

**EDUARDO CESAR RODRIGUES DE LIMA**

**DIFERENTES FONTES DE CARBONO NO CULTIVO INTENSIVO DA TILÁPIA  
DO NILO *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

**RECIFE, PE  
Fevereiro/2016**



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

**DIFERENTES FONTES DE CARBONO NO CULTIVO INTENSIVO DA TILÁPIA  
DO NILO *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

**Eduardo Cesar Rodrigues de Lima**

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

**Prof. Dr. Eudes de Souza Correia**  
Orientador

**Recife, PE**  
**Fevereiro/2016**

Ficha catalográfica

L732d Lima, Eduardo Cesar Rodrigues de.  
Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia do Nilo *O.niloticus* (Linnaeus, 1758) em sistema de bioflocos / Eduardo Cesar Rodrigues de Lima. – Recife, 2016.  
57 f. : il.

Orientador: Eudes de Souza Correia.  
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2016.  
Referências e anexo(s).

1. Piscicultura. 2. Fontes de carbono. 3. Bioflocos.  
4. *Oreochromis niloticus*. 5. *Chitralada*. I. Correia, Eudes de Souza, orientador II. Título

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

**DIFERENTES FONTES DE CARBONO NO CULTIVO INTENSIVO DA TILÁPIA  
DO NILO *Oreochromis niloticus* (LINNAEUS, 1758) EM SISTEMA DE BIOFLOCOS**

**Eduardo Cesar Rodrigues de Lima**

Dissertação julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e julgada aprovada em 23/02/2016 pela seguinte Banca Examinadora.

---

**Prof. Dr. Eudes de Souza Correia** – Orientador

Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Ronaldo Cavalli** - Membro Interno

Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Athiê Jorge Guerra Santos** - Membro Externo

Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Alfredo Olivera Galvez** - Suplente interno

Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

**Prof. Dr. Luís Otávio Brito da Silva** - Suplente externo

Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Dedicatória**

*Aos meus pais, Maria de Fátima do Nascimento e Adriano Cesar Rodrigues de Lima.*

## **Agradecimentos**

Primeiramente à Deus!

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), especialmente a todos os funcionários do Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) e da Estação de Aquicultura Continental Prof. Johei Koike, pelo apoio durante esses dois anos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo e apoio financeiro para execução da pesquisa.

Ao Professor Dr. Eudes de Souza Correia, pela sua orientação, confiança e companheirismo. Muito grato pelos conhecimentos técnicos e acadêmicos adquiridos e acima de tudo pelo exemplo de vida.

A todos os companheiros do Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola (LAPAq): Maria Gabriela Padilha Ferreira, Fabiana Penalva de Melo, Jaqueline Vanessa Silva Moura, Marcelo Siqueira Franklin, Pedro Vinícius de Oliveira Ribeiro e Bruno Lúcio de Oliveira pelo apoio a pesquisa e ao aprendizado construído. Em especial à Rafael Liano de Souza e Ítalo Felipe Mascena Braga pelo total apoio e assistência, e pelos momentos extraordinários que vivenciamos na UFRPE.

Agradecimentos especiais à minha mãe Maria de Fátima do Nascimento, pelo apoio e incentivo durante a realização deste trabalho. Assim como agradeço à meu pai Adriano Cesar Rodrigues de Lima e a minha irmã querida Adriana Rodrigues de Lima por tudo. Agradeço também a minha tia Ana Maria Rodrigues de Lima pelos bons conselhos recebidos.

À Marília Benício Torres “Lila” pelo amor, paciência, cumplicidade e apoio dado em todos os momentos.

## RESUMO

A tecnologia de bioflocos tem apresentado avanços na aquicultura tradicional, principalmente, em camarões e tilápias. As principais vantagens são pouca utilização de água, reciclagem dos compostos nitrogenados e produção de alimento suplementar rico em proteína. Diversas fontes de carbono são empregadas no cultivo em bioflocos, açúcares, amidos, álcoois e fibras, assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos das fontes de carbono orgânico na qualidade da água, desempenho de crescimento e aceitação de filés da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em sistema de bioflocos. Foram adotados três tratamentos envolvendo as fontes de carbono açúcar (AÇU), melão líquido (MEL) e melão em pó (MEP), com cinco repetições cada e um tratamento controle (CTL) sem bioflocos, com quatro repetições. Os peixes (72,6 g) foram estocados em 19 tanques circulares (800L) numa densidade de 35 peixes/m<sup>3</sup> e cultivados por 145 dias. Foram avaliadas as variáveis de qualidade da água, desempenho de crescimento e aceitabilidade dos filés de tilápia. A concentração de oxigênio dissolvido foi significativamente maior ( $P \leq 0,05$ ) nos tanques sem bioflocos (CTL) devido à ausência de biomassa bacteriana. O nitrogênio da amônia total (NAT) apresentou diferença estatística ( $P \leq 0,05$ ) entre o tratamento AÇU e os demais com bioflocos, exibindo a menor concentração de 2,53 mg NAT/L. Já o nitrito, não apresentou diferença estatística ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos com valores médios variando de 0,74 a 2,3 mg de N-NO<sub>2</sub>/L. O peso final variou de 339 a 409 g, com fator de conversão alimentar entre 1,61 e 1,89, sobrevivência de 80 a 99% e não apresentou diferença estatística entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). A produtividade variou de 9,72 (AÇU) a 14,22 Kg/m<sup>3</sup> (CTL) ( $P \leq 0,05$ ). Os tanques sem bioflocos (CTL) consumiram 9 m<sup>3</sup> de água para produzir 1 Kg de peixe, enquanto os de bioflocos utilizaram apenas 0,68 m<sup>3</sup>, o que representa um consumo 13 vezes menor. A porcentagem de proteína nos filés de tilápia e nos bioflocos analisados variaram, respectivamente, de 17 a 20% e 31 a 33%. Os filés de tilápia oriundos do bioflocos com açúcar mostraram ter a preferência dos avaliadores, com nota 7,77 (gostei moderadamente a gostei muito). Com estes resultados, conclui-se que as fontes de carbono utilizadas (melão e açúcar) podem ser utilizadas no cultivo da tilápia *O. niloticus* em bioflocos sem prejuízos à água de cultivo e à produtividade. Além disso, deve-se considerar a facilidade na obtenção do açúcar.

**Palavras-chave:** piscicultura, fontes de carbono, bioflocos, *Oreochromis niloticus*, Chitralada

## ABSTRACT

Biofloc technology has brought advances in traditional aquaculture, mainly in shrimp and tilapia. The main advantages are low water use, recycling of nitrogen compounds and production of supplementary food rich in protein. Various carbon sources are employed in the biofloc culture, as sugars, starches, alcohols and fibers. So the aim of this study was to evaluate the effects of organic carbon sources on water quality, growth performance and acceptance of Nile tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*) cultured in biofloc systems. Were adopted three treatments involving the sources of carbon, as sugar (AÇU), liquid molasses (MEL) and powder molasses (MEP), with five replicates each and a control treatment (CTL) without biofloc, with four replications. Fish (72.6 g) were stocked in 19 circular tanks (800L) at a density of 35 fish/m<sup>3</sup> and grown by 145 days. They evaluated the water quality variables, growth performance and acceptability of tilapia fillets. The dissolved oxygen concentration was significantly higher ( $P \leq 0.05$ ) in the tanks without bioflocs (CTL) in the absence of bacterial biomass. Total ammonia nitrogen (NAT) showed statistical significance ( $P \leq 0.05$ ) between the AÇU treatment and the other with bioflocs, displaying the lowest concentration of 2.53 mg NAT/L. Already nitrite, showed no statistical difference ( $P > 0.05$ ) among treatments with mean values ranging from 0.74 to 2.3 mg of N-NO<sub>2</sub>/L. The final weight ranged from 339 to 409 g, with feed conversion ratio between 1.61 and 1.89, survival 80-99% and showed no statistical difference between treatments ( $P > 0.05$ ). Productivity ranged from 9.72 (AÇU) to 14.22 Kg/m<sup>3</sup> (CTL) ( $P \leq 0.05$ ). The tanks without bioflocs (CTL) consumed 9 m<sup>3</sup> of water to produce 1 kg of fish, while the bioflocs used only 0.68 m<sup>3</sup>, which represents a 13 times lower consumption. The percentage of protein in fillets of tilapia and analyzed bioflocs ranged respectively 17-20% and 31-33%. Tilapia fillets coming from biofloc with sugar showed to have the preference of the evaluators, with note 7.77 (like moderately to like very much). With these results, it is concluded that the carbon sources (molasses and sugar) can be used in the tilapia culture with biofloc without damage to water culture and productivity. Moreover, one should consider the ease of obtaining sugar.

**Key words:** fish farming, carbon sources, bioflocs, *Oreochromis niloticus*, Chitralada

## LISTA DE FIGURAS

Artigo	Página
Figura 1 - Variação dos compostos nitrogenados (A- nitrogênio da amônia total, B- nitrogênio do nitrito, C- nitrato) e do ortofosfato (D) durante 145 dias de cultivo da tilápia <i>O. niloticus</i> em bioflocos com diferentes fontes de carbono.....	38

## LISTA DE TABELAS

### Revisão de Literatura

### Página

Tabela 1 - Diferentes fontes de carbono utilizadas no cultivo de peixes em sistema de bioflocos.....	19
--	----

### Artigo

Tabela 1 - Valores médios $\pm$ desvio padrão (mínimo - máximo), das variáveis de qualidade da água do cultivo de <i>O. niloticus</i> em bioflocos com diferentes fontes de carbono.....	36
--	----

Tabela 2 - Relação consumo de água <i>versus</i> biomassa produzida durante 145 dias de cultivo de <i>O. niloticus</i> em bioflocos com diferentes fontes de carbono.....	40
---	----

Tabela 3 - Valores médios $\pm$ desvio padrão das variáveis de crescimento da tilápia do Nilo <i>O. niloticus</i> cultivadas em bioflocos com diferentes fontes de carbono.....	41
---	----

Tabela 4 - Composição centesimal dos filés de tilápia e dos bioflocos formados durante os 145 dias de cultivo de <i>O. niloticus</i> com diferentes fontes de carbono.....	43
--	----

Tabela 5 - Valores médios $\pm$ desvio padrão da análise sensorial dos filés de tilápia de <i>O. niloticus</i> oriundas do cultivo em bioflocos com diferentes fontes de carbono.....	44
---	----

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Dedicatória.....	v
Agradecimentos .....	vi
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	viii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
1- INTRODUÇÃO .....	12
2- REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23
4- ARTIGO CIENTÍFICO.....	29
NORMAS DA REVISTA .....	50

## 1- INTRODUÇÃO

Alguns recursos pesqueiros encontram-se no seu limite máximo de exploração sustentável e há um déficit mundial da oferta de proteínas de origem animal. O homem está em busca de novas alternativas para a produção de alimentos. Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a aquicultura é a principal alternativa para aumentar a oferta de pescado por todo mundo, representando, na atualidade, aproximadamente 42% da produção de alimentos de origem aquática (FAO, 2014).

O Brasil está entre os maiores produtores de pescado cultivado do mundo, ocupando a 12ª colocação, estando à frente do Japão e Coreia. Em 2012, a produção da aquicultura (continental e marinha) brasileira foi de aproximadamente 707,4 mil toneladas de pescado, representando 1,1% da produção mundial (FAO, 2014). A produção da aquicultura continental em 2010 e 2011 foi de aproximadamente 394 e 544 mil toneladas de pescado, respectivamente, demonstrando um aumento aproximado de 38% na produção da aquicultura continental brasileira. Dentre as principais espécies de peixes criadas no Brasil destaca-se a tilápia com uma produção no ano de 2011 de, aproximadamente, 253 mil toneladas (MPA, 2014).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) é considerada um dos peixes mais importantes atualmente, pois dentre as espécies de água doce, é a que apresenta proeminência na aquicultura mundial, devido principalmente às suas características: rusticidade; facilidade em se adaptar em diversos tipos de sistemas de criação; alta taxa de crescimento e boa conversão alimentar; ótima aceitação no mercado consumidor, principalmente devido à qualidade da carne; hábito alimentar onívoro, mas com preferências por detritos e plâncton (MCINTOSCH e LITTLE, 1995). Tais características fazem da tilápia a segunda espécie mais cultivada no mundo, ficando atrás apenas das carpas (FAO, 2012).

Os sistemas de produção adotados na criação das tilápias são classificados em extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo. A intensificação dos processos de produção busca alcançar maior produtividade em menores áreas, menor tempo e custo racionalizado (KUBITZA, 1999). Contudo, nessa busca por uma maior produtividade, deve-se considerar boas práticas de manejo, a fim de minimizar o impacto ambiental da atividade aquícola. Assim, é de extrema importância a implantação de sistemas de produção sustentáveis, capazes de minimizar os danos ao meio ambiente, destacando-se os sistemas de cultivos fechados (COLT et al., 2006). Dentre estes sistemas de cultivo, os que utilizam a tecnologia de bioflocos (BFT) são os que mais vem se destacando nos últimos anos.

