o nível
216 sugerido (20 a 30 mL.L⁻¹) com a desativação desses tanques de decantação. A variação
217 temporal dos sólidos sedimentáveis apresentou vários picos durante o cultivo, mas
218 permaneceu com tendência média de 20 mL.L⁻¹ (Figura 1C).

219 A avaliação de desempenho zootécnico dos alevinos *O. niloticus* foi realizada por meio
220 das variáveis sumarizadas na Tabela 2. Entre os parâmetros analisados, peso final, ganho de
221 peso, biomassa final, taxa de crescimento específico e produtividade não foram observados
222 diferenças significativas ($P \geq 0,05$). O fator de conversão alimentar e sobrevivência
223 apresentaram diferenças significativas entre as densidades de 200 e 500 peixes.m⁻³ ($P < 0,05$).

224 Os valores do fator de conversão alimentar (FCA) apresentaram relação diretamente
225 proporcional às densidades utilizadas, quanto maior a densidade, maior o valor desta
226 variável. Estes valores estão dentro dos padrões atuais para cultivos comerciais, quando a
227 ração é a única fonte de alimentação, sem participação de alimento natural. Neste
228 experimento, os dados de FCA foram melhores que àqueles apresentados por Azim & Little
229 (2008), que trabalharam numa densidade de 12 Kg.m⁻³, obtendo índices entre 3,44 e 3,51
230 também utilizando o sistema de bioflocos no cultivo de tilápia.

231 Para sobrevivência, observou-se uma tendência inversamente proporcional ao aumento
232 das densidades de estocagem, havendo diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$),
233 onde na maior densidade estudada (500 peixes.m⁻³), foi obtido o menor percentual (33,14 %).
234 (Widanarni et al. (2012),) avaliaram o desempenho da tilápia vermelha (*Oreochromis* sp.) nas
235 densidades de 25, 50 e 100 peixes.m⁻³ em sistema de bioflocos, também observaram uma
236 diminuição da sobrevivência com o aumento das densidades de estocagem.

237 Ao longo do experimento, as concentrações de amônia total e nitrito permaneceram em
238 níveis altos, considerados letais, semelhantes quando comparado com outros autores (Yanbo et

239 al., 2006; Welker et al., 2012), observando que o maior número de peixes foi morto no início
240 do cultivo experimental (Figura 2), que pode estar associado com as incidências de picos
241 elevados dos teores dos compostos nitrogenados (Figuras 1A e 1B). Apesar disso, índices
242 satisfatórios de desempenho foram registrados neste trabalho para densidade de 200 peixes.m⁻³,
243 mesmo em condições adversas das elevadas concentrações dos compostos nitrogenados.

244 Entretanto, deve-se ressaltar que este sistema requer um acompanhamento rigoroso sobre
245 as variáveis físico-químicas da água durante todo ciclo de produção e preferencialmente
246 utilizar água com bioflocos pode ser eficiente no controle dos compostos nitrogenados
247 tóxicos. Assim, pode-se melhorar o desempenho zootécnico das tilápias e possível resolução
248 para os problemas obtidos com os compostos nitrogenados.

249 A análise de covariância (ANCOVA) utilizou a sobrevivência como variável resposta e
250 notou-se que a densidade de estocagem foi a variável que apresentou maior efeito para a
251 sobrevivência, visto que representou 65,52% na eliminação de resíduos comparada
252 inicialmente ao modelo nulo (modelo que não possui nenhuma variável associada, ou seja, o
253 modelo que apresenta 100% dos erros associados à heterogeneidade da variável resposta).
254 Como o coeficiente estimado para a variável densidade de estocagem teve o valor de -0,107,
255 conclui que essa variável influencia negativamente na sobrevivência, à medida que apresenta
256 valores mais elevados.

257 O oxigênio dissolvido foi estatisticamente importante na eliminação de resíduos, pois se
258 representou em 18,66% na ANCOVA. Provavelmente uma consequência das diferentes
259 densidades de estocagem propostas neste trabalho, onde uma menor densidade de animais em
260 um mesmo ambiente físico reflete em uma maior disponibilidade de oxigênio dissolvido para
261 os peixes cultivados. Corroborando com esses resultados, Widanarni et al. 2012 observaram
262 que o menor teor de oxigênio dissolvido obtido (3,26 a 5,54 mg.L⁻¹) foi na maior densidade
263 testada (100 peixes.m⁻³).

264 A produtividade e a amônia total se representaram em 6,26% e 3,22%, respectivamente,
265 e influenciaram em menores proporções comparadas a variáveis como a densidade de
266 estocagem e o oxigênio dissolvido.

267 A análise de covariância indicou que 99,53% dos resíduos foram eliminados à medida
268 que todas as variáveis explicativas foram incorporadas.

269

270

Conclusão

271 Nas condições adequadas, utilizando o sistema de bioflocos no cultivo de tilápia do Nilo
272 (*Oreochromis niloticus*) na fase de alevinagem, a densidade de 200 peixes.m⁻³ apresenta
273 melhor resposta, cujo desempenho adquirido foi de peixes maiores que 60 g em 67 dias de
274 cultivo.

275

276

Agradecimentos

277 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela
278 concessão da bolsa de mestrado. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de
279 Pernambuco (FACEPE) e Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq)
280 pelas bolsas de produtividades. Ao Grupo Guabi, pelo fornecimento das rações utilizadas no
281 experimento.

Referências

- AVNIMELECH, Y. *Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds*. Aquaculture, v. 264, p. 140-147, 2007.
- AVNIMELECH, Y. *Biofloc Technology - A Practical Guide Book*, 2^d Edition. The World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, United States. 2012, 271p.
- AZIM, M. E; LITTLE, D. C. *The biofloc technology (BFT) in indoor tanks water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (Oreochromis niloticus)*. Aquaculture, v. 283, p. 29-35, 2008.
- COLT, J.; LAMOUREUX, J.; PATTERSON, R.; ROGERS, G. *Reporting standards for biofilter performance studies*. Aquacultural Engineering, v. 34, n. 3, p. 377-388, 2006.
- EBELING, M.J.; TIMMONS, M.B.; BISOGNI, J.J. *Engineering analysis of the 477 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems*. Aquaculture, v. 257, p. 346-358, 2006.
- EL-SAYED, A.-F.M. *Tilapia Culture*. CABI publishing, CAB International, Wallingford, Oxfordshire, United Kingdom, 2006. 277p.
- FÜLBER, V.M.; MENDEZ, L.D.V.; BRACCINI, G.L.; BARRERO, N.M.L.; DIGMEYER, M.; RIBEIRO, R.P. *Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo Oreochromis niloticus em diferentes densidades de estocagem*. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v.31, n.2, p.177-182, 2009.
- KUBITIZA, F. *A versatilidade do sal na piscicultura*. Revista Panorama da Aquicultura. v. 17, n.103, p. 14-23, 2007.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, 2012. *Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura no Brasil 2010*. Disponível em: < <http://www.mpa.gov.br/> >. Acesso em: 30 jul. 2012.
- RAY, A. J.; LEWIS, B. L.; BROWDY, C. L.; LEFFLER, J. W. *Suspended solids removal to improve shrimp (Litopenaeus vannamei) production and an evaluation of a plant-based feed in*

minimal-exchange, superintensive culture systems. *Aquaculture*, v.299, p.89-98, 2010.

SAMOCHA, T.M.; PATNAIK, S.; SPEDD, M.; ALI, A.M.; BURGUER, J.M.; ALMEIDA, R.V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D.L. *Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for Litopenaeus vannamei*. *Aquacultural Engineering*, v. 36, p. 184-191, 2007.

SARAIVA, K.A; MELO, F.P.; APOLINÁRIO, M.O.; GUERRA, A.J.; CORREIA, E.S. *Densidades de estocagem de alevinos da tilápia Oreochromis niloticus (linhagem Chitralada) cultivados em tanques-rede*. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, n. 4, p.963-969, 2009.

WELKER, T. L.; LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; KLESIOUS, P.H. *Susceptibility of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) fed with dietary sodium chloride to nitrite toxicity*. *Aquaculture Internacional*, v. 20, p.159-176, 2012.

