



Universidade Federal Rural de Pernambuco

Unidade Acadêmica de Serra Talhada

**Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na
larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes
fotoperíodos**

Valkiria Alves de Sousa

Serra Talhada – PE

2019

Valkiria Alves de Sousa

**Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na
larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes
fotoperíodos**

Monografia apresentada à
Universidade Federal Rural de
Pernambuco (UFRPE) - Unidade
Acadêmica de Serra Talhada (UAST),
como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharela em Engenharia
de Pesca.

Serra Talhada – PE

2019

Autorizo com base no disposto na **Lei Federal nº 9.610**, de 19 de fevereiro de 1998 e na Lei nº **10.973**, de 2 de dezembro de 2004, a Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST) disponibilizar, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, a publicação eletrônica desta monografia, “Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fotoperíodos”, de minha autoria, para fins de leitura e/ou download a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Assinatura

Data

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE

Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

J37d Sousa, Valkiria Alves

“Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fotoperíodos” / Valkiria Alves de Sousa. – Serra Talhada, 2019.

XX f.: il.

Orientadora: Luciana Sandra Bastos de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referências.

Valkiria Alves de Sousa

**Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na
larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes
fotoperíodos**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) -
Unidade Acadêmica de Serra Talhada
(UAST), como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharela em
Engenharia de Pesca.

Aprovada em _____ de _____ de 2019.

Banca Examinadora

Dr^a Luciana Sandra Bastos de Souza
(Orientadora, UAST/UFRPE)

Dr. Ugo Lima Silva
(Examinador interno, UAST/UFRPE)

Dr. Thieres George Freire da Silva
(Examinador interno, UAST/UFRPE)

Serra Talhada – PE

2019

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antônio Edvan e Gildeci pelo apoio, carinho e amor.

Aos meus irmãos Valber e Valkem pelo carinho e apoio.

Às minhas irmãs, Sandra Beatriz, Iara e Valmira pelo carinho, incentivo e apoio durante
toda graduação.

Aos meus sobrinhos: Pedro Miguel, Maria Alice, Heloisa e Gabrielle. Por terem sido o
brilho dos meus olhos.

Ao meu namorado Cleivan Barbosa, pelo apoio, confiança, amor e carinho durante os
anos juntos.

À minha orientadora Luciana Sandra, por ser abrigo nos momentos fáceis e difíceis,
pela preocupação comigo, por acreditar muitas vezes mais em mim do que eu mesma.

Pelo apoio e por toda dedicação desde o primeiro momento que a conheci.

Muito Obrigada!

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre presente na minha vida e por permitir que tudo se tornasse possível.

Aos meus pais por todo amor, carinho e apoio. Obrigada por tudo!

Aos meus irmãos, por todo apoio e carinho. Em especial a minha irmã caçula, Valmira Sousa, por ter colaborado comigo durante os experimentos. Muitíssimo obrigada por tudo.

Ao meu companheiro Cleivan Barbosa, por todo apoio não só na construção da estrutura e organização, mais por tudo que fizeste por mim durante toda a graduação. Obrigada pelo carinho, apoio, paciência e por todo amor e cuidado. Especialmente por não desistir dos meus sonhos, nunca!

À minha orientadora, prof^ª. Dr^a. Luciana Sandra Bastos de Souza, por cada instante que pude compartilhar ao seu lado, pelo apoio, conselhos, atenção, dedicação, confiança, amizade e cuidado diário comigo. Obrigada por ser esse exemplo de ser humano tanto profissional como pessoal.

Ao meu coorientador Ugo Lima Silva, por me acolher como uma de suas orientadas e não medir esforços para ajudar. Obrigada por tudo professor, pelo apoio, pelos conselhos, pela amizade e carinho.

Ao professor Elton França, pelo apoio e ensinamentos.

À professora Virgínia pela contribuição e apoio.

Ao professor Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena pelo valioso auxílio na análise e interpretação dos dados experimentais.

Ao professor Thieres George Freire da Silva por desprender um pouco de seu tempo para colaborar com o trabalho e por ter aceitado o convite para participar da banca.

À todos os meus queridos professores da graduação, por sempre me apoiar, incentivar e acreditar em mim. Obrigada por cada palavra, “da mais doce à mais doida de se ouvir”, por contribuírem com a minha formação. Se tem uma classe que eu admiro, com toda certeza é a dos senhores, parabéns meus guerreiros.

Aos meus colegas colaboradores: Weverson Ailton, Maria Aparecida, Alexandre, Diego, Marisa, Jorge Luiz, Mayara Tatiane, Jessica Siqueira e Raiana, pela dedicação e cuidado durante todo o período de experimento.

Aos meus amigos da Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Carlos Yure Oliveira, Weverson Ailton, José Leandro, por toda ajuda, carinho e paciência durante toda graduação, pelos conselhos e amizade nos momentos fáceis e nos difíceis.