Sistemas sem trocas de água, como o BFT, se baseiam no estímulo a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico e aeração constante do ambiente de cultivo (WASIELESKY et al., 2006; EMERENCIANO et al., 2007; AVNIMELECH, 2009). Este sistema apresenta diversas vantagens, como redução do uso de água e menor risco de introdução e disseminação de doenças, bem como a possibilidade do uso de dietas com níveis reduzidos de proteína. Além disso, o uso da tecnologia de bioflocos permite o controle do nitrogênio inorgânico por meio da adição de carboidratos, o que induz a remoção desse nitrogênio pelos microrganismos do biofoco para a conversão em biomassa microbiana, fonte efetiva de proteína para peixes e camarões (AVNIMELECH, 1999; BURFORD et al., 2004; SAMOCHA et al., 2007).

Pesquisas têm demonstrado resultados satisfatórios em termos de produção e eficiência de incorporação do nitrogênio no animal cultivado na presença de bioflocos, através do consumo da ração e da biomassa microbiana estimulada a partir da adição de fontes de carbono orgânico, como açúcar, melão e amido de mandioca

LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...

(AVNIMELECH, 1999; BURFORD et al., 2003). Pérez-Fuentes *et al.* (2016) ao cultivarem tilápias em bioflocos com diferentes relações C:N e utilizando melação como fonte de carbono, encontraram produtividades de 16 a 18 Kg/m<sup>3</sup>.

Em razão da importância do tema dentro da aquicultura nacional e da possível contribuição com a geração de conhecimentos aplicáveis à cadeia produtiva da tilápia, o presente estudo objetivou avaliar os efeitos das fontes de carboidratos na qualidade da água, desempenho de crescimento e aceitação de filés da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em sistema de bioflocos.

## **2- REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Tecnologia de bioflocos**

Os sistemas de produção adotados na aquicultura são classificados em extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo, tendo como principal diferença entre os sistemas extensivos e intensivos, a utilização de rações balanceadas e as densidades de estocagem. O meio de cultivo mais utilizado no cultivo de peixes e camarões é o autotrófico, que consiste na utilização de baixas densidades de estocagem, trocas regulares de água para controlar a população de algas e a utilização de rações com altos níveis de proteína.

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, 1995; McNEIL, 2000; ERLER et al., 2005; WASIELESKY et al., 2006; AVNIMELECH, 2007; DE SCHRYVER et al., 2008) foi inicialmente desenvolvida como alternativa para resolver os problemas de qualidade da água, onde a manutenção dos parâmetros ideais baseia-se no desenvolvimento e controle das bactérias heterotróficas do próprio meio (AVNIMELECH, 2007). Esta técnica de cultivo 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).

Os princípios do cultivo de peixes e camarões em sistemas intensivos com limitada troca d'água foram desenvolvidos simultaneamente em escala experimental, para camarões no Waddel Mariculture Center, Carolina do Sul, EUA, e para peixes, principalmente tilápia, em Israel (HOPKINS et al., 1993; SAMOCHA et al., 2004; BURFORD et al., 2004; AVNIMELECH, 2007).

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 (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., 2006; AZIM et al., 2008; AVNIMELECH, 2009).

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., 2006; EMERENCIANO et al., 2007). Para tal, é imprescindível o domínio da comunidade bacteriana heterotrófica, através do balanceamento e manutenção de altas relações Carbono:Nitrogênio (SCHNEIDER et al., 2006). De acordo com Avnimelech (2012), esta relação proporcionará melhores condições para as 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.

### **2.1.1. Valor nutricional do biofloco**

Diferentes fontes de carbono orgânico estimulam uma comunidade microbiana específica e conseqüentemente modificam as propriedades nutricionais do biofloco (CRAB, 2010). Um estudo realizado por Crab (2010), os resultados da análise da composição química e conteúdo energético dos bioflocos fertilizados com diferentes fontes de carbono, revelaram um alto teor de proteína bruta (40%), lipídeos (41%) e energia (27 kJ/g) naquele biofloco com glicose, enquanto que elevado teor de cinzas (20%) foi encontrado no biofloco com acetato e alto teor de carboidratos (59%) no biofloco com amido.

Segundo Azim e Little (2008), os bioflocos que contenham mais de 38% de proteína bruta, 3% de lipídeos, 6% de fibras, 12% de cinzas e 19 kJ/g de energia (com base na matéria seca) é considerado adequado para produção de tilápias. Entretanto, Webster e Lim (2002), relataram que bioflocos contendo 50% de proteína bruta, 4% de fibras, 7% de cinzas e 22 kJ/g de energia são melhores para peixes herbívoros/onívoros incluindo a tilápia. Resultados bem superiores a estes foram encontrados por Widanarni et al. (2012). Estes autores realizaram uma análise da composição centesimal do biofloco oriundo de um cultivo com tilápias em diferentes densidades de estocagem e encontraram valores de proteína bruta variando de 40 a 50%, lipídeos de 12 a 24% e cinzas de 25 a 29%.

### **2.2. Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em BFT**

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) faz parte de um grupo de espécies que recebem a denominação genérica de tilápias e pertencem à família Cichlidae (Perciformes) tendo a sua origem no continente africano. Existem aproximadamente 70 espécies de tilápias, no entanto apenas quatro possuem destaque na aquicultura: a tilápia

do Nilo (*Oreochromis niloticus*), a tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*), a tilápia azul ou áurea (*Oreochromis aureus*) e a tilápia de Zanzibar (*Oreochromis urolepis hornorum*) (KUBITZA, 2011). A tilápia é o segundo peixe mais cultivado no mundo, ficando atrás apenas das carpas. A produção mundial em 2011 foi de 3.957.843 toneladas (FAO, 2012). Este destaque deve-se, em grande parte, às características apresentadas por este peixe, como rápido crescimento, tolerância a uma ampla faixa de condições ambientais, precocidade sexual, rusticidade e capacidade de aproveitamento do alimento natural (EL-SAYED, 2006).

Muitos autores consideram a tecnologia de bioflocos como um sistema aquícola sustentável e ambientalmente amigável, que tem sido experimentado tanto em laboratório como em escala comercial para várias espécies aquícolas, incluindo as tilápias (AVNIMELECH, 2007; AZIM e LITTLE, 2008; CRAB et al., 2009).

As tilápias são candidatas ideais para sistemas de cultivo em tanques de suspensão ativada (DEMPSTER et al., 1995; AZIM et al., 2003). De acordo com Avnimelech (2011), as tilápias são perfeitamente adaptadas para o sistema de bioflocos. A alimentação herbívora por filtração, adapta-o à absorção do biofoco em suspensão na água, e a robustez/resistência do peixe, permite o desenvolvimento em sistemas de cultivo superintensivos (AVNIMELECH, 2011).

A biomassa de peixe produzida em tanques com sistema de bioflocos com tilápias pode variar de 10 a 40 Kg/m<sup>3</sup> (AVNIMELECH, 2005). Essa biomassa é bem superior quando comparada com a biomassa de camarão produzida em tanques com bioflocos (1 a 9 Kg/m<sup>3</sup>) (AVNIMELECH, 2005; CORREIA et al., 2014; MISHRA et al., 2008; SAMOCHA et al., 2013). Crab et al., (2009), em um experimento de 50 dias com alevinos de tilápia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) em sistema de bioflocos, obtiveram excelentes taxas de sobrevivência de 80 e 97%. A densidade de

estocagem utilizada foi de 20 Kg/m<sup>3</sup>, com adição de amido numa relação carbono:nitrogênio de 20:1.

Em outro estudo, Widanarni et al. (2012), avaliaram o efeito da utilização da tecnologia do bioflocos na qualidade da água e no desempenho zootécnico da tilápia vermelha *Oreochromis sp* sob diferentes densidades de estocagem (25, 50 e 100 peixes/m<sup>3</sup>) em tanques circulares de 3m<sup>3</sup>. A relação carbono:nitrogênio adotada foi de 15:1, e a fonte de carbono orgânico adicionada foi o melaço. Estes autores encontraram produtividades maiores (3,3 a 7,1 Kg/m<sup>3</sup>) nos tanques sem bioflocos e maiores sobrevivências nos tanques com bioflocos (93 a 97%). Eles atribuíram esse fato, ao aumento na capacidade reprodutiva das tilápias dos tanques com bioflocos, assim a produtividade pode declinar porque parte da energia obtida pela assimilação do bioflocos é direcionado para o desenvolvimento gonadal, à custa de crescimento.

Avnimelech (2007), testando alimentação com flocos microbianos para a tilápia de Moçambique (*Oreochromis mossambicus*) em tanques com limitada troca de água, constatou que tais flocos demonstraram ser uma fonte de alimento potencial para a tilápia e possivelmente para outros peixes, e o autor afirmou que a alimentação com flocos microbianos contribuíram com cerca de 50% das necessidades de proteína do peixe.

### **2.3. Fontes de carbono**

A adição de fontes de carbono em viveiros de aquicultura para manter uma alta relação carbono:nitrogênio (C:N) é recomendado para o estabelecimento da comunidade microbiana presente no bioflocos e para o controle da concentração de nitrogênio inorgânico (AVNIMELECH, 1999). Açúcar, amido, melaço, celulose, glucose, acetato e glicerol, são exemplos de fontes ricas em carbono (C) orgânico (HARI et al., 2004; DE SCHRYVER et al., 2008; AVNIMELECH, 2009). A Tabela 1 mostra os recentes

trabalhos realizados com peixes em sistema de bioflocos e as diversas fontes de carbono adotadas.

**Tabela 1** - Diferentes fontes de carbono utilizadas no cultivo de peixes em sistema de bioflocos.

<b>Autores</b>	<b>Peixes</b>	<b>Fontes de carbono</b>
Rocha <i>et al.</i> (2012)	Tainha	Melaço líquido e farelo de trigo
Avnimelech (2007)	Tilápia	Amido
Crab <i>et al.</i> (2009)	Tilápia	Amido
Green <i>et al.</i> (2014)	Catfish	Melaço líquido
Wambach (2013)	Tilápia	Melaço líquido
Lima <i>et al.</i> (2015)	Tilápia	Melaço líquido
Luo <i>et al.</i> (2014)	Tilápia	Glicose
Kubtiza (2011)	Tilápia	Melaço em pó e resíduo de macarrão
Pérez-Fuentes <i>et al.</i> (2016)	Tilápia	Melaço líquido
Widanarni <i>et al.</i> (2012)	Tilápia	Melaço líquido
Long <i>et al.</i> (2015)	Tilápia	Glicose
Da Silva e Da Costa (2013)	Tilápia	Farinha de trigo, Açúcar mascavo
Caipang <i>et al.</i> (2015)	Tilápia	Farinha de trigo, farinha de batata doce

### 2.3.1. Melaço

O melaço é um subproduto do processo de refinamento do açúcar, sendo comercializado na forma líquida e em pó (desidratado). Na pecuária é muito utilizado como energético, dando aos alimentos mais aroma e palatabilidade. Possui geralmente 17 a 25% de água e teor de açúcar (sacarose, glicose e frutose) de 45 a 50% (NAJAFPOUR; SHAN, 2003). Esse subproduto vem sendo utilizado na preparação de meios heterotróficos (EMERENCIANO *et al.*, 2007) visando à redução de compostos nitrogenados em berçários de camarão marinho (SAMOCHA *et al.*, 2007).

O melaço também é utilizado como fonte de carbono no cultivo de tilápias em bioflocos. Widanarni *et al.* (2012) usaram o melaço como fonte de carbono orgânico ao avaliarem o desempenho zootécnico da Tilápia vermelha (*Oreochromis sp.*) cultivadas

LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...

em diferentes densidades de estocagem e em bioflocos. Esses autores obtiveram sobrevivência maior que 90% e produções de 14 a 36 Kg/m<sup>3</sup>.

### **2.3.2. Açúcar**

O açúcar é um termo genérico usado para carboidratos cristalizados comestíveis, principalmente sacarose, lactose e frutose. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de açúcar do mundo, com 38,34 milhões de toneladas na safra 2012/13 (CONAB, 2013). O açúcar cristal em sua composição, apresenta 0,1% de umidade, 99,6% de carboidratos, 8 mg de cálcio, 0,2 mg de ferro e 3 mg de potássio (NEPA/UNICAMP, 2006), sendo uma importante fonte de carbono (C), contendo de 20 a 40% de C. Xu et al. (2012) utilizaram o açúcar mascavo como fonte suplementar de carbono orgânico ao investigarem a contribuição do biofoco na nutrição protéica de *Litopenaeus vannamei* alimentados com rações contendo diferentes níveis proteicos, e obtiveram sobrevivências maiores que 85% e produtividade de 2,5 a 2,7 Kg/m<sup>3</sup>.

### **2.4. Análise sensorial de pescado**

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2014) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. A análise sensorial normalmente é realizada por uma equipe montada para analisar as características sensoriais de um produto para um determinado fim. Pode-se avaliar a seleção da matéria prima a ser utilizada em um novo produto, o efeito de processamento, a qualidade da textura, o sabor, a estabilidade de armazenamento, a reação do consumidor, entre outros.

Os sistemas sensoriais (olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual) avaliam os atributos dos alimentos, ou seja, suas propriedades sensoriais (cor, odor, aroma, sabor, textura e som) (ANZALDÚA-MORALES, 1994).

O pescado é um alimento altamente benéfico à nutrição humana, principalmente pela composição química da carne a qual é composta de vitaminas hidrossolúveis do complexo B e lipossolúveis A e D importantes ao organismo humano, minerais essenciais, fósforo e cálcio, presença de ácidos graxos polinsaturados da família ômega 3, além de conter proteínas de alto valor biológico (BURGUESS, 1965; SIKORSKI, 1990).