WIDANARNI; EKASARI, J.; MARYAM, S. *Evaluation of Biofloc Technology Application on Water Quality and Production Performance of Red Tilapia Oreochromis sp. Cultured at Different Stocking Densities*. *HAYATI Journal of Biosciences*. v. 19, n. 2, p. 73-80, 2012.

YANBO, W.; WENJU, Z.; WEIFEN, L.; ZIRONG, X. *Acute toxicity of nitrite on tilapia (Oreochromis niloticus) at different external chloride concentrations*. *Fish Physiology and Biochemistry*, v. 32, p. 49–54, 2006.

Tabela 1. Variáveis físico-químicas da água durante 67 dias de cultivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus*, na fase de alevinagem, em sistema de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (valores médios \pm desvio padrão; amplitude entre parênteses).

Variáveis ⁽¹⁾	Densidades de estocagem		
	200 peixes.m ⁻³	350 peixes.m ⁻³	500 peixes.m ⁻³
Temperatura (°C)	28,59 \pm 1,66 ^a (25,34 – 31,50)	28,51 \pm 1,62 ^a (25,26 – 31,60)	28,49 \pm 1,67 ^a (24,17 – 31,70)
pH	7,77 \pm 1,41 ^a (6,00 – 8,41)	7,66 \pm 0,51 ^a (6,03 – 8,41)	7,60 \pm 0,54 ^a (6,02 – 8,57)
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	4,52 \pm 1,30 ^a (1,50 – 7,30)	4,63 \pm 1,41 ^a (1,10 – 7,40)	4,64 \pm 1,21 ^a (1,70 – 7,50)

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si ($P \geq 0,05$), pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Médias (\pm desvio padrão) dos parâmetros de desempenho zootécnico de alevinos (5,71g) de tilápia do Nilo *O. niloticus*, cultivados durante 67 dias em sistema de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem.

Variáveis ⁽¹⁾	Densidades de estocagem		
	200 peixes.m ⁻³	350 peixes.m ⁻³	500 peixes.m ⁻³
Peso final (g)	75,77 \pm 6,03 ^a	64,17 \pm 0,02 ^a	67,69 \pm 3,83 ^a
Ganho de peso (g)	69,47 \pm 5,76 ^a	58,82 \pm 0,05 ^a	62,15 \pm 3,68 ^a
Biomassa final (Kg)	8,71 \pm 0,83 ^a	8,60 \pm 2,54 ^a	7,81 \pm 1,03 ^a
Sobrevivência (%)	82,62 \pm 11,61 ^a	54,69 \pm 16,16 ^{ab}	33,14 \pm 5,71 ^b
TCE (%.dia ⁻¹)	3,71 \pm 0,08 ^a	3,71 \pm 0,02 ^a	3,74 \pm 0,05 ^a
FCA	1,13 \pm 0,16 ^a	1,39 \pm 0,35 ^{ab}	1,72 \pm 0,13 ^b
Produtividade (Kg.m ⁻³)	12,44 \pm 1,19 ^a	12,28 \pm 3,63 ^a	11,15 \pm 1,47 ^a

⁽¹⁾ Médias seguidas por letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa

($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. TCE - Taxa de crescimento específico; FCA - Fator de conversão alimentar.

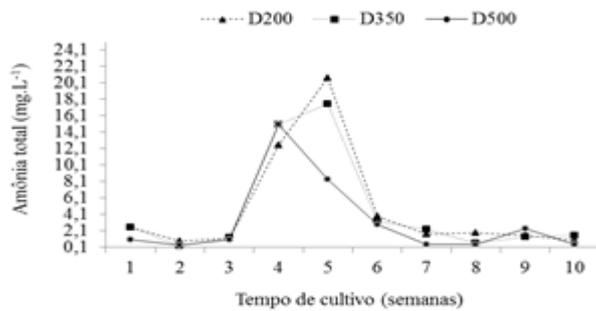
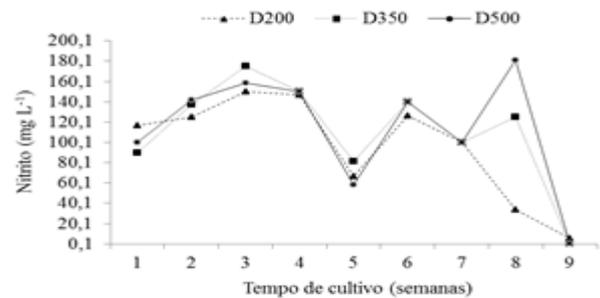
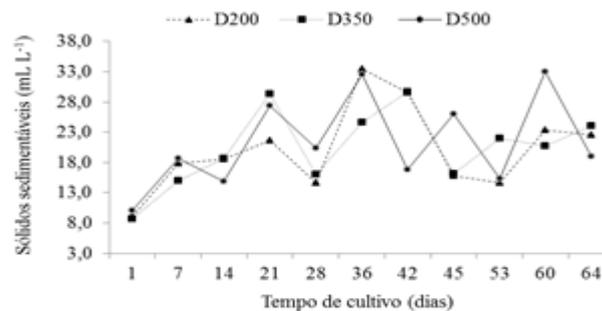
A. Amônia total ($\text{mg.L}^{-1} \text{NH}_3 + \text{NH}_4$)B. Nitrito ($\text{mg.L}^{-1} \text{NO}_2$)C. Volume dos sólidos sedimentáveis (mL.L^{-1})

Figura 1. Variações físico-químicas da água no cultivo de tilápia do Nilo *O. niloticus*, na fase de alevinagem, sob as diferentes densidades de estocagem em sistema de bioflocos.

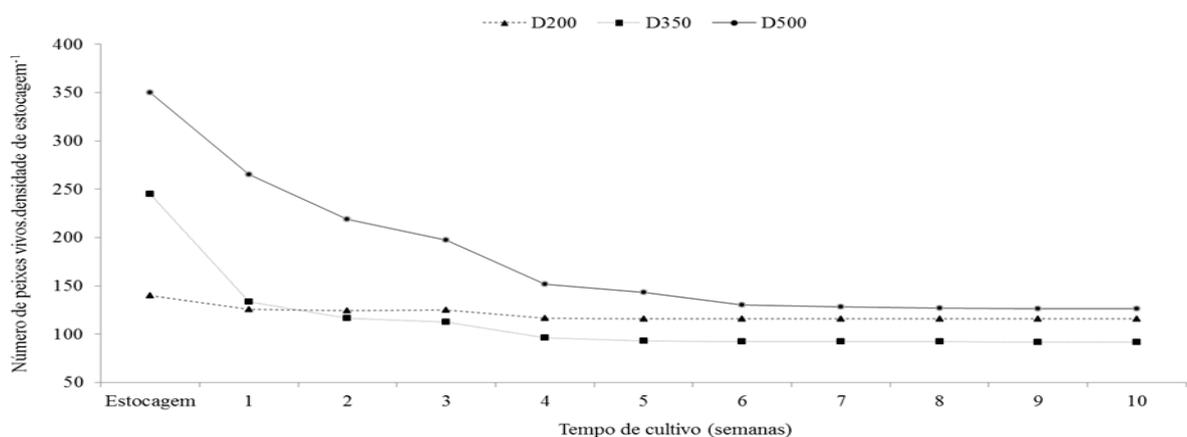


Figura 2. Relação de números de peixes vivos por densidade de estocagem ao longo do cultivo de tilápia do Nilo (*O. niloticus*), na fase de alevinagem, em sistema de bioflocos.

4. 2. Normas da Revista [Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB), ISSN 1678-3921]

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas, Novas Cultivares e Revisões a convite do Editor.

Forma e preparação de manuscritos

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas, Novas Cultivares e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.

Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.

Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.

Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.

O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.

O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.

Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como efeito ou influência.

Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.

Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção e, y ou and, no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.

O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre

parênteses, em forma de expoente.

Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.

Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.

Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.

Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.

O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.

Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.

Não devem conter palavras que componham o título.

Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.

Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm) ou no Índice de Assuntos da base SciELO (<http://www.scielo.br>).

Introdução

A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.

Deve ocupar, no máximo, duas páginas.

Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.

Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.

Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.

Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.

Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.

Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.

Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.

Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Deve ocupar quatro páginas, no máximo.

Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

As tabelas e figuras são citadas sequencialmente.

Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.

Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.

Dados não apresentados não podem ser discutidos.

Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.

As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.

Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.

As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.

Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.

Não podem consistir no resumo dos resultados.

Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.

Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser breves e diretos, iniciando-se com Ao, Aos, À ou Às (pessoas ou instituições).

Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

A palavra Referências deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.

Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.

Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.

Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.

Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.

Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.

Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. Anais. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.67-75, 2006.

Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). O agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

Teses

HAMADA, E. Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66).

Disponível em:
<<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/ficha.php?tipo=DOC&num=66&ano=2004>>. Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.

A autocitação deve ser evitada.

Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

Redação das citações dentro de parênteses

Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão citado por e da citação da obra consultada.

Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de

citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

Redação das citações fora de parênteses

Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

Devem ser auto-explicativas.

Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.

Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.

O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.

No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.

Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.

Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.

Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.

Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.

As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar

Parágrafo.

Notas de rodapé das tabelas

Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.

Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.

Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.

Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.

O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.

Devem ser auto-explicativas.

A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.

Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.

Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.

As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.

Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).

Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.

As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.

Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.

No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).

Não usar negrito nas figuras.

As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.

Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

Notas científicas são breves comunicações, cuja publicação imediata é justificada, por se tratar de fato inédito de importância, mas com volume insuficiente para constituir um artigo científico completo.

Apresentação de Notas Científicas

A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.

As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Novas Cultivares

Novas Cultivares são breves comunicações de cultivares que, depois de testadas e avaliadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), foram superiores às já utilizadas e serão incluídas na recomendação oficial.

Apresentação de Novas Cultivares

Deve conter: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, título em inglês, Abstract, Introdução, Características da Cultivar, Referências, tabelas e figuras. As normas de apresentação de Novas Cultivares são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:

Resumo com 100 palavras, no máximo.

Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.

Deve apresentar, no máximo, 15 referências e quatro ilustrações (tabelas e figuras).

A introdução deve apresentar breve histórico do melhoramento da cultura, indicando as instituições envolvidas e as técnicas de cultivo desenvolvidas para superar determinado problema.

A expressão **Características da Cultivar** deve ser digitada em negrito, no centro da página.

Características da Cultivar deve conter os seguintes dados: características da planta, reação a doenças, produtividade de vagens e sementes, rendimento de grãos, classificação comercial, qualidade nutricional e qualidade industrial, sempre comparado com as cultivares testemunhas.

Outras informações

Não há cobrança de taxa de publicação.

Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.

O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.

São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.

Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273 9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica

Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB

Caixa Postal 040315

CEP 70770 901 Brasília, DF

Envio de manuscritos

Os manuscritos devem ser submetidos conforme instruções contidas no endereço:
<http://www.sct.embrapa.br/seer>

4.3. Artigo científico II

Parte dos resultados obtidos durante o trabalho experimental dessa dissertação está apresentada no artigo intitulado “**DIFERENTES DENSIDADES DE ESTOCAGEM NO CULTIVO DE JUVENIS *Oreochromis niloticus* COM TECNOLOGIA DE BIOFLOCOS**”; (manuscrito), que se encontra anexado.

Artigo científico a ser encaminhado a Revista [*Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, ISSN 1981-0997].

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pelas referidas revistas (em anexos).

Diferentes densidades de estocagem no cultivo de juvenis***Oreochromis niloticus* com tecnologia de bioflocos**

Different stocking densities of juveniles *Oreochromis niloticus* cultured with bioflocs technology

Xélen F. Wambach^{1*}, Eduardo C. R. Lima¹, Rafael L. de Souza¹, Ugo L. Silva^{1,2},

Eudes de S. Correia^{1,3}

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE. Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola, Departamento de Pesca e Aquicultura, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

² Professor Assistente da Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Fazenda Saco, s/n, 56900-000, Serra Talhada, PE.

³ Professor Associado da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, 52171-900, Dois Irmãos, Recife, PE.

*E-mail: xelenfw@yahoo.com.br

Resumo

O presente trabalho avaliou o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivados sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos. Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos (15, 30 e 45 peixes.m⁻³) e quatro repetições utilizando peixes com peso médio de 123,3 g. Foram registradas médias de oxigênio dissolvido variando de 3,97 a 4,96 mg.L⁻¹, sólidos sedimentáveis de 23,95 a 28,82 mg.L⁻¹, amônia total de 0,48 a 2,56 mg.L⁻¹ e nitrito de 0,78 a 3,26 mg.L⁻¹. O melhor desempenho foi obtido na densidade de 45 peixes.m⁻³, com peso final de 404,37 g, taxa de crescimento específico de 0,93%.dia⁻¹, sobrevivência de 90,97%, fator de conversão alimentar de 1,6 e produção de 16,57 Kg.m⁻³. Desta forma, esta tecnologia se apresenta como uma boa opção para a produção intensiva de tilápias, principalmente em locais com escassez de água ou com pouco espaço para criação de peixes, com a vantagem de ser compatível com os princípios de sustentabilidade.

Palavras-chave: piscicultura intensiva, tilápia do Nilo, flocos microbianos, fase de engorda, desempenho zootécnico.

Abstract

This study aimed to evaluate the performance of Nile tilapia juveniles (*Oreochromis niloticus*) cultured under different stocking densities with biofloc technology. It was adopted a randomized experimental design with three treatments (15, 30 e 45 fishes.m⁻³) and four replicates using fish with a mean weight of 123.3 g. It were recorded averages of dissolved oxygen varying from 3.97 to 4.96 mg.L⁻¹, settleable solids 23.95 to 28.82 mg.L⁻¹, total ammonia, 0.48 to 2.56 mg.L⁻¹ and nitrite, 0.78 to 3.26 mg.L⁻¹. The best performance was obtained at density of 45 fishes.m⁻³, final mean weight of 404.37 g, specific growth rate of 0.93%.dia⁻¹, survival of 90.97%, feed conversion ratio of 1.6 and yield of 16.57 Kg.m⁻³. Thereby, this technology presents by itself as a good option for tilapia intensive production, mainly in places with water scarcity or reduced spaces for fish culture, besides the advantages to be compatible with sustainability principles.

Key words: Intensive fish culture, Nile tilapia, microbial flocs, growout phase, performance zootechnical

INTRODUÇÃO

O aumento na demanda mundial por pescados é justificado pelo crescimento da população mundial, aumento da renda e descoberta dos benefícios nutricionais que o mesmo proporciona (Fülber et al., 2009).

A carne da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), além de saborosa, apresenta boas propriedades sensoriais e não possui espinhas em “Y”, o que possibilita a filetagem (Silva et al., 2009). Outras características fazem da tilápia o segundo grupo de peixes de importância comercial global e o primeiro no Brasil (Lovshin, 2000). A tilápia destaca-se por sua resistência às doenças, tolerância às altas densidades de estocagem, ambientes hostis e estressantes (Figueiredo Júnior & Valente Júnior, 2008).

A tilapicultura brasileira tem apresentado aumento na produção ao longo dos anos. Em 2010, produziu-se 155 mil toneladas e, juntamente com as carpas, são as espécies mais cultivadas no país, representando 63,4% da produção aquícola continental nacional (MPA, 2012). Atuais tendências na produção mundial de tilápias apontam para um crescimento contínuo e expansão na variedade de mercados no mundo (Avnimelech, 2011).

A procura por sistemas superintensivos viáveis economicamente e ambientalmente aceitáveis para elevar a produção aquícola está limitada pela disponibilidade global dos recursos naturais (Avnimelech, 2011). Azim & Little (2008) afirmaram que a tecnologia de bioflocos (*Biofloc Technology – BFT*) pode ser uma alternativa promissora aos sistemas convencionais.

O sistema de cultivo com mínima ou nenhuma troca de água, conhecido como heterotrófico ou tecnologia de bioflocos consiste em um manejo diferenciado do sistema convencional de produção, onde os compostos nitrogenados presentes na água de cultivo são convertidos em biomassa bacteriana, ou flocos microbianos (bioflocos). A partir da incorporação destes nutrientes pelas bactérias heterotróficas do meio, consiste em um alimento natural podendo contribuir com quase 50% da exigência protéica da tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*) (Avnimelech, 2007).