Aos meus amigos por todo apoio e por compreenderem os momentos em que estive ausente. Obrigada pelo carinho de todos.

A AAT INTERNACIONAL por doar as larvas e a ração para desenvolvimento da pesquisa, muito obrigada.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UASt) pelo apoio durante toda a graduação, pela concessão de bolsas e pelo seu corpo docente, sem eles nada teria sido possível.

À todos que contribuíram direta ou indiretamente para que tudo isso fosse possível.

Gratidão à todos!

*“Just know,
That wherever you go,
No, you’re never alone,
You will always get back home”
(Trecho da música: 93 million Miles, Jason Mraz).*

Sousa, Valkiria Alves, Eng., Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada, janeiro de 2019. **Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fotoperíodos.** Orientadora: Luciana Sandra Bastos de Souza.

RESUMO - O aumento no consumo de peixe torna imprescindível a concepção de sistemas de produção mais eficientes, neste contexto, as modificações ambientais como é o caso do fotoperíodo podem contribuir para esta melhoria. As respostas da tilápia ao fotoperíodo não foram bem estudadas nas condições ambientais do Semiárido brasileiro e tornam-se importantes para a concepção de manejos mais sustentáveis, gestão dos recursos naturais (água) e maximização do sistema de produção. Assim, considerou-se a hipótese que os alevinos de tilápia respondem de forma positiva ao fotoperíodo. Este trabalho investigou a influência do fotoperíodo no desenvolvimento e na associação dos fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em diferentes fotoperíodos. O experimento foi conduzido entre 02 de dezembro de 2016 a 02 de janeiro de 2017, no Biotério de Experimentação com Organismos Aquáticos, pertencente à Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Serra Talhada, Pernambuco. Os alevinos de tilápia apresentaram inicialmente peso, largura e comprimento iguais a $0,018 \pm 0,0047$ g, $2,36 \pm 0,16$ mm e $10,57 \pm 0,70$ mm, respectivamente. Os animais foram alimentados seis vezes ao dia (08:00, 10:00; 12:00; 14:00; 16:00 e 18:00) com ração comercial (55% de proteína bruta) equivalente a 2,5% da biomassa dos indivíduos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos representados pelas condições de luminosidade: 0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E, 24L:0E e quatro repetições, onde L (luz) e E (escuro). Foram considerados fatores abióticos: temperatura, condutividade, potencial Hidrogeniônico, potencial oxido redução, sólidos dissolvidos totais, oxigênio dissolvido e saturado. Por sua vez os fatores bióticos estavam relacionados aos parâmetros zootécnicos. Informações relativas à qualidade da água (temperatura, oxigênio dissolvido, potencial de óxido redução, condutividade e pH) foram obtidos diariamente nos períodos da manhã e da tarde. Adicionalmente, análises biométricas foram efetuadas ao longo do experimento para determinação do comprimento, largura e massa do animal. Estas informações foram utilizadas na quantificação do ganho de massa, taxa de crescimento específico e da conversão alimentar aparente. O número final de indivíduos também foi contado para determinação da taxa de sobrevivência. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e análise de

variância, emprego da técnica de componentes principais e modelo de regressão múltipla para estimativa do ganho de peso dos alevinos. Foram observados valores de ganho de massa de 0,1028; 0,1219; 0,1512 e 0,1746 para os tratamentos de 0L:24E, 12L:12E, 18L:6E e 24L:0E respectivamente. O fotoperíodo influenciou no ganho de massa, sendo que exposição luminosa de 18L:6E e 24L:0E promoveram melhorias na taxa de sobrevivência e conversão alimentar aparente dos alevinos. O ganho de massa dos alevinos de tilápia foi afetado especialmente pelo oxigênio dissolvido e saturado, comprimento e fotoperíodo.

Palavras-chave: Crescimento, luminosidade, tilápia, qualidade da água.

Sousa, Valkiria Alves, Eng., University Federal Rural de Pernambuco/Academic Unit of Serra Talhada, January 2019. **Understanding the Association of biotic and abiotic factors in the larviculture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in different photoperiods.** Advisor: Luciana Sandra Bastos de Souza.