No Brasil, a tilápia é o peixe mais produzido pela aquicultura (MPA, 2014). A espécie apresenta requisitos típicos preferidos pelo mercado consumidor, tais como carne branca de textura firme, sabor delicado, de fácil filetagem, ausência de espinhas em Y, além das características produtivas desejáveis para a criação (JORY et al., 2000). O valor nutricional de sua carne pode ser comprovado pela sua composição química, com teores de proteína entre 15,0 e 20,0% e baixo conteúdo de gordura (1,0 a 4,0%) (GARDUÑO-LUGO et al., 2003).

### 3- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Análise sensorial - Vocabulário (NBR ISO 5492:2014). 2014. 25 p.
- ANZALDÚA-MORALES, A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture*, v.176, p.227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Tilapia harvest microbial flocs in active suspension research pond. *Global Aquaculture Advocate*, p.57-58, October 2005.
- 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*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, US, 182p, 2009.
- AVNIMELECH, Y. Tilapia production using biofloc technology - saving water, waste recycling improves economics. *Global Aquaculture Advocate*, p.66-68, May/June 2011.
- AVNIMELECH, Y. *Biofloc Technology - A Practical Guide Book*. Baton Rouge, Louisiana, 2ª Edition. The World Aquaculture Society, United States. 271p, 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.
- 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.
- 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.
- BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; McINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus*

LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...

*vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. *Aquaculture*, v.232, p.525-537, 2004.

BURGUESS, G.H.O. *El Pescado y Las Industrias Derivadas de la Pesca*. Zaragoza: Editora Acribia, 1965, 392p.

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.

CAIPANG, C. M. A.; CHOO, H. X.; BAI, Z.; HUANG, H.; LAY-YAG, C. M. Viability of sweet potato flour as carbon source for the production of biofloc in freshwater culture of tilapia, *Oreochromis* sp. *International Aquatic Research*, v.7, n.4, p.329-336, 2015.

CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento, agosto/2013 - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab 2013.

COLT, J.; LAMOUREUX, J.; PATTERSON, R.; ROGERS, G. Reporting standards for biofilter performance studies. *Aquacultural Engineering*, v.34, n.3, p.377-388, 2006.

CORREIA, E. S.; WILKENFELD, J. S.; MORRIS, T. C.; WEI, L.; PRANGNELL, D. I; SAMOCHA, T. M. Intensive nursery production of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* using two commercial feeds with high and low protein content in a biofloc-dominated system. *Aquacultural Engineering*, v.59, p.48-54, 2014.

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

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.

DA SILVA, B. K. R.; DA COSTA, D. C. P. B. *Formação de bioflocos: protótipo com criação de tilápias*. Curitiba: UFPR, 2013

- LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...
- 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.
- EL-SAYED, A-F.M. *Tilapia culture*. CABI Publishing, Oxfordshire, U.K., 2006, 277 pp.
- EMERENCIANO, M. G. C.; WASIELESKY, W.; SOARES, R. B.; BALLESTER, E. C.; IZEPI, 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.
- FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2012. Roma. 231 págs.
- FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2014. Roma. 253 págs.
- GARDUÑO-LUGO, M.; GRANADOS-ALVAREZ, I.; OLIVERA-NOVOA, M.; MUÑOZCÓRDOVA, G. Comparison of growth, fillet yield and proximate composition between Stirling Nile tilapia (wild type) (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus) and red hybrid tilapia (Florida red tilapia X Stirling red *O. Niloticus*) males. *Aquaculture Research*, v.34, p.1023 a 1028, 2003.
- GREEN, B. W.; SCHRADER, K. K.; PERSCHBACHER, P. W. Effect of stocking biomass on solids, phytoplankton communities, common off-flavors, and production parameters in a channel catfish biofloc technology production system. *Aquaculture Research*, v.45, p.1442-1458, 2014.
- HARI, B.; KURUP, B. M.; 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, 2004.
- HOPKINS, J. S.; HAMILTON, R. D.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L.; STOKES, A. D. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *Journal of the World Aquaculture Society*, v.24, n.3, 1993.

- LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...
- JORY, D. E.; ALCESTE, C.; CABRERA, T. R. Mercado y comercialización de tilapia en los Estados Unidos de Norte América. *Panorama Acuicola, Sonora*, v. 5, n. 5, p. 50-53, 2000.
- KUBTIZA, F. Tanques-rede, rações e impacto ambiental. *Revista Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v.9, n.51, p.44-50, 1999.
- KUBITZA, F. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. 2. ed. rev. ampl. Jundiaí: Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura, 2011. 316p.
- LIMA, E. C. R.; SOUZA, R. L.; WAMBACH, X. F.; LIMA, U.; CORREIA, E. S. Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de bioflocos com diferentes densidades de estocagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 16, n.4, p. 948-957, 2015.
- LONG, L.; YANG, J.; LI, Y.; GUSN, C.; WU, F. Effect of biofloc technology on growth, digestive enzyme activity, hematology, and immune response of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, v.448, p.135-141, 2015.
- LUO, G.; GAO, Q.; WANG, C.; LIU, W.; SUN, D.; LI, L.; TAN, H. Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating aquaculture system and an indoor biofloc system. *Aquaculture*, v.422- 423, p.1–7, 2014.
- McINTOSCH, D. J.; LITTLE, D. C. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). In: BROMAGE, N. R.; ROBERTS, R. J. (Ed.). *Broodstock management and egg and larval quality*. London: Blackwell Sci. Ltd, cap. 12, p.277–320. 1995.
- McNEIL, R. Zero exchange, aerobic, heterotrophic systems: key considerations. *The Global Aquaculture Advocate*, v.3, p.72–76, 2000.
- MISHRA, J. K.; SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; GANDY, R. L.; ALI, A. M. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquacultural Engineering*, v.38, p.2-15, 2008.
- MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Brasília, 2014. Boletim estatístico da Pesca e Aquicultura no Brasil 2011. <<http://www.mpa.gov.br/index.php/informacoes-e>

LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...

estatisticas/estatistica-da-pesca-e-aquicultura> Acessado em 16 de dezembro de 2015.

NAJAFPOUR, G. D.; SHAN, C. P. Enzymatic hydrolysis of molasses. *Bioresource Technology*, v.86, n.1, p.91-94, 2003.

NEPA-UNICAMP, Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA-UNICAMP.- Versão II. -- 2. ed. -- Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113p.

PÉREZ-FUENTES, J. A.; VERGARA, M. P. H.; ROSTRO, C. I. P.; FOGEL, I. C.:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation. *Aquaculture*, v.452, p.247-251, 2016.

ROCHA, A. F.; ABREU, P. C.; WASIELESKY, W.; TESSER, M. B. Avaliação da formação de bioflocos na criação de juvenis de tainha *Mugil Cf. Hospes* sem renovação de água. *Revista Atlântica*, v.34, p.63-74, 2012.

SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; GANDY, R. L. Heterotrophic intensification of pond shrimp production. In: The fifth international conference of recirculating aquaculture, 2004. Virginia. Anais. 22–25 July 2004, Roanoke, Virginia, USA.

SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; SPEED, 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.

SAMOCHA, T.M.; MORRIS, T.C.; BRAGA, A.; MAGALHÃES, V.; SCHVEITZER, R.; KRUMMENAUER, D.; CORREIA, E.S.; KIM, J.S.; AUSTIN, J.J.; MISHRA, J.K.; BURGER, J.; ADVENT, B.; HANSON, T. Shrimp production in greenhouse enclosed super-intensive biofloc systems at the Texas A&M AgriLife Research Mariculture Lab: 2003-2012. *Aquaculture 2013 Nashville, Tennessee, USA*. February 21-25, 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.

- LIMA, E. C. R. Diferentes fontes de carbono no cultivo intensivo da tilápia...
- SIKORSKI, Z. Tecnología de los Productos del Mar: Recursos, Composición Nutritiva y Conservación. Zaragoza: Acribia, 1990. 330 p.
- WAMBACH, X.F. Influência de diferentes densidades de estocagem no desempenho produtivo de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) cultivada com tecnologia de bioflocos. 2013. 78f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2013.
- 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, 2006.
- WEBSTER C.D., LIM C.E. (Eds.) (2002) Nutrient Requirements and Feeding of Finfish for Aquaculture. CABI Publishing, Oxford.
- 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
- XU, W. J.; Pan, L. Q.; Zhao, D. H.; Huang, J. Preliminary investigation into the contribution of bioflocs on protein nutrition of *Litopenaeus vannamei* fed with different dietary protein levels in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture*, v.350-353, p.147-153, 2012.

#### **4- ARTIGO CIENTÍFICO**

Parte dos resultados obtidos durante o trabalho experimental desta dissertação está apresentado no artigo intitulado “**CULTIVO DA TILÁPIA *OREOCHROMIS NILOTICUS* EM BIOFLOCOS COM DIFERENTES FONTES DE CARBONO**”; (manuscrito), que se encontra anexado.

Artigo científico a ser submetido à Revista: **Revista Ciência Agronômica** - [www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br) - ISSN 1806-6690 (online), 0045-6888 (impresso)

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as normas estabelecidas pela referida revista (em anexo).

1 **Cultivo da tilápia *Oreochromis niloticus* em bioflocos com diferentes fontes de carbono<sup>1</sup>**

2 Culture of the tilapia *Oreochromis niloticus* in biofloc with different carbon sources

3 Eduardo Cesar Rodrigues de Lima<sup>2\*</sup>, Rafael Liano de Souza<sup>3</sup>, Pamela Jenny Montes Girao<sup>3</sup>,

4 Ítalo Felipe Mascena Braga<sup>3</sup>, Eudes de Souza Correia<sup>3</sup>

5 **RESUMO** - Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da utilização de diferentes fontes de  
6 carbono orgânico na qualidade da água, desempenho de crescimento e aceitabilidade de filés  
7 da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) cultivada em sistema de bioflocos. O experimento  
8 foi realizado na Estação de Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
9 Brasil, durante 145 dias. Peixes de  $72,6 \pm 6,83$  g foram estocados ( $35$  peixes  $m^{-3}$ ) em 19  
10 tanques circulares (800 L) em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com  
11 três tratamentos envolvendo as fontes de carbono açúcar (AÇU), melação líquida (MEL) e  
12 melação em pó (MEP), com cinco repetições cada e um tratamento controle (CTL) sem  
13 bioflocos, com quatro repetições. A concentração de oxigênio dissolvido foi  
14 significativamente maior ( $P \leq 0,05$ ) nos tanques sem bioflocos devido à ausência de biomassa  
15 bacteriana. O nitrogênio da amônia total (NAT) apresentou diferença estatística ( $P \leq 0,05$ )  
16 entre o tratamento AÇU e os demais com bioflocos, exibindo a menor concentração de  $2,53$   
17  $mg L^{-1}$ . A sobrevivência foi superior a 80%, não havendo diferença estatística entre os  
18 tratamentos ( $P > 0,05$ ), e a produtividade variou de  $9,72$  (AÇU) a  $14,22$   $Kg m^{-3}$  (CTL)  
19 ( $P \leq 0,05$ ). O consumo de água nos tanques com bioflocos foi 13 vezes menor que o controle  
20 (CTL). Os filés de tilápia oriundos do bioflocos com açúcar mostraram ter a preferência dos  
21 avaliadores, com nota  $7,77$  (gostei moderadamente a gostei muito). As fontes de carbono  
22 utilizadas (melaços e açúcar) podem ser utilizadas no cultivo da tilápia *O. niloticus* em  
23 bioflocos sem prejuízos à água de cultivo e à produtividade.

1 Parte da dissertação de mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura do primeiro autor.

2\* Autor para correspondência. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil. e-mail: educesar19@gmail.com.

3 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Laboratório de Sistemas de Produção Aquícola, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE, Brasil.

24 **Palavras-chave:** Piscicultura. Engorda. Chitralada. Melaço. Açúcar.

25 **ABSTRACT** - This study evaluated the effects of using different sources of organic carbon in  
26 water quality, growth performance and fillets acceptability of Nile tilapia  
27 (*Oreochromis niloticus*) cultured in bioflocs system. The experiment was conducted at the  
28 Aquaculture Station of the Federal Rural University of Pernambuco, Brazil, during 145 days.  
29 Fish  $72.6 \pm 6.83$  g were stocked ( $35 \text{ fish m}^{-3}$ ) in 19 circular tanks (800 L) in a completely  
30 randomized design with three treatments involving the carbon sources as sugar (AÇU), liquid  
31 molasses (MEL) and powder molasses (MEP) with five replicates each, and a control  
32 treatment (CTL) without bioflocs with four replicates. The dissolved oxygen was significantly  
33 higher ( $P \leq 0.05$ ) in tanks without bioflocs due to lack of bacterial biomass. Total ammonia  
34 nitrogen (TAN) showed statistical significance ( $P \leq 0.05$ ) between the AÇU treatment and the  
35 other with bioflocs, showing the lowest concentration of  $2.53 \text{ mg L}^{-1}$ . Survival was higher  
36 than 80%, with no statistical difference among treatments ( $P > 0.05$ ), and productivity ranged  
37 from 9.72 (AÇU) to  $14.22 \text{ Kg m}^{-3}$  (CTL) ( $P \leq 0.05$ ). Water consumption in tanks with bioflocs  
38 was 13 times smaller than the control (CTL). The tilapia fillets coming from biofloc with  
39 sugar shown to have the preference of the evaluators, with 7.77 note (like moderately to like  
40 very much). The carbon sources used (molasses and sugar) can be used in the culture of  
41 tilapia *O. niloticus* culture in biofloc without damage to the culture water and productivity.