Este sistema de produção é estimulado pela relação entre a introdução de fontes ricas em carbono e o nitrogênio inorgânico no meio de cultivo (Ebeling et al., 2006), através do balanceamento e manutenção da relação Carbono:Nitrogênio (C:N) (Schneider et al., 2006). Essa relação C:N proporcionará a existência de bactérias heterotróficas capazes de absorver compostos nitrogenados, mantendo a qualidade da água e também possibilitando a formação de bioflocos, constituídos principalmente por bactérias, zooplânctons, protozoários, microalgas, agregados à matéria orgânica (Avnimelech, 2012).

Segundo Avnimelech (2012), a BFT utiliza altas densidades de estocagem com altos índices de produtividade, com uso de aeração constante e disponibilidade de alimento natural no sistema de cultivo durante todo ciclo de produção. Adotando altas densidades de estocagem, torna-se possível aumentar o rendimento dos sistemas de produção de peixes e superar o problema de falta de terra para implantação de empreendimentos aquícolas (Fülber et al., 2009). Paiva et al. (2008) afirmaram que uma densidade de estocagem ótima será bem representada pela maior biomassa produzida eficientemente por unidade de volume.

As tilápias são excelentes candidatas para sistemas com bioflocos, pois são onívoras, consomem os flocos microbianos em suspensão na água e apresentam bom desempenho zootécnico. Um fator essencial dos sistemas de produção de tilápias em bioflocos é a alta biomassa alcançada (200-300 toneladas.ha⁻¹), quando comparado aos cultivos de camarões em BFT (20 toneladas.ha⁻¹) (Avnimelech, 2011).

Para a tilápia do Nilo (*O. niloticus*), a BFT é uma ótima opção de cultivo que pode favorecer regiões com escassez de água, ou com pouco espaço para criação de peixes. Porém, ainda há informações divergentes a respeito das recomendações quanto ao número de peixes utilizados em diferentes sistemas de produção aquícola o que torna este estudo proeminente.

Desta forma, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), cultivados em diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e adequação experimental

O sistema de cultivo de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) foi instalado na Estação de Aquicultura Continental Professor Johei Koike da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Foram avaliados peixes com peso médio inicial de 123,3 g cultivados durante 128 dias, de maio a setembro de 2012.

Foram utilizados doze tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de 1000 L e volume útil de 800 L, localizados numa área externa com iluminação natural e cobertos com telas para evitar a fuga dos animais. Os tanques foram abastecidos com 100% de água maturada obtida do cultivo anterior (fase alevinagem, Wambach et al., 2013). Durante o experimento, não foram realizadas renovações de água, havendo apenas reposição das perdas por evaporação com água doce oriunda do sistema de abastecimento da Estação de Aquicultura. O experimento dispôs de um sistema de aeração, mantido por um compressor

radial (7,5 CV), dotado de tubulações que possibilitaram a aeração individual para cada tanque com dois pontos de saída de ar com pedras porosas.

Para manutenção do meio heterotrófico e consequente controle da amônia fez-se uso do melaço como fonte de carbono orgânico, adicionado diariamente pela manhã, numa relação Carbono e Nitrogênio (6:1) com base no nitrogênio da amônia total (Samocha et al., 2007).

O experimento utilizou peixes sexualmente revertidos adquiridos de uma piscicultura comercial. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, envolvendo densidades de estocagem de 15 (D15), 30 (D30) e 45 (D45) peixes.m⁻³.

Manejo alimentar e avaliação de desempenho

A alimentação constou de ração comercial extrusada ofertada (32% de proteína bruta) de acordo com o consumo alimentar dos animais, quatro vezes ao dia, às 08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h, numa quantidade variando de 4,30 a 2,00 % da biomassa.dia⁻¹.

Foram realizadas biometrias semanais, do início ao fim do período de cultivo, a fim de avaliar o crescimento dos peixes. Ao final do experimento, todos os peixes foram quantificados e pesados para determinação do Peso médio Final (PF = biomassa amostrada.número de peixes amostrado⁻¹); Ganho de Peso (GP = peso médio final – peso médio inicial); Ganho de Peso diário (GPD = GP.tempo em dias⁻¹); Ganho de Biomassa (GB = biomassa final - biomassa inicial); Taxa de crescimento específico (TCE = 100 (ln peso final - ln peso inicial).(tempo de cultivo)⁻¹); Sobrevivência (S = 100 (população final.população inicial⁻¹); Fator de Conversão Alimentar (FCA = Quantidade de alimento fornecido em matéria natural.ganho de biomassa⁻¹); Produtividade (Prod = (biomassa final.volume do tanque⁻¹).1000⁻¹)).

Monitoramento da qualidade da água

A qualidade da água foi monitorada com base nas variáveis físico-químicas: temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg.L⁻¹) e pH, mensuradas diariamente (duas vezes por dia, 07 e 16:30h), utilizando o multiparâmetro (YSI 556, YSI Inc., Yellow Springs, OH, USA).

Amostras de água de cada tanque foram coletadas semanalmente para análises de nitrito (NO₂), amônia total (NH₄ + NH₃) e alcalinidade total (CaCO₃), por meio de métodos colorimétricos. Quando necessário, foi adicionado aos tanques de cultivo bicarbonato de sódio para manter a alcalinidade em torno de 150 mg.L⁻¹ de CaCO₃ (Ebeling et al., 2006).

O volume dos sólidos sedimentáveis (mL.L⁻¹) foi analisado semanalmente. Amostras de um litro de água de cada unidade experimental foram transferidas para cones de Imhoff e após

40 minutos de descanso, o volume correspondente a estes sólidos foram medidos, objetivando quantificar o incremento do biofloco ao longo do cultivo. Adotou-se como nível ideal de sólidos sedimentáveis de 20 mL.L^{-1} (Avnimelech, 2007). Acima desta condição tanques de decantação com sistema de “air lift” foram utilizados para reduzir a concentração destes sólidos de acordo com Ray et al. (2010a).

Análise dos dados

Os resultados deste estudo foram avaliados utilizando o software *Biostat 5.8.3*, adotando a análise de variância (ANOVA) para determinar possíveis diferenças entre os tratamentos, ao nível de significância de 0,05. Quando necessário, a análise de variância foi completada pelo Teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de probabilidade de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade da água

Os resultados das variáveis físico-químicas da qualidade da água monitoradas estão sumarizados na Tabela 1.

A temperatura e o pH analisados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($P \geq 0,05$). Estas variáveis mantiveram-se dentro da faixa de conforto para o bom desempenho das tilápias (26,73 a 26,87°C e o pH aferido variou de 7,79 a 7,87) e em conformidade com estudos de Widanarni et al. (2012), que obtiveram variação térmica de 26,0 a 29,3 °C, de Azim & Little (2008) que alcançaram pH variando de 5,0 a 8,5 e dos teores médios do oxigênio dissolvido entre 3 e 7,5 mg.L^{-1} .

As análises estatísticas demonstraram haver diferença significativa ($P < 0,05$) no oxigênio dissolvido, alcalinidade total, amônia total, nitrito e sólidos sedimentáveis entre os tratamentos.

O oxigênio dissolvido analisado apresentou valores significativamente mais baixos ($P < 0,05$) nas densidades de estocagem de 30 e 45 peixes. m^{-3} quando comparado a 15 peixes. m^{-3} , provavelmente, devido à alta densidade dos organismos cultivados. Os valores médios de oxigênio dissolvido variaram de 3,97 a 4,20 mg.L^{-1} mantendo-se portanto, dentro da faixa de conforto próxima da obtida por Azim & Little (2008) e Widanarni et al. (2012).