42 **Key words:** Fish farming. Growout. Chitralada. Molasses. Sugar.

### 43 **INTRODUÇÃO**

44 A melhoria da produtividade é uma das principais prioridades no desenvolvimento da  
45 aquicultura e especificamente da tilapicultura. A intensificação dos sistemas de produção  
46 torna-se a maneira mais fácil de atingir esse objetivo (AVNIMELECH *et al.* 2008;  
47 PIEDRAHITA, 2003). A piscicultura com tecnologia de bioflocos tem algumas vantagens  
48 sobre a piscicultura tradicional, dentre essas, requer pouca ou nenhuma troca de água, menor

49 impacto ambiental, reciclagem dos compostos nitrogenados, síntese de biomassa bacteriana e  
50 fornecimento de um alimento complementar altamente nutritivo (AVNIMELECH, 2012).

51 Para que isso ocorra de forma eficiente, é necessário assegurar uma relação C:N de 15:1  
52 a 20:1 a partir da adição de uma fonte rica em carbono orgânico (AVNIMELECH, 2009;  
53 ASADUZZAMAN *et al.*, 2008). Açúcar, amido, celulose, glicose, acetato, glicerol e farinhas  
54 de trigo, são exemplos de fontes ricas em carbono orgânico (AVNIMELECH, 2009; DE  
55 SCHRYVER *et al.*, 2008). Essas fontes de carbono incluem os álcoois, açúcares, amidos e  
56 fibras, e sua degradação pode levar alguns minutos ou até horas. De acordo com Hargreaves  
57 (2013), o açúcar e o melaço são assimilados rapidamente por bactérias, aumentando a  
58 produção de biofoco em menos tempo. Os carboidratos mais complexos, como milho e trigo,  
59 são metabolizados mais lentamente, e têm a vantagem de proporcionar uma estrutura para  
60 fixação das bactérias, além de requererem um conjunto de enzimas bacterianas para sua  
61 degradação que, quando ingeridas pelos peixes, auxiliam na digestão. Os materiais ricos em  
62 fibras devem ser evitados por que são muito resistentes à degradação (CHAMBERLAIN,  
63 2001).

64 As tilápias são perfeitamente adaptadas ao sistema de biofocos. A capacidade de se  
65 alimentar por filtração da água permite a ingestão dos biofocos em suspensão, e por ser um  
66 peixe robusto e de rápido crescimento, está adaptado à sistemas bem adensados  
67 (AVNIMELECH, 2011). Várias pesquisas têm sido realizadas com tilápias em sistema de  
68 biofocos, entre elas, estudos sobre densidades de estocagem na fase de engorda (LIMA *et al.*,  
69 2015; WIDANARNI *et al.*, 2012); captação/absorção dos flocos microbianos pelas tilápias  
70 (AVNIMELECH, 2007); efeito das relações C:N na remoção do nitrogênio e produtividade  
71 de tilápias (PÉREZ-FUENTES *et al.*, 2016) e a comparação do sistema de biofocos com o  
72 sistema de recirculação em aquicultura (LUO *et al.*, 2014).

73 Desta forma, o estudo objetivou avaliar os efeitos das fontes de carbono orgânico na  
74 qualidade da água, desempenho de crescimento e aceitação de filés da tilápia do Nilo  
75 (*Oreochromis niloticus*) cultivada em sistema de bioflocos.

## 76 MATERIAL E MÉTODOS

77 O estudo foi desenvolvido na Estação de Aquicultura da Universidade Federal Rural de  
78 Pernambuco, Brasil, durante 145 dias. Foram utilizados 19 tanques circulares de fibra de  
79 vidro com capacidade de 1000 L e volume útil de 800 L, localizados numa área externa com  
80 iluminação natural e cobertos por telas para evitar o escape dos peixes.

81 O experimento dispôs de um sistema de aeração mantido por um compressor radial (7,5  
82 CV), possibilitando aeração com dois pontos de saída de ar, ambos com pedras porosas. Os  
83 tanques foram abastecidos na proporção de 80 L de água doce com bioflocos (maturada  
84 previamente) e 720 L de água clara. A água clara passou por um filtro de 200  $\mu\text{m}$  e clorada a  
85 10 ppm de cloro ativo utilizando hipoclorito de sódio, e declorada através de aeração  
86 constante por 24 horas. Nos tanques dos tratamentos com bioflocos não foram efetuadas  
87 trocas de água, sendo efetuada somente a reposição com água doce para compensar as perdas  
88 por evaporação, enquanto que nos tanques controle (água clara) a renovação de água foi  
89 realizada semanalmente (87,5%).

90 A maturação/preparação do inóculo de biofloco durou 22 dias, e foi realizada em seis  
91 tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de 250 L e volume útil de 200 L, os quais  
92 foram abastecidos com água doce filtrada e esterilizada conforme descrito anteriormente.  
93 Foram estocadas cinco tilápias (*O. niloticus*) com peso médio de 44,0 g em cada tanque,  
94 perfazendo uma biomassa inicial de 1,1  $\text{Kg m}^{-3}$ . Esses peixes foram alimentados duas vezes  
95 ao dia com uma ração comercial extrusada (Pirá 36, Guabi®, Brasil) cujos níveis de garantia  
96 são 10% de umidade, 36% de proteína bruta, 6,5% de extrato etéreo, 11% de matéria mineral  
97 e 6% de fibras, a qual foi ofertada duas vezes ao dia numa quantidade correspondente a 5% da

98 biomassa. Para induzir o meio heterotrófico durante a preparação do biofloco, a quantidade de  
99 carbono usada por tratamento foi determinado pelo teor de proteína (%) da ração comercial  
100 utilizada, assumindo que a proteína contém (6,25%) de nitrogênio e que a tilápia excreta 70%  
101 do nitrogênio proteico. Se 1000 g de ração contém 36% de proteína (6,25% de nitrogênio),  
102 têm-se 22,5 g de nitrogênio, dos quais 30% é a fração que poderia ser digerida e transformada  
103 em músculo; 15,75 g de nitrogênio serão excretadas. Para manter uma relação C:N de 15:1,  
104 foi necessário 236,25 g de carbono, sendo fornecido 762 g de açúcar conforme Emerenciano  
105 *et al.*(2007) e Wasielesky *et al.*(2006). Ressalta-se que a porcentagem de carbono do açúcar  
106 foi 31% e do melaço 30%. O volume de biofloco transferido para cada unidade experimental  
107 foi realizado de maneira igualitária, representando 10% do volume total do tanque (80 litros).

108 Alevinos de *O. niloticus* (1 g), linhagem Chitralada, revertidos sexualmente à machos,  
109 foram adquiridos no Centro Integrado de Recursos Pesqueiros e Aquicultura da CODEVASF,  
110 Porto Real do Colégio – AL, e aclimatados em dois tanques de alvenaria (3 x 10 x 1,5 m) até  
111 atingirem o peso de  $72,6 \pm 6,83$  g. Ao serem transferidos para os tanques de cultivo numa  
112 densidade de 35 peixes  $m^{-3}$ , adotou-se um delineamento experimental inteiramente  
113 casualizado, com três tratamentos envolvendo as fontes de carbono açúcar (AÇU), melaço  
114 líquido (MEL) e melaço em pó (MEP), com cinco repetições cada e um tratamento com  
115 sistema de cultivo em água clara, sem bioflocos denominado controle (CTL), com quatro  
116 repetições.

117 Os peixes foram alimentados inicialmente com ração comercial extrusada (Pirá 36,  
118 Guabi®, Brasil) e após atingirem o peso médio de 250 g com a (Pirá 32, Guabi®, Brasil)  
119 cujos níveis de garantia foram 8% de umidade, 32% de proteína bruta, 6,5% de extrato etéreo,  
120 10% de matéria mineral e 7% de fibras. A ração foi ofertada três vezes ao dia, às 08:00, 13:00  
121 e 17:00 horas. Foram realizadas biometrias semanais com o objetivo de avaliar o crescimento  
122 dos peixes e ajustar a quantidade de ração a ser fornecida de acordo com a biomassa (g) em

123 cada tanque. Este acompanhamento foi realizado pela pesagem e mensuração de 28,5% da  
124 população de cada unidade experimental, utilizando balança digital ( $\pm 0,01$  g) e ictiômetro. A  
125 taxa de alimentação variou de 4,0 a 2,7% do peso vivo/dia ao longo do experimento.

126 A qualidade da água foi estimada com base nas variáveis físicas e químicas:  
127 temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e pH, mensuradas duas vezes ao dia, às 08:00  
128 e 17:00 horas, utilizando sonda oxímetro YSI 550-A e pHmetro YSI pH100 (YSI Inc., Yellow  
129 Springs, OH, USA). Amostras de água de cada tanque foram coletadas semanalmente para  
130 análises do nitrogênio da amônia total ( $\text{N-NH}_3 + \text{N-NH}_4$ ), nitrogênio do nitrito ( $\text{N-NO}_2$ ) e  
131 alcalinidade ( $\text{CaCO}_3$ ). Quinzenalmente foram mensurados o nitrato ( $\text{NO}_3$ ), ortofosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ )  
132 e os sólidos suspensos totais. As amostras foram analisadas através de espectrofotômetro  
133 digital Hach DR 2800 (HachCompany, Colorado, USA). A adição de bicarbonato de sódio  
134 ( $\text{NaHCO}_3$ ) para corrigir a alcalinidade da água de cultivo foi realizada semanalmente.

135 A manutenção do biofoco foi realizada diariamente aplicando as fontes de carbono  
136 orgânico nos respectivos tanques, como substrato para o desenvolvimento das bactérias e  
137 controle dos níveis de amônia. A quantidade foi calculada com base na relação C:N de 6:1,  
138 considerando o nitrogênio amoniacal dissolvido na água de cultivo conforme Avnimelech,  
139 (1999) e Samocha *et al.* (2007).

140 O volume dos sólidos sedimentáveis ( $\text{mL L}^{-1}$ ) foi analisado semanalmente, onde  
141 amostras de um litro de água de cada unidade experimental foram transferidas para cones de  
142 Imhoff e após 40 minutos de descanso, o volume correspondente a estes sólidos foi medido.  
143 Adotou-se como nível ideal de sólidos sedimentáveis em torno de  $30 \text{ mL L}^{-1}$   
144 (AVNIMELECH, 2012). O controle desse nível foi realizado através da utilização de tanques  
145 de sedimentação conectados aos tanques de cultivo (RAY *et al.*, 2010). O consumo de água  
146 foi registrado ao longo do cultivo. Esses resultados foram expressos em metros cúbicos ( $\text{m}^3$ ) e  
147 foi feita uma relação entre o consumo de água e a biomassa produzida ( $\text{m}^3 \text{ Kg}^{-1}$ ).

148 Ao final do experimento, todos os peixes foram insensibilizados e abatidos por choque  
149 térmico com água e gelo (~ 4 °C). Logo em seguida, foram quantificados e pesados para  
150 determinação do peso final, ganho de peso, ganho de peso diário, taxa de crescimento  
151 específico, taxa de sobrevivência, fator de conversão alimentar e produtividade. Todos os  
152 peixes foram filetados e os filés etiquetados, embalados e estocados refrigerados a 7 °C. Após  
153 trinta dias, os filés foram submetidos a teste afetivo de aceitação do atributo aparência  
154 (MEILGAARD *et al.*, 1999). Dois filés de um mesmo tratamento (uma amostra) foram  
155 servidos monadicamente em ordem aleatória. O teste foi realizado por 30 provadores não  
156 treinados que avaliaram cor, odor e aparência global, utilizando escala hedônica de 9 pontos  
157 (1 - desgostei muitíssimo a 9 - gostei muitíssimo). Amostras do bioflocos e dos filés de peixe  
158 de cada tratamento foram enviadas ao CBO Análises Laboratoriais (Rio de Janeiro), para  
159 realizar a análise de composição centesimal dos seguintes itens: umidade, proteína bruta,  
160 lipídeos, cinzas e fibra bruta.

161 Os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homocedasticidade de Bartlett, ao nível  
162 de significância de 5%, foram utilizados. Constatando-se a normalidade da amostra e a  
163 homogeneidade das variâncias foi aplicado a Análise de Variância de umavaria (ANOVA) nas  
164 variáveis físicas e químicas de qualidade da água e desempenho dos peixes. Quando  
165 constatada diferença estatística, a ANOVA foi complementada pelo teste de comparação de  
166 médias de Tukey, ao nível de significância de 5%. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis  
167 foi utilizado nos dados da análise sensorial. Os dados de sobrevivência foram transformados  
168 para  $\arcsen x^{0,5}$  antes das análises (ZAR, 1996). Todos os dados foram analisados usando o  
169 programa BioEstat 5.0.

## 170 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

171 Os resultados das variáveis físicas e químicas da água estão apresentados na Tabela 1. A  
172 temperatura e o pH apresentaram diferenças entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). A temperatura da

173 água esteve dentro do conforto térmico ideal para tilápia. De acordo com Kubitzka (2011), para  
 174 um ótimo crescimento da tilápia a faixa de conforto térmico ideal está entre 27 e 32 °C e o pH  
 175 deve ser mantido entre 6,00 a 8,50.