Tabela 1. Variáveis físico-químicas da água monitoradas no cultivo de juvenis de tilápia *O. niloticus*, durante 128 dias com tecnologia de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (valores médios \pm desvio padrão; amplitude entre parênteses)
 Table 1. Physic-chemical water monitored in the cultivation of juvenile tilapia *O. niloticus*, during 128 days with bioflocs technology under different stocking densities (mean \pm standard deviation, range in parentheses)

Variáveis	Tratamentos		
	D15	D30	D45
Temperatura (°C)	26,73 \pm 1,42 ^a (23,50–30,20)	26,81 \pm 1,42 ^a (23,80–30,60)	26,87 \pm 1,52 ^a (23,70–31,30)
pH	7,87 \pm 0,33 ^a (7,12–8,84)	7,79 \pm 0,27 ^a (7,01–8,20)	7,80 \pm 0,29 ^a (7,16–8,31)
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	4,96 \pm 0,54 ^a (3,00–7,00)	4,20 \pm 0,73 ^b (1,90–6,80)	3,97 \pm 0,76 ^c (1,60–6,80)
Alcalinidade total (mg.L ⁻¹ CaCO ₃)	105,33 \pm 25,94 ^a (40,00–160,00)	82,68 \pm 26,66 ^b (15,00–150,00)	68,63 \pm 16,95 ^c (15,00–150,00)
Amônia total (mg.L ⁻¹)	0,48 \pm 0,40 ^a (0,25–2,00)	1,71 \pm 2,24 ^b (0,25–7,00)	2,56 \pm 3,59 ^b (0,25–20,00)
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,78 \pm 0,57 ^b (0,15–2,00)	1,66 \pm 1,66 ^{ab} (0,10–12,50)	3,26 \pm 8,66 ^a (0,25–50,00)
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	23,95 \pm 12,83 ^a (2,00–60,00)	27,14 \pm 11,84 ^{ab} (4,00–66,00)	28,82 \pm 11,95 ^b (2,00–40,00)

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. D15 - Densidade de 15 peixes.m⁻³, D30 - Densidade de 30 peixes.m⁻³, D45 - Densidade de 45 peixes.m⁻³.

A alcalinidade total analisada registrou valores significativamente mais elevados ($P < 0,05$) no tratamento D15 (105,33 mg.L⁻¹ CaCO₃) quando comparado aos demais tratamentos, apresentando uma tendência inversamente proporcional ao aumento da densidade de estocagem (Figura 1). Ebeling et al. (2006), recomendam alcalinidade de 150 mg.L⁻¹ CaCO₃ com tecnologia de bioflocos. Os mesmos autores afirmam que o consumo da alcalinidade por bactérias heterotróficas, como fonte de carbono (3,57 g.g⁻¹ Nitrogênio Amoniacal), ainda que de forma moderada, é um aspecto importante em sistemas com troca de água limitada, sendo necessária a adição de carbonatos para manter a alcalinidade em níveis aceitáveis.

A baixa alcalinidade total pode estar relacionada com a maior taxa de nitrificação e respiração por microorganismos. Conforme Ray et al. (2010b), as bactérias nitrificantes adquirem energia através das reações de oxidação da amônia em nitrito e para o nitrato, sendo o último muito menos tóxico do que os seus antecessores nesta sequência. Tanto a assimilação bacteriana e processos de nitrificação consomem o oxigênio, reduzem a alcalinidade e podem diminuir o pH na água, necessitando muitas vezes de suplementação dos componentes alcalinizantes.

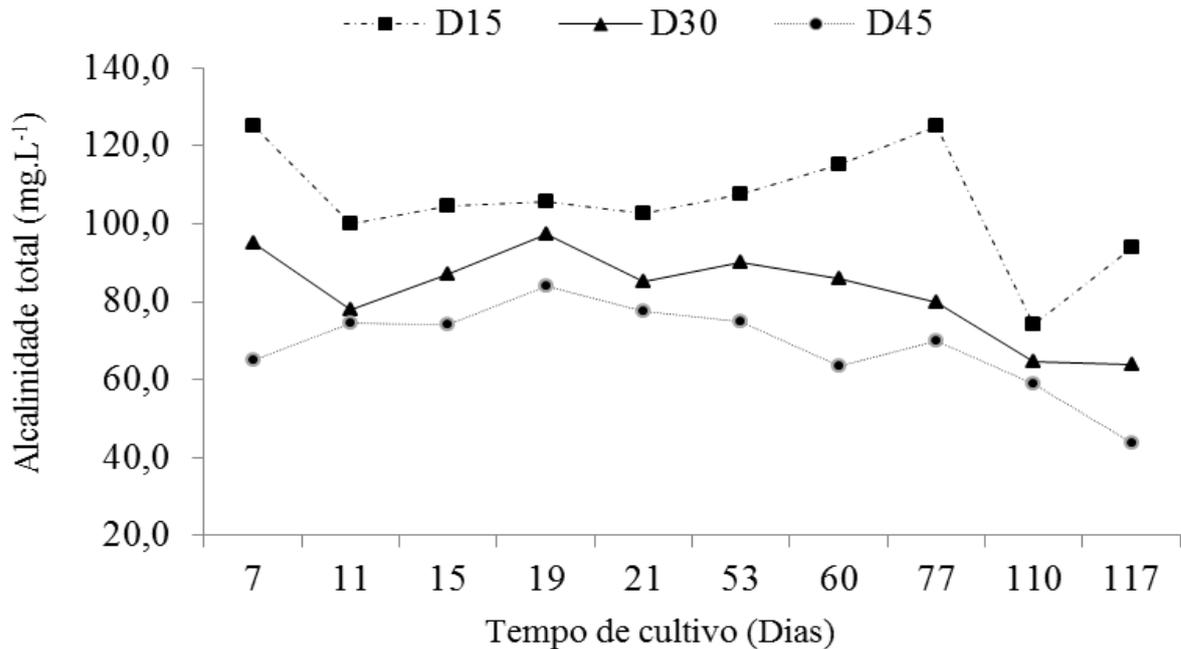


Figura 1. Variações médias de alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$) durante 128 dias, no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo *O. niloticus* sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos

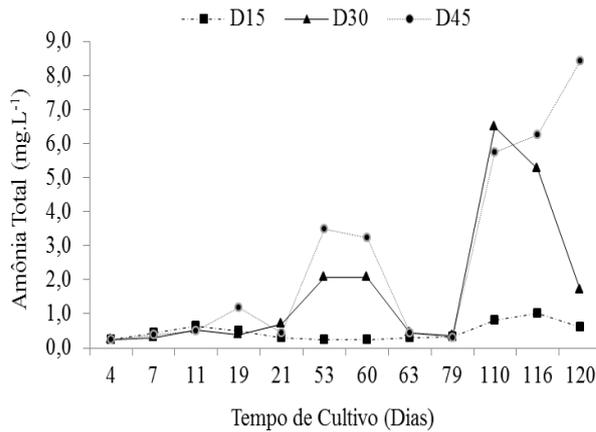
Figure 1. Variations average total alkalinity ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$) during 128 days in the cultivation of juvenile Nile tilapia *O. niloticus* under different stocking densities with bioflocs technology

Na Figura 2 pode ser observada a variação temporal média da amônia total (NH_3+NH_4) (Figura 2A) e do nitrito (NO_2) (Figura 2B) durante o cultivo. A amônia total apresentou valor máximo igual $2,56 \text{ mg.L}^{-1}$ no D45, com pequenas variações nos níveis médios entre os tratamentos. Os valores médios registrados de amônia total e nitrito foram inferiores aos registrados por Widanarni et al. (2012) ($4,96$ e $30,53 \text{ mg.L}^{-1}$ de amônia total e nitrito, respectivamente).

Em estudo sobre a toxicidade aguda do nitrito em juvenis de *O. niloticus*, foi revelado que concentrações acima de $28,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e podem causar 50% de mortalidade após 96h de exposição, mesmo com a utilização de cloreto de sódio para reduzir as consequências do nitrito na fisiologia do peixe (Yanbo et al., 2006). Welker et al. (2012) observaram que após dez semanas de cultivo experimental, tilápias expostas a uma concentração de nitrito de $32,5 \text{ mg.L}^{-1}$, apresentaram mortalidade de 59,4%.

Os compostos nitrogenados mantiveram relativamente baixos durante a maior parte dos experimentos, não apresentando toxicidade aparente para os peixes, que podem estar conexo com a utilização da água maturada, em que as comunidades de bactérias heterotróficas e quimioautotróficas nitrificantes já realizavam o processo de assimilação dos compostos nitrogenados.

A. Amônia total



B. Nitrito

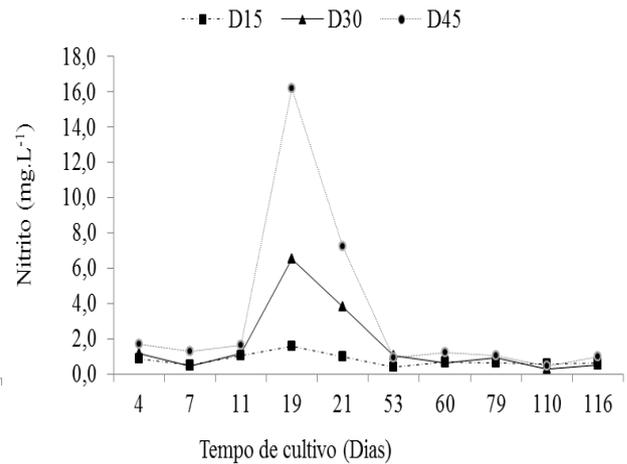


Figura 2. Variações médias dos compostos nitrogenados (A. amônia total, NH_3+NH_4 , e B. nitrito, NO_2) durante 128 dias, no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo *O. niloticus* sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos

Figure 2. Variations average of nitrogen compounds (A. ammonia total NH_3+NH_4 , and B. nitrite, NO_2) during 128 days in the cultivation of juvenile Nile tilapia *O. niloticus* under different stocking densities with bioflocs technology

O volume dos sólidos sedimentáveis não apresentou diferença estatística ($P \geq 0,05$) entre D30 e D45 e houve diferença significativa entre o D15 e D45 ($P < 0,05$). O uso de tanques de decantação durante o experimento, mantiveram o volume dos flocos dentro do recomendado por Avnimelech (2007) que sugere os volumes ideais dos sólidos sedimentáveis, para o cultivo de tilápias com tecnologia de bioflocos, devem manter-se entre 20 e 30 mL.L^{-1} .

O excesso de sólidos no cultivo superintensivo pode prejudicar os peixes, pois esses sólidos que estão suspensos na água se agregam as brânquias dificultando a respiração, além de afetar no seu consumo alimentar, diminuir o teor de oxigênio dissolvido na água, entre outros fatores. Para manter na faixa adequada fez uso de tanque de decantação que no presente estudo ficava instalado de 24 a 48h até o nível sugerido (20 a 30 mL.L^{-1}) com a desativação desses tanques de decantação. As variações médias dos volumes dos sólidos sedimentáveis podem ser observadas na Figura 3.

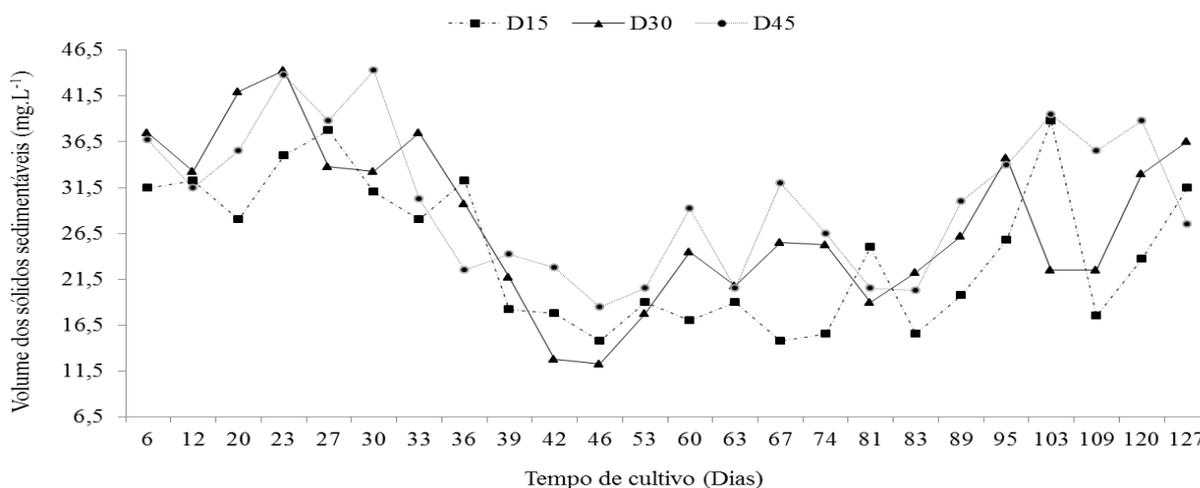


Figura 3. Volume médio dos sólidos sedimentáveis durante 128 dias, no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo *O. niloticus* sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos

Figure 3. Average volume of settleable solids during 128 days in the cultivation of juveniles Nile tilapia *O. niloticus* under different stocking densities with bioflocs technology

Desempenho dos juvenis *O. niloticus*

O desempenho produtivo das tilápias *O. niloticus* cultivadas sob diferentes densidades de estocagem com tecnologia de bioflocos estão registradas na Tabela 2.

Ao final do cultivo, as tilápias não diferiram significativamente entre os tratamentos ($P \geq 0,05$), em relação ao peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e taxa de crescimento específico.

O peso médio final dos peixes variou de 400,10 a 426,28 g. Widanarni et al. (2012) avaliaram o desempenho da tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*) nas densidades de 25, 50 e 100 peixes.m⁻³ e obtiveram o menor peso final de 129,03 g na densidade de 100 peixes.m⁻³. Azim & Little (2008) observaram que tilápias do Nilo (*O. niloticus*) estocadas na densidade de 12 Kg.m⁻³ tiveram pesos individuais de 9 a 10% maiores nos tratamentos de bioflocos (BFT) e esses contribuíram com 44-46% para o ganho de peso individual e a produção de peixes.

O ganho de peso diário variou de 2,16 a 2,36 g.dia⁻¹. Estudo de Ayroza et al. (2011), avalia diferentes densidades de estocagem (100, 200, 300 e 400 peixes.m⁻³), para juvenis de tilápia do Nilo em tanque-rede e, observaram uma diminuição no ganho de peso diário com aumento da densidade de estocagem. Em um mesmo sistema de cultivo, Araújo et al. (2010) avaliaram as densidades 100, 150 e 200 peixes.m⁻³ para tilápia do Nilo (*O. niloticus*), e foi notado a mesma tendência registrada por Ayroza et al. (2011). Utilizando a BFT, Widanarni et al. (2012) observaram o mesmo resultado, quando avaliaram o desempenho da tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*) nas densidades de 25, 50 e 100 peixes.m⁻³, obtendo o menor ganho médio de peso diário de 0,52 g.dia⁻¹ na densidade de 100 peixes.m⁻³. Entretanto, no

presente estudo, as densidades de estocagem não influenciaram o ganho de peso diário nas fases experimentais no cultivo.

A biomassa final apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$) variando de 4,80 e 13,26 Kg, sendo diretamente proporcional ao aumento da densidade de estocagem, com tendência de progressão positiva, possibilitando maiores densidades de estocagem serem testadas. Widanarni et al. (2012) observaram a mesma tendência, em que a maior densidade testada ($100 \text{ peixes.m}^{-3}$) obteve maior biomassa final (36,00 Kg). O ganho de biomassa aumentou de acordo com o adensamento de peixes, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos D30 e D45 ($P \geq 0,05$).

A sobrevivência dos peixes foi satisfatória, apresentando valor significativamente superior ($P < 0,05$) no tratamento D15 (100,00%) quando comparado ao D45 (90,87%). Da mesma forma, outros estudos com tilápias em BFT registraram elevados valores de sobrevivência. Widanarni et al. (2012), obtiveram sobrevivências de 93% cultivando 100 tilápias. m^{-3} , já Azim & Little (2008) estocando 12 Kg de tilápia. m^{-3} alcançaram 100% de sobrevivência. Entretanto, Ayroza et al. (2011) avaliando densidades de estocagem para juvenis de tilápia do Nilo em tanque-rede, observaram que a densidade de cultivo não influenciou a sobrevivência dos peixes, apresentando valores superiores a 96%. Tais fatos demonstram que os diferentes sistemas de cultivo (convencional e tecnologia de bioflocos) podem apresentar diferentes resultados.