176 **Tabela 1** - Valores médios  $\pm$  desvio padrão (mínimo - máximo) das variáveis de qualidade da  
 177 água do cultivo de *O. niloticus* em bioflocos com diferentes fontes de carbono

Variáveis	Tratamentos				ANOVA (Valores de F)
	MEP	MEL	AÇU	CTL	
Temperatura (°C)	27,98 $\pm$ 1,39 <sup>ab</sup> (24,0-32,0)	28,08 $\pm$ 1,36 <sup>a</sup> (24,0-31,0)	27,85 $\pm$ 1,26 <sup>bc</sup> (24,0-30,0)	27,82 $\pm$ 1,26 <sup>c</sup> (25,0-31,0)	23,1608*
Oxigênio dissolvido (mg L <sup>-1</sup> )	4,56 $\pm$ 1,08 <sup>a</sup> (1,3-7,12)	4,49 $\pm$ 0,98 <sup>a</sup> (1,07-7,68)	4,82 $\pm$ 0,95 <sup>b</sup> (1,39-6,93)	5,25 $\pm$ 0,85 <sup>c</sup> (2,46-7,71)	220,7917*
pH	7,46 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup> (6,4-8,2)	7,27 $\pm$ 0,41 <sup>b</sup> (5,86-8,23)	7,41 $\pm$ 0,41 <sup>b</sup> (5,61-8,42)	7,60 $\pm$ 0,39 <sup>c</sup> (6,25-8,74)	246,7909*
Alcalinidade (mg L <sup>-1</sup> )	128,80 $\pm$ 38,83 <sup>a</sup> (44,0-272,0)	93,49 $\pm$ 27,05 <sup>b</sup> (40,0-196,0)	99,33 $\pm$ 27,18 <sup>b</sup> (32,0-200,0)	101,46 $\pm$ 30,89 <sup>ab</sup> (24,0-200,0)	4,1627*
NAT (mg L <sup>-1</sup> )	7,17 $\pm$ 2,75 <sup>a</sup> (0,25-14,9)	4,33 $\pm$ 2,04 <sup>ac</sup> (0,10-13,7)	2,53 $\pm$ 1,28 <sup>b</sup> (0,00-9,2)	2,84 $\pm$ 1,41 <sup>bc</sup> (0,08-11,0)	33,3903*
N-NO <sub>2</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	0,82 $\pm$ 0,81 <sup>a</sup> (0,02-5,69)	0,74 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup> (0,03-5,65)	2,30 $\pm$ 3,52 <sup>a</sup> (0,01-48,8)	1,49 $\pm$ 2,74 <sup>a</sup> (0,01-15,0)	2,0572 <sup>ns</sup>
NO <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	145,07 $\pm$ 78,55 <sup>a</sup> (2,4-294,0)	127,37 $\pm$ 56,94 <sup>a</sup> (9,0-272,0)	113,27 $\pm$ 64,54 <sup>a</sup> (0,8-256,0)	27,66 $\pm$ 20,89 <sup>b</sup> (0,8-224,0)	7,7748*
Ortofosfato (mg L <sup>-1</sup> )	60,28 $\pm$ 35,68 <sup>a</sup> (4,65-260,0)	67,19 $\pm$ 49,84 <sup>a</sup> (2,1-271,0)	66,13 $\pm$ 51,21 <sup>a</sup> (1,1-272,0)	26,38 $\pm$ 24,86 <sup>a</sup> (2,95-149,0)	2,1327 <sup>ns</sup>
SS (mL L <sup>-1</sup> )	43,16 $\pm$ 19,84 <sup>a</sup> (7,0-120,0)	39,45 $\pm$ 18,65 <sup>a</sup> (2,0-98,0)	35,88 $\pm$ 14,84 <sup>a</sup> (7,0-85,0)	-	0,7847 <sup>ns</sup>
SST (mg L <sup>-1</sup> )	895,89 $\pm$ 489,86 <sup>a</sup> (276,54-1486,1)	783,57 $\pm$ 456,57 <sup>a</sup> (280,60-1479,9)	616,38 $\pm$ 320,98 <sup>a</sup> (249,69-1121,81)	-	1,1327 <sup>ns</sup>

178 NAT - Nitrogênio da amônia total; N-NO<sub>2</sub> - Nitrogênio do nitrito; NO<sub>3</sub> - Nitrato; SS - Sólidos sedimentáveis;  
 179 SST - Sólidos suspensos totais. Valores na mesma linha, com letras diferentes apresentam diferença estatística  
 180 significativa entre os tratamentos ( $p \leq 0,05$ ). <sup>ns</sup> - não significativo, \* - significativo a 5% pelo teste F  
 181

182 A concentração de oxigênio dissolvido nos tanques variou de 1,07 a 7,71 mg L<sup>-1</sup>. Para  
 183 os tratamentos MEP, MEL, AÇU e CTL, as respectivas médias foram 4,56; 4,49; 4,82 e 5,25  
 184 mg L<sup>-1</sup>. O tratamento controle apresentou nível de oxigênio dissolvido significativamente  
 185 maior ( $P \leq 0,05$ ) que os tratamentos com fontes de carbono, devido possivelmente à ausência  
 186 de biomassa bacteriana que está presente nos tanques com bioflocos, bem como da atividade  
 187 fotossintética, embora em menor escala no meio de cultivo. Essa grande variação na  
 188 concentração do oxigênio (1,07-7,71 mg L<sup>-1</sup>), deveu-se principalmente à queda de rendimento

189 no sistema de aeração, que foi posteriormente solucionado pela substituição de um outro  
190 compressor. Avnimelech (2011) sugere que a concentração mínima de oxigênio dissolvido na  
191 tilapicultura em bioflocos seja de  $4 \text{ mg L}^{-1}$ .

192 A alcalinidade total variou de 24,0 a 272,8  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , apresentando médias para  
193 CTL, MEP, MEL e AÇU de 101,46, 128,8, 93,49, 99,33  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ , respectivamente.  
194 Não houve diferença estatística entre os tratamentos AÇU, MEL e CTL, entretanto houve  
195 diferença significativa entre o MEP e os demais tratamentos com bioflocos (AÇU e MEL)  
196 ( $P < 0,05$ ). Ebeling *et al.* (2006) recomendam alcalinidade de  $150 \text{ mg L}^{-1}$   $\text{CaCO}_3$  com  
197 tecnologia de bioflocos. Os mesmos autores afirmam que o consumo da alcalinidade por  
198 bactérias heterotróficas, como fonte de carbono ( $3,57 \text{ g g}^{-1}$  nitrogênio amoniacal), ainda que  
199 de forma moderada, é um aspecto importante em sistemas com troca de água limitada, sendo  
200 necessária a adição de carbonatos para manter a alcalinidade em níveis aceitáveis.

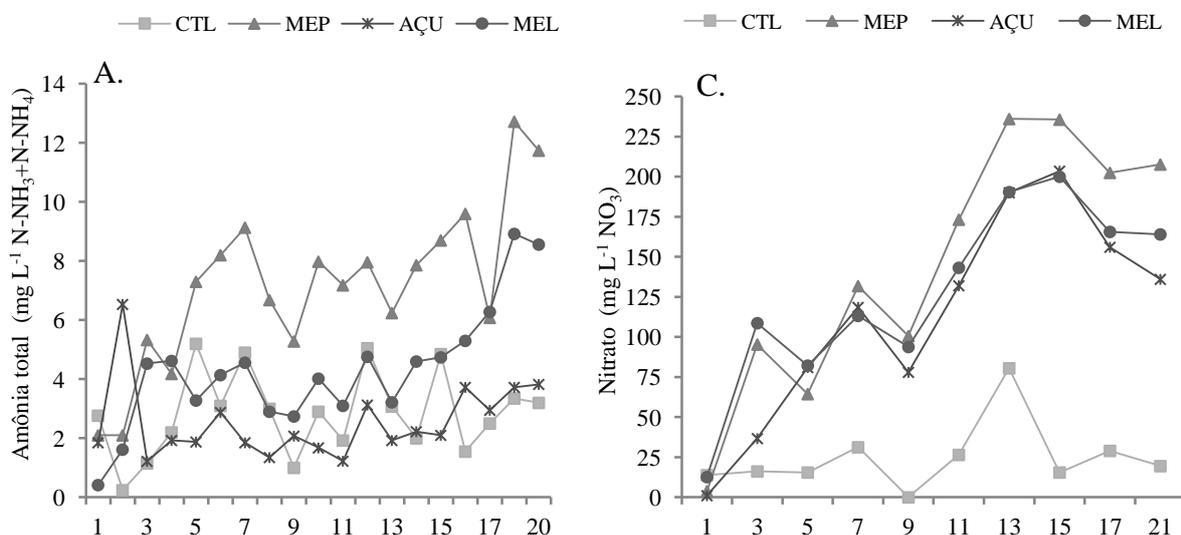
201 Azim & Little (2008) ao comparar a qualidade da água em sistema com e sem biofoco,  
202 obtiveram uma variação da alcalinidade de 8 a 250 e de 18 a 27  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{CaCO}_3$ ,  
203 respectivamente, indicando que o sistema de bioflocos reduz a capacidade de tamponamento  
204 da água, o que requer constantes adições de corretivos.

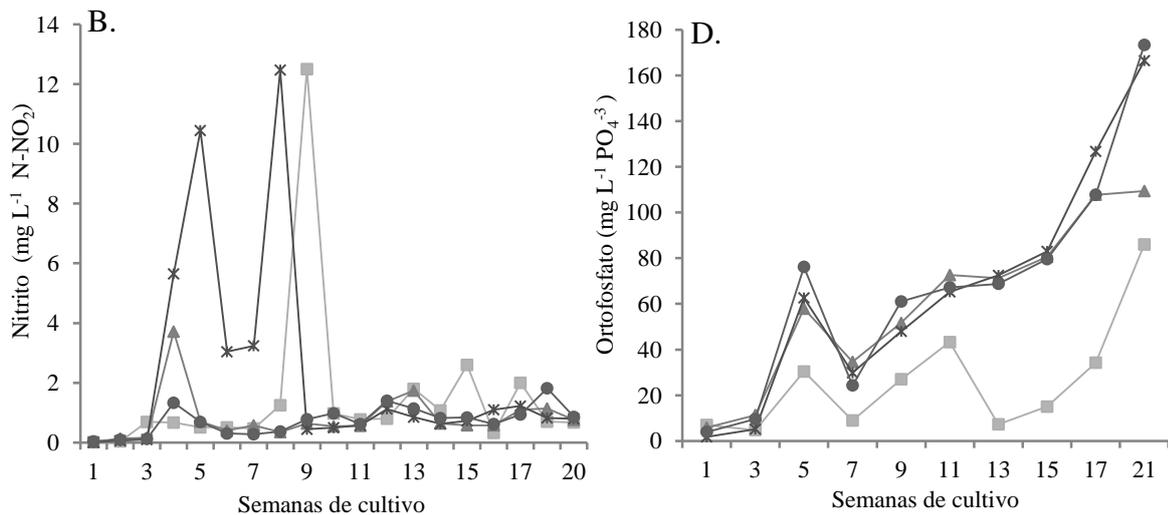
205 As concentrações dos compostos nitrogenados dissolvidos (NAT,  $\text{N-NO}_2$  e  $\text{NO}_3$ ) e do  
206 ortofosfato durante os 145 dias de cultivo estão apresentados na Figura 1. O nitrogênio da  
207 amônia total (NAT) apresentou médias de 7,17; 4,33; 2,53 e 2,84  $\text{mg L}^{-1}$ , respectivamente nos  
208 tratamentos MEP, MEL, AÇU e CTL. A menor concentração do NAT foi obtida no  
209 tratamento AÇU, que diferiu significativamente do MEP e do MEL ( $P \leq 0,05$ ), porém não  
210 diferiu do controle ( $P > 0,05$ ). A concentração máxima do NAT (Figura 1A) foi de  $14,9 \text{ mg L}^{-1}$   
211 no tratamento com melaço em pó, o que corresponde a uma concentração de amônia tóxica,  
212 não ionizada, de  $0,54 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{N-NH}_3$ , estando abaixo da concentração letal ( $\text{mg L}^{-1} \text{N-NH}_3$ )  
213 estimada por El-Sherif (2008). Ainda na Figura 1A, é possível observar que a concentração

214 média da amônia no tratamento Açúcar, a partir da 3ª semana do cultivo, permaneceu estável  
 215 e bem abaixo se comparado com os demais tratamentos com bioflocos.