Tabela 2. Desempenho zootécnico de juvenis de tilápia do Nilo *O. niloticus*, cultivados durante 128 dias com tecnologia de bioflocos sob diferentes densidades de estocagem (média \pm desvio padrão)

Table 2. Growth performance of juvenile Nile tilapia *O. niloticus*, cultured for 128 days with technology bioflocos under different stocking densities (mean \pm standard deviation)

Variáveis	Tratamentos		
	D15	D30	D45
Peso final (g)	400,10 \pm 32,31	426,28 \pm 13,33	404,37 \pm 49,26
Ganho de peso (g)	276,90 \pm 32,29	302,51 \pm 12,03	281,48 \pm 51,55
GPD (g.dia ⁻¹)	2,16 \pm 0,25	2,36 \pm 0,09	2,20 \pm 0,40
Biomassa final (Kg)	4,80 \pm 0,39 ^a	10,12 \pm 0,34 ^b	13,26 \pm 2,02 ^c
Ganho de Biomassa (Kg)	3,32 \pm 0,39 ^a	8,48 \pm 0,58 ^b	8,83 \pm 2,12 ^b
Sobrevivência (%)	100,00 \pm 0,00 ^b	98,96 \pm 2,08 ^{ab}	90,97 \pm 6,94 ^a
FCA	1,6 \pm 0,97	1,4 \pm 0,16	1,6 \pm 0,19
TCE (%.dia ⁻¹)	0,92 \pm 0,07	0,97 \pm 0,02	0,93 \pm 0,11
Produtividade (Kg. m^{-3})	6,00 \pm 0,48 ^a	12,65 \pm 0,42 ^b	16,57 \pm 2,53 ^c

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. D15 - Densidade de 15 peixes. m^{-3} , D30 - Densidade de 30 peixes. m^{-3} , D45 - Densidade de 45 peixes. m^{-3} . GPD – Ganho médio de peso individual diário, TCE – Taxa de crescimento específico, FCA – Fator de conversão alimentar.

O fator de conversão alimentar (FCA) não apresentou diferença significativa ($P \geq 0,05$) entre os tratamentos variando entre 1,4 e 1,6. Contudo, o presente trabalho alcançou melhores resultados do que o FCA apresentado por Azim & Little (2008), onde obtiveram índices entre 3,44 e 3,51 utilizando a tecnologia de bioflocos no cultivo de tilápia, e dos resultados exposto por Crab et al. (2009) no qual o FCA médio foi de 1,9.

A taxa de crescimento específico (TCE) não demonstrou diferença significativa ($P \geq 0,05$) entre os tratamentos. Os valores registrados de TCE variaram de 0,92 a 0,97 $\% \cdot \text{dia}^{-1}$.¹ Widanarni et al. (2012) encontraram valores semelhantes (0,94 e 0,91 $\% \cdot \text{dia}^{-1}$, nas densidades 25 e 50 peixes. m^{-3} , respectivamente) aos encontrados no presente trabalho. Entretanto, Ayroza et al. (2011) encontraram valores mais elevados ao testar densidades de tilápia em tanques-redes (2,95 a 3,91 $\% \cdot \text{dia}^{-1}$).

Os resultados de produtividade apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ($P < 0,05$), com valores de produção significativamente mais elevados no tratamento D45 (16,57 $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$). A produtividade aumentou de acordo com o aumento da densidade de estocagem, ficando inferior ao relatado por Avnimelech (2011) (20 a 30 $\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$). Corroborando com esses resultados, a Figura 4 representa uma tendência de proporcionalidade do aumento da densidade de estocagem com o aumento da produtividade. Isso demonstra que densidades mais elevadas podem ser utilizadas para o cultivo de tilápias, sem prejuízos em termos de produtividade e que a tecnologia de bioflocos é eficiente para engorda de tilápias. Entretanto recomenda-se que densidades de estocagem mais elevadas precisam ser testadas a fim de determinar qual a densidade de cultivo maximizará a performance das tilápias cultivadas com a BFT.

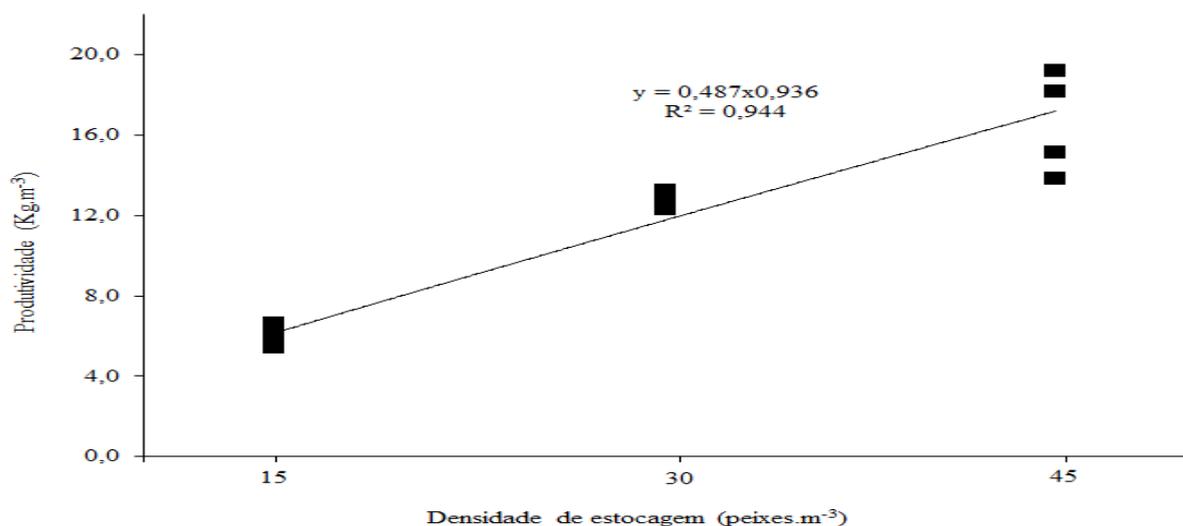


Figura 4. Produtividade ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$) em função das diferentes densidades de estocagem no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo *O. niloticus* com tecnologia de bioflocos

Figure 4. Productivity ($\text{Kg} \cdot \text{m}^{-3}$) in function of different stocking densities in growing Nile tilapia juveniles *O. niloticus* with bioflocs technology

CONCLUSÃO

Nas condições adequadas, utilizando a tecnologia de bioflocos no cultivo de juvenis de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), conclui-se que a densidade de 45 peixes.m⁻³ foi a que apresentou melhores resultados de desempenho zootécnico.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado. À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) pelas bolsas de produtividades. Ao Grupo Guabi, pelo fornecimento das rações utilizadas no experimento.

LITERATURAS CITADAS

- Araújo, G. S.; Rodrigues, J. A. G.; Silva, J. W. A.; Farias, W. R. L. Cultivo da tilápia do Nilo em tanques-rede circulares em diferentes densidades de estocagem. *Bioscience Journal*, v.26, n.3, p.428-434, 2010. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/bioscience-journal/article/view/7080/4856>> 12 Dez. 2012.
- Avnimelech, Y. Tilapia Production Using Biofloc Technology - Saving Water, Waste Recycling Improves Economics. Global Aquaculture Alliance (GAA). May/June, p.66-68, 2011. <<http://pdf.gaalliance.org/pdf/GAA-Avnimelech-May11.pdf>> 12 Dez. 2012.
- Avnimelech, Y. Feeding with microbial flocs by tilapia in minimal discharge bio-flocs technology ponds. *Aquaculture*, v.264, p.140-147, 2007. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848606008933>> 12 Dez. 2012.
- Avnimelech, Y. Biofloc Technology - A Practical Guide Book. Baton Rouge, Louisiana, 2^a Edition. The Word Aquaculture Society, United States. 271p, 2012.
- Ayroza, L. M.; Romagosa, E.; Ayroza, D. M. M. R.; Scorvo Filho, J. D.; Salles, F. A. Custos e Rentabilidade da produção de juvenis de tilápia do Nilo em tanques rede utilizando-se diferentes densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.2, p.231-239, 2011. <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n2/01.pdf>> 12 Dez. 2012.
- Azim, M. E; Little, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.283, p.29-35, 2008. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848608004699>> 12 Dez. 2012.
- Crab, R.; Kochva, M.; Verstraete, W.; Avnimelech, Y. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilapia. *Aquacultural Engineering*, v.40, p.105-112, 2009. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144860908001088>> 17 Set. 2012.
- Ebeling, M.J.; Timmons, M.B.; Bisogni, J.J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. *Aquaculture*, v.257, p.346-358, 2006. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004484860600216X>> 23 Out. 2012.
- Figueiredo Júnior, C.A.; Valente Júnior, A. S. Cultivo de tilápias no Brasil: Origens e cenário atual. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de economia, administração e sociologia rural. SOBER. 2008. Homepage. <http://www.sober.org.br/palestra/9/178.pdf>. Acesso: 16 de outubro de 2012.
- Fülber, V.M.; Mendez, L.D.V.; Braccini, G.L.; Barrero, N.M.L.; Digmeyer, M.; Ribeiro, R.P. Desempenho comparativo de três linhagens de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em diferentes densidades de estocagem. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.31, n.2,