216 O nitrito é um produto intermediário do processo de nitrificação e desnitrificação, tendo  
 217 seu acúmulo de maneira comum em sistemas aquícolas intensivos. Durante o cultivo esta  
 218 variável apresentou valores médios de 1,49; 0,82; 0,74 e 2,30 mg L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>2</sub>, nos  
 219 tratamentos CTL, MEP, MEL e AÇU, respectivamente, não havendo diferença estatística  
 220 entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). O nitrito permaneceu em níveis baixos, apresentando as  
 221 maiores concentrações na quarta e oitava semana. O primeiro pico na concentração de nitrito  
 222 corresponde a 4ª semana em todos os tratamentos (Fig. 1B), o que sugere a ação de bactérias  
 223 *Nitrossomonas* que converteram a amônia acumulada na 2ª - 3ª semana. O segundo pico  
 224 registrado na oitava semana foi um caso isolado em apenas um tanque do tratamento AÇU,  
 225 devido a elevação da concentração de nitrito em um dos tanques para 48,8 mg L<sup>-1</sup> de N-NO<sub>2</sub>.  
 226 Deve-se ressaltar que essa concentração máxima equivale a aproximadamente 160,5 mg L<sup>-1</sup>  
 227 de NO<sub>2</sub>, sendo cinco vezes superior a concentração letal estimada para tilápia do Nilo por  
 228 Yanbo *et al.* (2006). Estes autores observaram que concentrações acima de 28,1 mg L<sup>-1</sup> de  
 229 NO<sub>2</sub> podem causar 50% de mortalidade à alevinos de tilápia após 96 horas de exposição.

230 **Figura 1** - Variação dos compostos nitrogenados (A- nitrogênio da amônia total, B-  
 231 nitrogênio do nitrito, C- nitrato) e do ortofosfato (D) durante 145 dias de cultivo da tilápia *O.*  
 232 *niloticus* em bioflocos com diferentes fontes de carbono





233

234 De acordo com Azim e Little (2008), o acúmulo de nitrito e nitrato nas primeiras  
 235 semanas é causado por processos de nitrificação, os quais são muito comuns em sistema de  
 236 bioflocos. O acúmulo do nitrato iniciou a partir da segunda semana de cultivo nos tanques  
 237 com biofoco (MEP, AÇU e MEL) estando superior e estatisticamente diferente às  
 238 concentrações do tratamento CTL ( $P \leq 0,05$ ). Ressalta-se que a água dos tanques do tratamento  
 239 CTL era renovada semanalmente, o que impediu o acúmulo do nitrato (Figura 1C).

240 Estudos sobre a dinâmica do fósforo em sistemas de água doce revelaram que a maior  
 241 parte do fósforo advindo da alimentação é inutilizável para o peixe e que uma fração  
 242 relativamente grande (80-90%) é excretada (BARAK *et al.*, 2003). Com o incremento da  
 243 biomassa, houve o maior acúmulo de ortofosfato no sistema, sendo este incremento  
 244 aparentemente menor no tratamento CTL, devido às renovações de água. A concentração do  
 245 ortofosfato variou de 1,1 a 272 mg L<sup>-1</sup> de PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> (Figura 1D) e apresentou média de 26,38;  
 246 60,38; 67,19 e 66,13 mg L<sup>-1</sup> de PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>, nos tratamentos CTL, MEP, MEL e AÇU,  
 247 respectivamente, não apresentando diferença significativa entre eles ( $P > 0,05$ ).

248 As concentrações dos sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais variaram ao  
 249 longo dos 145 dias de cultivo e atingiram valores máximos de 120 mL L<sup>-1</sup> e 1480 mg L<sup>-1</sup>,  
 250 respectivamente, e não apresentaram diferença significativa entre as fontes de carbono  
 251 ( $P > 0,05$ ). A concentração média dos sólidos estão de acordo com o sugerido por Avnimelech

252 (2012), em que o nível máximo de sólidos suspensos totais e sedimentáveis para produção de  
 253 peixes devem ser, respectivamente, 1000 mg L<sup>-1</sup> e 100 mL L<sup>-1</sup>. Houve a necessidade de instalar  
 254 tanques de decantação, por um período de aproximadamente 8 horas de funcionamento, na  
 255 sétima e décima quinta semana, para reduzir a concentração dos sólidos.

256 O tratamento controle (sem bioflocos) consumiu 102,4 m<sup>3</sup> de água, o equivalente a 25,6  
 257 m<sup>3</sup> por tanque e 8,99 m<sup>3</sup> Kg<sup>-1</sup> de peixe produzido, enquanto que o tratamento com bioflocos  
 258 consumiu apenas 0,68 m<sup>3</sup> Kg<sup>-1</sup> (Tabela 2). Essa relação (m<sup>3</sup> Kg<sup>-1</sup>) do tratamento controle  
 259 corresponde a 13,2 vezes ao encontrado nos tanques com bioflocos. Esse baixo consumo de  
 260 água pelos tanques com bioflocos, ou seja, a alta eficiência em se produzir biomassa de forma  
 261 sustentável, economizando-se água, também foi observado por Luo et al. (2014). Estes  
 262 autores realizaram um cultivo experimental com tilápias em dois sistemas de cultivo fechados  
 263 (bioflocos e recirculação), e obtiveram um consumo de água, respectivamente de 1,67 e 1,0  
 264 m<sup>3</sup> Kg<sup>-1</sup>.

265 **Tabela 2** - Relação consumo de água *versus* biomassa produzida durante 145 dias de cultivo  
 266 de *O. niloticus* em bioflocos com diferentes fontes de carbono

Itens	BFT			CTL	BFT <sup>1</sup>
	MEP	MEL	AÇU		
Biomassa produzida (Kg)	9,66	9,3	7,78	11,38	26,74
Consumo de água (m <sup>3</sup> )	6,5	6,5	5,2	102,4	18,2
Relação (m <sup>3</sup> Kg <sup>-1</sup> )	0,67	0,70	0,67	8,99	0,68

267 1 - Representa os três tratamentos com bioflocos

268  
 269 A avaliação do crescimento dos peixes foi realizada por meio das variáveis apresentadas  
 270 na Tabela 3. O peso final, ganho de peso, ganho de peso diário e taxa de crescimento  
 271 específico não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos com bioflocos (MEP,  
 272 MEL e AÇU), no entanto o tratamento CTL diferiu ( $P \leq 0,05$ ) apenas com relação ao MEL. Os  
 273 peixes do tratamento controle (sem bioflocos) apresentaram maior peso médio final (409,84  
 274 g) quando comparados àqueles cultivados em bioflocos no tratamento MEL (339,21 g). Este  
 275 resultado é o oposto daquele encontrado por Azim e Little (2008), onde os peixes do

276 tratamento com bioflocos cresceram mais (140,72 g) quando comparados ao tratamento sem  
277 bioflocos (127,51 g).

278 **Tabela 3** - Valores médios  $\pm$  desvio padrão das variáveis de crescimento da tilápia do Nilo *O.*  
279 *niloticus* cultivadas em bioflocos com diferentes fontes de carbono

Variáveis	Tratamentos				ANOVA (valor de F)
	MEP	MEL	AÇU	CTL	
Peso final (g)	350,08 $\pm$ 6,6 <sup>ab</sup>	339,21 $\pm$ 20,67 <sup>a</sup>	353,26 $\pm$ 63,71 <sup>ab</sup>	409,84 $\pm$ 23,69 <sup>b</sup>	3,7801*
Ganho de peso (g)	274,6 $\pm$ 8,18 <sup>ab</sup>	264,91 $\pm$ 17,61 <sup>a</sup>	284,29 $\pm$ 58,43 <sup>ab</sup>	340,28 $\pm$ 20,25 <sup>b</sup>	8,5807*
GPD (g dia <sup>-1</sup> )	1,91 $\pm$ 0,06 <sup>ab</sup>	1,84 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	1,97 $\pm$ 0,41 <sup>ab</sup>	2,36 $\pm$ 0,14 <sup>b</sup>	8,5176*
TCE (% dia <sup>-1</sup> )	1,07 $\pm$ 0,08 <sup>ab</sup>	1,05 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	1,13 $\pm$ 0,09 <sup>ab</sup>	1,23 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	9,126*
Sobrevivência (%)	98,57 $\pm$ 1,96 <sup>a</sup>	97,86 $\pm$ 3,19 <sup>a</sup>	80,35 $\pm$ 18,78 <sup>a</sup>	99,10 $\pm$ 1,79 <sup>a</sup>	8,4897 <sup>ns</sup>
FCA	1,75 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	1,74 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	1,89 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	1,61 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	5,5656 <sup>ns</sup>
Biomassa final (Kg)	9,66 $\pm$ 0,27 <sup>ab</sup>	9,3 $\pm$ 0,74 <sup>ab</sup>	7,78 $\pm$ 1,51 <sup>a</sup>	11,38 $\pm$ 0,73 <sup>b</sup>	12,293*
Produtividade (Kg m <sup>-3</sup> )	12,08 $\pm$ 0,33 <sup>ac</sup>	11,63 $\pm$ 0,92 <sup>ab</sup>	9,72 $\pm$ 1,88 <sup>b</sup>	14,22 $\pm$ 0,92 <sup>c</sup>	11,2635*

280 GPD - Ganho de peso diário; TCE – Taxa de crescimento específico; FCA – Fator de conversão alimentar.  
281 Valores na mesma linha, com letras diferentes apresentam diferença estatística significativa entre os tratamentos  
282 ( $p \leq 0,05$ ). <sup>ns</sup> - não significativo, \* - significativo a 5% pelo teste F  
283

284 No presente trabalho, o ganho de peso diário variou de 1,84 a 2,36 g dia<sup>-1</sup>, sendo estes  
285 resultados superiores aos encontrados por Pérez-Fuentes *et al.* (2016), que obtiveram médias  
286 entre 0,95 e 1,24 g dia<sup>-1</sup>, estudando os efeitos das relações C:N no cultivo de *O. niloticus* em  
287 bioflocos. A sobrevivência foi superior a 80% em todos os tratamentos e não existiu diferença  
288 significativa entre eles ( $P > 0,05$ ). Apesar de não diferir estatisticamente dos demais, ressalta-  
289 se que o tratamento AÇU apresentou a menor sobrevivência média (80,35%) e um maior  
290 desvio padrão porque em uma das quatro parcelas, uma vez que essa variável foi de 53,6%.  
291 No entanto, ao desconsiderar essa baixa sobrevivência numa parcela, a média do tratamento  
292 AÇU elevar-se-ia para 89,3%. Devido aos constantes aportes de fontes carbono, para controle  
293 do nitrogênio amoniacal, ocorreu mortalidade numa repetição do tratamento AÇU, após  
294 adição de 125g m<sup>-3</sup> de açúcar. Essa quantidade de carbono adicionada ao tanque foi suficiente  
295 para consumir quase todo oxigênio dissolvido na água. Consequentemente, foi constatado  
296 uma redução brusca do pH (7,6 a 4,5), resultando na acidificação da água de cultivo e  
297 contribuindo para a mortalidade total de uma parcela.

298 De maneira geral as taxas de sobrevivência neste trabalho são semelhantes às  
299 encontradas por Luo *et al.* (2014) (100%), que avaliaram o crescimento, atividade enzimática  
300 e bem estar da tilápia do Nilo cultivadas em sistema de recirculação e em bioflocos. Estudos  
301 anteriores têm confirmado que o bioflocos contribui substancialmente para o crescimento e  
302 produção da tilápia, que são conhecidas pela utilização das partículas alimentares *in situ*, tais  
303 como bactérias em suspensão (AVNIMELECH, 2007; AZIM e LITTLE, 2008; LITTLE *et*  
304 *al.*, 2008; YUAN *et al.*, 2010).

305 A biomassa final entre os tratamentos variou de 7,78 a 11,38 Kg, resultando numa  
306 produtividade variando entre 9,72 e 14,22 Kg m<sup>-3</sup>. O tratamento CTL apresentou uma maior  
307 produtividade que os demais tratamentos (MEP, MEL e AÇU), sendo diferente a MEL e AÇU  
308 ( $P \leq 0,05$ ), mas não a MEP ( $P > 0,05$ ). Porém, ressalta-se que, para obter essa alta produtividade  
309 no tratamento CTL (14,22 Kg m<sup>-3</sup>) foi utilizado um volume de água 13,2 vezes maior que a  
310 dos tanques com bioflocos. Esses resultados corroboram com os de Lima *et al.* (2015), que  
311 encontraram produtividades de 6 a 16,5 Kg m<sup>-3</sup> ao estudar os efeitos da densidade de  
312 estocagem no cultivo de tilápia em bioflocos, utilizando o melaço líquido como fonte de  
313 carbono.

314 Pérez-Fuentes *et al.* (2016), cultivando tilápias em tanques circulares de 3 m<sup>3</sup> com  
315 bioflocos, numa biomassa inicial de 2,85 Kg m<sup>-3</sup>, obtiveram uma produtividade de 16,28 a  
316 18,03 Kg m<sup>-3</sup>, semelhante ao encontrado no presente estudo. No entanto, as produtividades  
317 obtidas por Luo *et al.* (2014) de 28,87 (sistema de recirculação) e 36,95 Kg m<sup>-3</sup> (sistema de  
318 bioflocos), foram bem superiores as do presente estudo. De acordo com Avnimelech (2005),  
319 produtividades de 10 a 40 Kg de peixe m<sup>-3</sup> podem ser obtidas em tanques com a tecnologia de  
320 bioflocos.

321 O fator de conversão alimentar (FCA) esteve entre 1,61 e 1,89 e não apresentou  
322 diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, alcançando melhores resultados que Azim & Little

323 (2008) utilizando, respectivamente, sistema com e sem bioflocos no cultivo de tilápia (3,51 e  
 324 4,97), e por Rakocy *et al.* (2004), que encontraram FCA de 1,9 e 2,2 para peixes com peso  
 325 médio de 678 e 912 g nas densidades de 25 e 20 peixes m<sup>-3</sup>, respectivamente. Esses dados  
 326 corroboram com os estudos de Avnimelech (2007; 2009), que afirma que os bioflocos  
 327 contribuem positivamente para o crescimento dos peixes, pois os flocos microbianos são  
 328 constituídos por bactérias, zooplâncton, protozoários e microalgas e contém aproximadamente  
 329 61% de proteína bruta.

330 A composição centesimal do biofloco pode variar de acordo com a espécie produzida,  
 331 condições ambientais, hábitos alimentares, tempo de cultivo e presença de microorganismos  
 332 específicos (AVNIMELECH, 2007; CHAMBERLAIN *et al.*, 2001). De acordo com Azim e  
 333 Little (2008), bioflocos que contenham mais de 38% de proteína bruta, 3% de lipídio, 6% de  
 334 fibra e 12% de cinzas (com base na matéria seca) são considerados adequados para a  
 335 produção de tilápia. A quantidade de proteína encontrada nos bioflocos deste estudo (Tabela  
 336 4) variou de 31,5 a 33,4% e esteve um pouco abaixo do sugerido por Azim e Little (2008),  
 337 porém esses valores são superiores aos encontrados (23,7-25,4%) por Elías *et al.* (2015).

338 A composição química dos filés de tilápia estão apresentados na Tabela 4. Os resultados  
 339 do presente estudo foram próximos aos dados encontrados por Simões *et al.* (2007) para filés  
 340 de *O. niloticus*, que apresentou 77,13% de umidade, 19,36% de proteína, 2,60% de lipídeos e  
 341 1,09% de cinzas. Os valores mínimos e máximos da composição centesimal da tilápia do Nilo  
 342 são umidade (76,8 - 79,1%), proteína (17,0 - 21,0%), lipídeos (0,99 - 2,07%) e cinzas (0,65 -  
 343 1,09%) (GRYSCHEK *et al.*, 2003; MOREIRA, 2005; VILLA NOVA *et al.*, 2005).

344 **Tabela 4** - Composição centesimal dos filés de tilápia e dos bioflocos formados durante os  
 345 145 dias de cultivo de *O. niloticus* com diferentes fontes de carbono

Itens (%)	Filés <sup>1</sup>				Bioflocos <sup>2</sup>		
	MEP	MEL	AÇU	CTL	MEP	MEL	AÇU
Umidade	79,61	76,47	79,98	79,20	-	-	-
Proteína	17,3	20,28	17,58	18,13	31,55	33,22	33,42
Lipídeos	1,14	1,24	0,81	0,95	1,16	1,25	1,65

Cinzas	1,18	1,32	1,31	1,46	19,06	13,68	13,37
Fibras	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	3,50	4,84	6,95

346 <sup>1-2</sup>Valores expressos na matéria úmida e seca, respectivamente.

347

348 Os resultados da análise sensorial dos filés de tilápia constam na Tabela 5. Em relação  
 349 aos filés, quando analisado o atributo cor, os provadores preferiram àqueles oriundos do  
 350 tratamento AÇU, dando-lhe nota 7,57 (gostei moderadamente a gostei muito). De fato, os  
 351 filés dos peixes cultivados no bioflocos com açúcar apresentaram uma cor branca clara,  
 352 diferente daqueles do melaço líquido e em pó, que tinham uma cor levemente amarronzada. A  
 353 aparência global revelou a menor nota (5,4) no tratamento MEP e maiores (7,77 e 6,8),  
 354 respectivamente nos tratamentos AÇU e CTL.

355 **Tabela 5** - Valores<sup>1</sup> médios  $\pm$  desvio padrão da análise sensorial dos filés de tilápia de *O.*  
 356 *niloticus* oriundas do cultivo em bioflocos com diferentes fontes de carbono

Variáveis	Tratamentos				ANOVA (Valor de F)
	MEP	MEL	AÇU	CTL	
Cor	5,30 $\pm$ 1,9 <sup>a</sup>	5,87 $\pm$ 1,9 <sup>a</sup>	7,57 $\pm$ 1,5 <sup>b</sup>	6,50 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>	33,3115*
Odor	6,13 $\pm$ 1,7 <sup>a</sup>	6,10 $\pm$ 2,0 <sup>a</sup>	6,87 $\pm$ 1,5 <sup>a</sup>	6,33 $\pm$ 1,3 <sup>a</sup>	3,9886 <sup>ns</sup>
Aparência global	5,4 $\pm$ 2,0 <sup>a</sup>	6,27 $\pm$ 1,8 <sup>ac</sup>	7,77 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	6,80 $\pm$ 1,7 <sup>bc</sup>	30,3523*

357 <sup>1</sup>- Refere-se à escala hedônica de 9 pontos (1 - desgostei muitíssimo a 9 - gostei muitíssimo). Valores na mesma  
 358 linha, com letras diferentes apresentam diferença estatística significativa entre os tratamentos ( $p \leq 0,05$ ). ns - não  
 359 significativo, \* - significativo a 5% pelo teste F

360

361

## CONCLUSÕES

362 1. As fontes de carboidratos utilizadas (melaço em pó, melaço líquido e açúcar) foram  
 363 eficientes no controle da amônia e na produção dos flocos microbianos.

364 2. O cultivo de tilápia em bioflocos demonstra ser uma atividade sustentável, uma vez que foi  
 365 possível utilizar 13,2 vezes menos o volume de água quando comparado ao sistema  
 366 tradicional.

367 3. Produtividades superiores a 9,7 Kg m<sup>-3</sup> de *O. niloticus* e sobrevivências acima de 90%  
 368 podem ser obtidas utilizando-se o sistema de bioflocos.

369 4. As fontes de carboidratos usadas interferem diretamente no aspecto visual dos filés de  
 370 tilápia e conseqüentemente na aceitabilidade dos mesmos pelo mercado consumidor.

371  
372  
373  
374  
375  
376  
377  
378  
379  
380  
381  
382  
383  
384  
385  
386  
387  
388  
389  
390  
391  
392  
393  
394  
395  
396

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo ao primeiro autor e financiamento do projeto (486115/2012-7). À Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) pela doação dos alevinos e à GUABI pelo fornecimento das rações utilizadas na pesquisa. À Estação de Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, e ao Laboratório de Tecnologia do Pescado (LATPESC) em nome do professor Paulo Roberto Campagnoli de Oliveira Filho.

## REFERÊNCIAS

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

AVNIMELECH, Y. Tilapia harvest microbial flocs in active suspension research pond. **Global Aquaculture Advocate**, p.57-58, October 2005.

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

AVNIMELECH, Y. *et al.* 2008. Sustainable land-based aquaculture: rational utilization of water, land and feed resources. *Mediterr Aquac J* 1:45-55.

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

AVNIMELECH, Y. Tilapia production using biofloc technology - saving water, waste recycling improves economics. **Global Aquaculture Advocate**, p.66-68, May/June 2011.

AVNIMELECH, Y. **Biofloc Technology - A Practical Guide Book**. Baton Rouge, Louisiana, 2ª Edition. The Word Aquaculture Society, 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.

- 397 BARAK, Y. *et al.* Phosphorus removal in a marine prototype, recirculating aquaculture  
398 system. **Aquaculture** v.220, p.313–326, 2003.
- 399 CHAMBERLAIN, G. *et al.* Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced  
400 C:N - I: Nutrient transformation and water quality benefits. **Global Aquaculture Advocate**,  
401 p.53-56, April 2001.
- 402 EBELING, J. M.; TIMMONS, M. B.; BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the  
403 stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-  
404 nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v.257, p.346–358, 2006.
- 405 ELÍAS, J. A. L.; *et al.* Proximate Composition of Bioflocs in Culture Systems Containing  
406 Hybrid Red Tilapia Fed Diets with Varying Levels of Vegetable Meal Inclusion. **North  
407 American Journal of Aquaculture**, 77:1, p.102-109, 2015.
- 408 EL-SHERIF, M.S.; FEKY, E.; AMAL, M. Effect of ammonia on Nile tilapia (*O. niloticus*)  
409 performance and some hematological and histological measures. *In*: INTERNATIONAL  
410 SYMPOSIUM ON TILAPIA IN AQUACULTURE, 8., 2008, Cairo, Egypt. Proceedings...  
411 Cairo, Egypt, 2008. p.513-530.
- 412 EMERENCIANO, M. G. C. *et al.* Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa  
413 (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum.  
414 Biological Sciences**, v. 29, n.1, p.1-7, 2007.
- 415 GRYSCHER, S. F. B.; OETTERER, M.; GALLO, C. R. Characterization and frozen storage  
416 stability of minced Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red tilapia (*Oreochromis spp.*)  
417 **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v.12, n.3, p.57-69, 2003.
- 418 KUBITZA, F. **Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial**. 2.ed. rev. ampl.  
419 Jundiaí: Acqua Supre Com. Suprim. Aquicultura, 2011. 316p.

- 420 LIMA, E. C. R. *et al.* Cultivo da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* em sistema de  
421 bioflocos com diferentes densidades de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção**  
422 **Animal**, v. 16, n.4, p. 948-957, 2015.
- 423 LITTLE, D. C. *et al.* Options for producing a warm-water fish in the UK: limits to “Green  
424 Growth”?. **Trends Food Science and Technology**, v.19, p.255-264, 2008.
- 425 LUO, G. *et al.* Growth, digestive activity, welfare, and partial cost-effectiveness of  
426 genetically improved farmed tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in a recirculating  
427 aquaculture system and an indoor biofloc system. **Aquaculture**, v.422- 423, p.1–7, 2014.
- 428 MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. B. **Sensory Evaluation Techniques**, 3rd  
429 edition. Boca Raton: CRC Press, 1999, 387p.
- 430 MOREIRA, R. T. **Desenvolvimento de embutido emulsionado de tilápia (*Oreochromis***  
431 ***niloticus*) estabilizado com hidrocolóides**. 2005. s.n. Tese (Doutorado em Tecnologia de  
432 Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas,  
433 Campinas, 2001.
- 434 PÉREZ-FUENTES, J. A. *et al.* C:N ratios affect nitrogen removal and production of Nile  
435 tilapia *Oreochromis niloticus* raised in a biofloc system under high density cultivation.  
436 **Aquaculture**, v.452, p.247-251, 2016.
- 437 RAKOCY, J. E. *et al.* Intensive tank culture of tilapia with a suspended, bacterial-based  
438 treatment process: new dimensions in farmed tilapia. *IN: INTERNATIONAL SYMPOSIUM*  
439 *ON TILAPIA IN AQUACULTURE*, 2004, Manila, Philippines. **Proceedings...** MANILA,  
440 PHILIPPINES, 2004. v.6, p.584–596.
- 441 RAY, A. J. *et al.* Suspended solids removal to improve shrimp (*Litopenaeus vannamei*)  
442 production and an evaluation of a plant-based feed in minimal-exchange, superintensive  
443 culture systems. **Aquaculture**, v.299, p.89-98, 2010.

444 SAMOCHA, T. M. *et al.* Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and  
445 grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.36, p.184-191,  
446 2007.

447 SIMÕES, M. R. *et al.* Composição físico-química, microbiológica e rendimento do filé de  
448 tilápia tailandesa (*Oreochromis niloticus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.3, p.  
449 608-613, 2007.

450 VILA-NOVA, C. M. V. M.; GODOY, H. T.; ALDRIGUE, M. L. Composição química, teor  
451 de colesterol e caracterização dos lipídeos totais de tilápia (*Oreochromis niloticus*) e pargo  
452 (*Lutjanus purpureus*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.430-436, 2005.

453 WASIELESKY, W. *et al.* Effect of natural production in a zero exchange suspended  
454 microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*.  
455 **Aquaculture**, v.258, p.396-403, 2006.

456 YUAN, D. *et al.* Effects of addition of red tilapia (*Oreochromis spp.*) at different densities  
457 and sizes on production, water quality and nutrient recovery of intensive culture of white  
458 shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in cement tanks. **Aquaculture**, v.298, p.226-238, 2010.

459 YANBO, W. *et al.* Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different  
460 external chloride concentrations. **Fish Physiology and Biochemistry**, v.32, p.49–54, 2006.

461 ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 1996. 662p.

## NORMAS DA REVISTA



ISSN (on line) 1806-6690. Fortaleza, UFC, desde 1971.

[www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br)

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

**Atenção:** As normas da Revista Ciência Agronômica podem sofrer alterações, portanto, não deixe de consultá-las antes de fazer a submissão de um artigo. Elas são válidas para todos os trabalhos submetidos neste periódico. Um modelo de artigo pode ser visto em “MODELO ARTIGO” no endereço <http://www.ccarevista.ufc.br>.

### 1. Política Editorial

A Revista Ciência Agronômica destina-se à publicação de **artigos científicos, artigos técnicos e notas científicas que sejam originais e que não foram publicados (as) ou submetidos (as) a outro periódico, inerentes às áreas de Ciências Agrárias e Recursos Naturais**. A RCA também aceita e incentiva submissões de artigos redigidos em inglês e espanhol. Em caso de autores não nativos destas línguas, **o artigo deverá ser editado por uma empresa prestadora deste serviço** e o comprovante enviado para a sede da RCA no ato da submissão, através da nossa página no campo “Transferir Documentos Suplementares”. Os trabalhos submetidos à RCA serão **avaliados, preliminarmente, pelo Comitê Editorial** e só então serão enviados para, pelo menos, dois (2) revisores da área e publicados, somente, se aprovados por eles e pelo Comitê Editorial. A publicação dos artigos será baseada na originalidade, qualidade e mérito científico, **cabendo ao Comitê Editorial a decisão final do aceite**. O sigilo de identidade dos autores e revisores será mantido durante todo o processo. A administração da revista tomará o cuidado para que os revisores de cada artigo sejam, obrigatoriamente, de instituições distintas daquela de origem dos autores. **O artigo que apresentar mais de cinco autores não terá a sua submissão aceita pela Revista Ciência Agronômica, salvo algumas condições especiais (ver Autores)**. Não serão permitidas mudanças nos nomes de autores *a posteriori*.