- p.177-182, 2009. <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/464>> 03 Jan. 2013. doi: 10.4025/actascianimsci.v31i2.464.
- Lovshin, L.L. Tilapia farming: a growing worldwid aquaculture industry. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição e peixes. Anais... Piracicaba: CBNA, v. único, p.137, 1997.
- MPA, 2012. Ministério da Pesca e Aquicultura. MPA. Homepage. <http://www.mpa.gov.br/>. Acesso: 09 de setembro de 2012.
- Paiva, P.; Mainardes-Pinto, C.S.R.; Verani, J.R.; Silva, A.L. Produção da tilápia tailandesa *Oreochromis niloticus*, estocada em diferentes densidades em tanques-rede de pequeno volume instalado em viveiros de piscicultura povoados ou não com a mesma espécie. Boletim do Instituto de Pesca, v.34, n.1, p.79-88, 2008. <ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/34_1_79-88.pdf> 03 Jan. 2013.
- Ray, A. J.; Lewis, B. L.; Browdy, C. L.; Leffler, J. W. Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*) production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive culture systems. Aquaculture, v.299, p.89-98, 2010a. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848609009375>> 23 Jan. 2013.
- Ray, A.J.; Seaborn, G.; Leffler, J.W.; Wilde, S. B.; Lawson, A.; Browdy, C. L. Characterization of microbial communities in minimal-exchange, intensive aquaculture systems and the effects of suspended solids management): Aquaculture, v.310, p.130–138, 2010b. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848610007003>> 10 Fev. 2013.
- Samocha, T. M.; Patnaik, S.; Speed, M.; Ali, A. M.; Burger, J. M.; Almeida, R.V.; Ayub, Z.; Harisanto, M.; Horowitz, A.; Brock, D. L. Use of molasses as carbono source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. Aquacultural Engineering, v.36, p.184-191, 2007. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486090600094X>> 09 Mar. 2013.
- Schneider, O.; Sereti, V.; Eding, E. H.; Verreth, J. A. J. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. Aquaculture, v.261, p.1239-1248, 2006. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848606006922>> 13 Fev. 2013.
- Silva, F. V.; Sarmiento, N. L. A. F.; Vieira, J. S.; Tessitore, A. J. A.; Oliveira, L. L. S.; Saraiva, E. P. Características morfológicas, rendimentos de carcaça, filé, vísceras e resíduos em tilápias-do-Nilo em diferentes faixas de peso. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.8, p.1407-1412, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000800003>> 22 Jan. 2013.
- Wambach, X. F.; Souza, R. L.; Lima, E. C. R.; Silva, U. L.; Correia, E. S. Densidade de

estocagem na alevinagem de tilápias do Nilo em sistema de bioflocos. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2013. No prelo.

Welker, T. L.; Lim, C.; Yildirim-Aksoy, M.; Klesius, P.H. Susceptibility of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fed with dietary sodium chloride to nitrite toxicity. Aquaculture International. v.20, p.159–176, 2012. <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10499-011-9449-5>> 22 Jan. 2013.

Widanarni; Ekasari, J.; Maryam, S. Evaluation of biofloc technology application on water quality and production performance of red tilapia *Oreochromis* sp. cultured at different stocking densities. Hayati Journal of Biosciences. v.19, n.2, p.73-80, 2012.

Yanbo W.; Wenju Z.; Weifen L.; Zirong X. Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. Fish Physiology and Biochemistry, v.32, p.49–54, 2006.

4. 4. Normas da Revista [Revista Brasileira de Ciências Agrárias, ISSN 1981-0997]

DIRETRIZES PARA AUTORES

www.agraria.ufrpe.br

Objetivo e Polícia Editorial

A **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aquicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

Forma e preparação de manuscritos

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br/sistema>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

Composição seqüencial do artigo

- a.** Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b.** Os artigos deverão ser compostos por, **no máximo, 6 (seis) autores;**
- c.** Resumo: no máximo com 15 linhas;
- d.** Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- e.** Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f.** Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;

- g.** Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h.** Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- i.** Material e Métodos;
- j.** Resultados e Discussão;
- k.** Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l.** Agradecimentos (facultativo);
- m.** Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a sequência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

Edição do texto

- a. Idioma:** Português, Inglês e Espanhol
- b. Processador:** Word for Windows;
- c. Texto:** fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. Espaçamento:** duplo entre o título, nome(s) do(s) autor(es), resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. Parágrafo:** 0,5 cm;
- f. Página:** Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;
- g.** Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h.** As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;
- i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)**
 - Títulos de tabelas e figuras, para artigos escritos em português ou espanhol, deverão ser escrito em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9. A tradução em inglês deverá ser inserida logo abaixo com fonte Times New Roman, estilo itálico e tamanho 8. Para artigos escritos em Inglês, as traduções podem ser realizadas em português ou espanhol;
 - As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela

primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.

- As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal.

Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.

- As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

Exemplos de citações no texto

- a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire,2007).
- b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).
- c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

Literatura citada

A citação dos artigos relacionados com o tema do trabalho publicados anteriormente na **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, não é obrigatória, porém é recomendável. O corpo editorial da revista poderá sugerir a inclusão de alguma referência significativa se julgar oportuno.

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo **25 citações bibliográficas** sendo a maioria em **periódicos recentes (últimos cinco anos)**.

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

a. Livros

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B.; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2008. 49p.

b. Capítulo de livros

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

c. Revistas

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011.

<<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=v6i4a1277&path%5B%5D=990>> 29 Dez. 2011. doi:10.5039/agraria.v6i4a1277

d. Citações no prelo (aceitas para publicação) devem ser evitadas.

Brandão, C.F.L.S.; Marangon, L.C.; Ferreira, R.L.C.; Silva, A.C.B.L. e. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de floresta atlântica em Igarassu–Pernambuco. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2009. No prelo.

e. Dissertações e teses

Bandeira, Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

f. Trabalhos apresentados em congressos (Anais, Resumos, Proceedings, Disquetes, CD-ROMS) devem ser evitados.

Dubeux Júnior, J.C.B.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Cunha, M.V. da . Fluxo de nutrientes em ecossistemas de pastagens: impactos no ambiente e na produtividade. In:

Simpósio sobre o Manejo da Pastagem, 23, 2006, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2006. v.único, p.439-506.

No caso de disquetes ou CD-ROM, o título da publicação continuará sendo Anais, Resumos ou Proceedings, mas o número de páginas será substituído pelas palavras Disquetes ou CD-ROM.

g. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <http://www.ccs.neu.edu/home/lpb/mud-history-html>. 10 Nov. 1997.

h. Citações de comunicação pessoal deverão ser referenciadas como notas de rodapé, quando forem imprescindíveis à elaboração dos artigos.

Outras informações sobre a normatização de artigos

- 1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;
- 2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;
- 3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;
- 4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;
- 5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;
- 6) Evitar parágrafos muito longos;
- 7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;
- 8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;
- 9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;
- 10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;
- 11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10

horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; l/s = L.s⁻¹; 27oC = 27 °C; 0,14 m³/min/m = 0,14 m³.min⁻¹.m⁻¹; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm.d⁻¹; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2-61,5 (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) No texto, quando se diz que um autor citou outro, deve-se usar apud em vez de citado por. Exemplo: Walker (2001) apud Azevedo (2005) em vez de Walker (2001) citado por Azevedo (2005). Recomendamos evitar essa forma de citação.

13) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

14) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, seqüência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam por solicitadas pelo editor.

Procedimentos para encaminhamento dos artigos

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou

<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria>

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail agrarias@prppg.ufrpe.br, editorgeral@agraria.pro.br ou secretaria@agraria.pro.br.