### 2. Custo de publicação

O custo é de R\$ 35,00 (trinta e cinco reais) por página editorada no formato final. No ato da submissão é requerido um depósito de R\$ 100,00 (cem reais) não reembolsáveis. Se o trabalho for rejeitado na avaliação prévia do Comitê Editorial, a taxa paga não poderá ser reutilizada para outras submissões dos autores. O comprovante de depósito ou transferência deve ser enviado ao e-mail da RCA (ccarev@ufc.br). No caso do trabalho conter impressão colorida deverá ser pago um adicional de R\$ 80,00 (oitenta reais) por página. Os depósitos ou transferências deverão ser efetuados em nome de:

### **CETREDE CIENCIA AGRONOMIC**

Banco do Brasil: Agência bancária: 3653-6 - Conta corrente: 46.375-2

As opiniões emitidas nos trabalhos são de exclusiva responsabilidade de seus autores. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de adaptar os originais visando manter a uniformidade da publicação. A RCA não mais fornece separatas ou exemplares aos autores. A distribuição na forma impressa da RCA é de responsabilidade da Biblioteca de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, sendo realizada por meio de permuta com bibliotecas brasileiras e do exterior. Na submissão online é requerido:

1. A concordância com a declaração de responsabilidade de direitos autorais;
2. O cadastro de todos os autores no sistema, pelo autor que fizer a submissão do trabalho;
3. Identificação do endereço completo do autor, para correspondência.

### **3. Formatação do Artigo**

**DIGITAÇÃO:** no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo (exceto Tabelas), fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

**ESTRUTURA:** o trabalho deverá obedecer à seguinte ordem: título, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências.

**TÍTULO:** deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no **máximo 15 palavras**. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a **natureza do trabalho** (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada, etc.) e referências às instituições colaboradoras. Os subtítulos: Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Conclusões, Agradecimentos e Referências devem ser escritos em caixa alta, em negrito e centralizados.

**AUTORES:** na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. Somente na versão final o artigo deverá conter o nome de

todos os autores, com identificação em nota de rodapé, inclusive a do título. Os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "\*". **Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas.**

**RESUMO e ABSTRACT:** devem começar com estas palavras, na margem esquerda, em caixa alta e em negrito, contendo no máximo **250 palavras**.

**PALAVRAS-CHAVE e KEY WORDS:** devem conter entre três e cinco termos para indexação. Os termos usados não devem constar no título. Cada **palavra-chave e key Word** deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

**INTRODUÇÃO:** deve ser compacta e objetiva, contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de **550 palavras**.

**CITAÇÃO DE AUTORES NO TEXTO:** a NBR 10520/2002 estabelece as condições exigidas para a apresentação de citações em documentos técnico-científicos e acadêmicos. Nas citações, quando o sobrenome do autor, a instituição responsável ou título estiverem incluído na sentença, este se apresenta em letras maiúsculas/minúsculas, e quando estiverem entre parênteses, em letras maiúsculas. Ex: Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores ou três autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002) e Cruz, Perota e Mendes (2000) ou (CRUZ; PEROTA; MENDES, 2000); com mais de três autores, usar Xavier et al. (1997) ou (XAVIER et al., 1997).

**VÁRIOS AUTORES CITADOS SIMULTANEAMENTE:** havendo citações indiretas de diversos documentos de vários autores, mencionados simultaneamente, e que expressam a mesma idéia, separam-se os autores por ponto e vírgula, **em ordem alfabética**, independente do ano de publicação.

**Ex:** (FONSECA, 2007; PAIVA, 2005; SILVA, 2006).

**SIGLAS:** quando aparecem pela primeira vez no texto, deve-se colocar o nome por extenso, seguido da sigla entre parênteses.

**Ex:** De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) [...].

**TABELAS:** devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço simples. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho.

**FIGURAS:** gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de **Figura**, sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte superior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não deve-se usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se o direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. **Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.**

**Obs.:** As figuras devem ser também enviadas em arquivos separados e com RESOLUÇÃO de no mínimo 500 dpi através do campo “Transferir Documentos Suplementares”.

**EQUAÇÕES:** devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt; Subscrito/sobrescrito = 8 pt; Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt; Símbolo = 18 pt; Subsímbolo = 14 pt

#### **ESTATÍSTICA:**

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato:  $y = a + bx + cx^2 + \dots$ ;
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

**CONCLUSÕES:** quando escritas em mais de um parágrafo devem ser numeradas.

**AGRADECIMENTOS:** logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados à pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

**REFERÊNCIAS:** são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo e justificadas. **UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS. Não são contabilizadas neste percentual de 60% referências de livros, teses, anais,...** Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

**Alguns exemplos:**

**- Livro**

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

**- Capítulo de livro**

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. *In:* PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p. 539-593.

**- Monografia/Dissertação/Tese**

EDVAN, R. L. **Ação do óleo essencial de alecrim pimenta na germinação do matapasto**. 2006. 18 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

SILVA, M. N. da. **População de plantas e adubação de nitrogenada em algodoeiro herbáceo irrigado**. 2001. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

**- Artigo de revista**

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. *et al.* Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 280-287, 2006.

**- Resumo de trabalho de congresso**

SOUZA, F. X.; MEDEIROS FILHO, S.; FREITAS, J. B. S. Germinação de sementes de cajazeira (*Spondias mombin* L.) com pré-embebição em água e hipoclorito de sódio. *In:* CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 11., 1999, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: ABRATES, 1999. p. 158.

**- Trabalho publicado em anais de congresso**

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B. Incorporação do tempo em SGBD orientado a objetos. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS, 9., 1994, São Paulo. Anais...* São Paulo: USP, 1994. p. 16-29.

**- Trabalho de congresso em formatos eletrônicos**

SILVA, R. N.; OLIVEIRA, R. Os limites pedagógicos do paradigma da qualidade total na educação. *In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPe, 4., 1996, Recife.*

**Anais eletrônicos...**

Recife: UFPe, 1996. Disponível em: <<http://www.propesq.ufpe.br/anais/anais/educ/ce04.htm>>. Acesso em: 21 jan. 1997.

GUNCHO, M. R. A educação à distância e a biblioteca universitária. *In: SEMINÁRIO DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, 10., 1998, Fortaleza. Anais...* Fortaleza: Tec Treina, 1998. 1 CD-ROM.

**UNIDADES e SÍMBOLOS:** As unidades e símbolos do Sistema Internacional adotados pela Revista Ciência Agronômica.

Grandezas básicas	Unidades	Símbolos	Exemplos
Comprimento	metro	M	
Massa	quilograma	Kg	
Tempo	segundo	s	
Corrente elétrica	amper	A	
Temperatura termodinâmica	Kelvin	K	
Quantidade de substância	mol	mol	
Unidades derivadas			
Velocidade	-	m s <sup>-1</sup>	343 m s <sup>-1</sup>
Aceleração	-	m s <sup>-2</sup>	9,8 m s <sup>-2</sup>
Volume	metro cúbico, litro	m <sup>3</sup> , L	1 m <sup>3</sup> , 1000 L
Frequência	Hertz	Hz	10 Hz
Massa específica	-	Kg m <sup>-3</sup>	1.000 Kg m <sup>-3</sup>
Força	newton	N	15 N
Pressão	pascal	Pa	1,013.10 <sup>5</sup> Pa
Energia	joule	J	4 J
Potência	watt	W	500 W
Calor específico	-	J (Kg °C) <sup>-1</sup>	4186 J (Kg °C) <sup>-1</sup>
Calor latente	-	J Kg <sup>-1</sup>	2,26.10 <sup>6</sup> J Kg <sup>-1</sup>

Carga elétrica	coulomb	C	1 C
Potencial elétrico	volt	V	25 V
Resistência elétrica	ohm	$\Omega$	29 $\Omega$
Intensidade de energia	Watts/metros quadrado	$W m^{-2}$	1.372 $W m^{-2}$
Concentração	mol/metro cúbico	$mol m^{-3}$	500 $mol m^{-3}$
Condutância elétrica	siemens	S	300 S
Condutividade elétrica	desiemens/metro	$dS m^{-1}$	5 $dS m^{-1}$
Temperatura	grau Celsius	$^{\circ}C$	25 $^{\circ}C$
Ângulo	grau	$^{\circ}$	30 $^{\circ}$
Porcentagem	-	%	45%

**Números mencionados em sequência devem ser separados por ponto e vírgula (;). Ex:** 2,5; 4,8; 25,3.

#### 4. Lista de verificação - Revista Ciência Agronômica

Visando a maior agilidade no processo de submissão de seu artigo, o Comitê Editorial da Revista Ciência Agronômica elaborou uma lista de verificação para que o autor possa conferir toda a formatação do manuscrito de sua autoria, **antes** de submetê-lo para publicação. A lista foi elaborada de acordo com as normas da Revista Ciência Agronômica. Respostas **NEGATIVAS** significam que seu artigo ainda deve ser adaptado às normas da revista, e a submissão de tais artigos, implicará na sua devolução e retardo na tramitação. Respostas **POSITIVAS** significam que seu artigo está em concordância com as normas, implicando em maior rapidez na tramitação.

##### A. Referente ao trabalho

1. O trabalho é original?
2. O trabalho representa uma contribuição científica para a área de Ciências Agrárias?
3. O trabalho está sendo enviado com exclusividade para a Revista Ciência Agronômica?

##### B. Referente à formatação

4. O trabalho pronto para ser submetido online está omitindo os nomes dos autores na versão Word?
5. O trabalho contém no máximo 20 páginas, está no formato A4, digitado em espaço duplo, incluindo as referências; fonte Times New Roman tamanho 12, incluindo títulos e subtítulos?
6. As margens foram colocadas a 2,5 cm, a numeração de páginas foi colocada na margem superior, à direita e as linhas foram numeradas de forma contínua?

7. O recuo do parágrafo de 1 cm foi definido na formatação do parágrafo? Lembre-se que a revista não aceita recuo de parágrafo usando a tecla “TAB” ou a “barra de espaço”.
8. A estrutura do trabalho está de acordo com as normas, ou seja, segue a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências?
9. O título contém no máximo 15 palavras?
10. O resumo e o abstract apresentam no máximo 250 palavras?
11. As palavras-chave (key words) contém entre três e cinco termos, iniciam com letra maiúscula e são seguidas de ponto?
12. A introdução contém citações atuais que apresentam relação com o assunto abordado na pesquisa e apresenta no máximo 550 palavras?
13. As citações apresentadas na introdução foram empregadas para fundamentar a discussão dos resultados?
14. As citações estão de acordo com as normas da revista?
15. As tabelas e figuras estão formatadas de acordo com as normas da revista e estão inseridas logo em seguida à sua primeira citação? Lembre-se: não é permitido usar “enter” nas células que compõem a(s) tabela(s).
16. As tabelas estão no formato retrato?
17. As figuras apresentam boa qualidade visual?
18. As unidades e símbolos utilizados no seu trabalho encontram-se dentro das normas do Sistema Internacional adotado pela Revista Ciência Agronômica?
19. Os números estão separados por ponto e vírgula? As unidades estão separadas do número por um espaço? Lembre-se, não existe espaço entre o número e o símbolo de %.
20. O seu trabalho apresenta entre 20 e 30 referências, sendo 60% destas publicadas com menos de 10 anos em periódicos indexados?
21. Todas as referências estão citadas ao longo do texto?
22. Todas as referências citadas ao longo do texto estão corretamente descritas, conforme as normas da revista, e aparecem listadas?

### **C. Observações:**

1. Lembre-se que **SE** as normas da revista não forem seguidas rigorosamente, seu trabalho não irá tramitar. Portanto, é melhor retardar o envio por mais alguns dias e conferir todas as normas. A consulta de um trabalho já publicado na sua área pode lhe ajudar a sanar algumas

dúvidas e pode servir como um modelo (acesse aos periódicos no site <http://www.ccarevista.ufc.br/busca>).

2. Caso suas respostas sejam todas **AFIRMATIVAS** seu trabalho será enviado com maior segurança. Caso tenha ainda respostas **NEGATIVAS**, seu trabalho irá retornar, retardando o processo de tramitação.

**Lembre-se:** A partir da segunda devolução, por irregularidade normativa, principalmente em se tratando das referências, o mesmo terá a submissão cancelada e **não haverá devolução da taxa de submissão**. Portanto, é muito importante que os autores verifiquem, cuidadosamente, as normas requeridas pela Revista Ciência Agronômica.

3. Procure **SEMPRE** acompanhar a situação de seu trabalho pela página da revista (<http://ccarevista.ufc.br>) no sistema online de gerenciamento de artigos.

4. Esta lista de verificação não substitui a revisão técnica da revista, a qual todos os artigos enviados serão submetidos.