ABSTRACT - The increase in fish consumption makes it essential to design more efficient production systems, in this context, environmental modifications as is the case of photoperiod can contribute to this improvement. The tilapia responses to photoperiod were not well studied in the environmental conditions of the Brazilian semiarid and become important for the conception of more sustainable managements, management of natural resources (water) and maximization of the production system. Thus, it was considered the hypothesis that tilapia fingerlings respond positively to photoperiod. This study investigated the influence of photoperiod on the development and Association of biotic and abiotic factors in the larviculture of tilapia (*Oreochromis niloticus*) in different photoperiods. The experiment was conducted between December 02, 2017 to January 02, 2018, in the experimentation with aquatic organisms, belonging to the Academic Unit of Serra Talhada (UAST) of the Federal Rural University of Pernambuco (UFRPE), Serra Talhada, Pernambuco. The tilapia Alevines initially presented weight, width and length equal to 0.018 ± 0.0047 g, 2.36 ± 0.16 mm and 10.57 ± 0.70 mm, respectively. The animals were fed six times a day (08:00, 10:00; 12:00; 14:00; 16:00 and 18:00) with commercial ration (55% of crude protein) equivalent to 2.5% of the biomass of the individuals. We used a completely randomized design with four treatments represented by the luminosity conditions: 0L: 24D, 12L: 12D (Control), 18L: 6D, 24L: 0D and four replications, where L (light) and D (dark). Abiotic factors were considered: temperature, conductivity, hydrogenionic potential, potential oxide reduction, total dissolved solids, dissolved and saturated oxygen. In turn, biotic factors were related to zootechnical parameters. Information related to water quality (temperature, dissolved oxygen, oxide reduction potential, conductivity and pH) were obtained daily in the morning and afternoon periods. Additionally, biometric analyses were performed throughout the experiment to determine the length, width and mass of the animal. This information was used to quantify the mass gain, specific growth rate and apparent feed conversion. The final number of individuals was also counted for the determination of the survival rate. The data were subjected to descriptive statistical analysis and analyses of variance, use of the main component technique and multiple regression model to estimate the weight gain of the alevines. Mass gain values of 0.1028 were observed; 0.1219; 0.1512 and 0.1746 for the treatments of 0L: 24D, 12L: 12D, 18L: 6D and 24L: 0D respectively. The photoperiod influenced the mass gain, and the light exposure of 18L: 6D and 24L: 0D promoted improvements in the survival rate and apparent feed conversion of the Alevinos. The mass gain of tilapia alevines was especially affected by dissolved and saturated oxygen, length and photoperiod.

Keywords: growth, luminosity, tilapia, water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção de tilápias na região nordeste no ano de 2016. Fonte dos dados: IBGE, 2016.	18
Figura 2. Localização do estado de Pernambuco e município de Serra Talhada com a área experimental na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.	28
Figura 3. Estrutura onde foi conduzido o experimento na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.	Erro! Indicador não definido.
Figura 4. Relações entre o ganho de massa – GM (a), taxa de crescimento específico – TCE (b), comprimento – C (c), taxa de sobrevivência – SOB (d) e conversão alimentar aparente – CAA (d) dos alevinos de tilápia e os diferentes fotoperíodos (0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E, 24L:0E), Serra Talhada, 2018.	35

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo geral	15
2.2. Objetivos específicos	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1. Caracterização climática do Semiárido brasileiro	16
3.2. Criação de Tilápia no Semiárido brasileiro	16
3.3. Criação de Tilápia no Semiárido brasileiro	17
3.4. <i>A influência do fotoperíodo no desenvolvimento da tilápia</i>	19
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
5. CAPÍTULO 1- Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápia em diferentes fotoperíodos	23
6. RESUMO	23
7. INTRODUÇÃO	26
8. MATERIAL E MÉTODOS	27
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
10. CONCLUSÕES	37
11. AGRADECIMENTOS	37
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
13. ANEXOS.....	41

1. APRESENTAÇÃO

O aumento no consumo de peixe torna imprescindível a concepção de sistemas de produção mais eficientes, neste contexto, as modificações ambientais como é o caso do fotoperíodo podem contribuir para esta melhoria. As respostas da tilápia ao fotoperíodo não foram bem estudadas nas condições ambientais do Semiárido brasileiro e tornam-se importantes para a concepção de manejos mais sustentáveis, gestão dos recursos naturais (água) e maximização do sistema de produção. Assim, considerou-se a hipótese que os alevinos de tilápia respondem de forma positiva ao fotoperíodo. A aquicultura brasileira ocorre majoritariamente no interior, tendo como destaque de produção a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Esta espécie apresenta alta adaptação a diferentes sistemas de cultivos, a alimentos relativamente de baixo custo e ainda a distintas condições ambientais, o que torna possível seu cultivo em quase todas as regiões do país. Além disso, a mesma apresenta boas características organolépticas e aceitação no mercado (fonte). Na região Semiárida do Brasil, onde ocorrem altas incidência de radiação e temperatura do ar, e baixos volumes pluviométricos com má distribuição no espaço e tempo, o cultivo de tilápias nos corpos hídricos pode ser uma alternativa para minimização das disparidades econômicas e sociais. O uso de peixes na alimentação humana é mais saudável, quando comparado com a de carne vermelha, e impulsiona o desenvolvimento desta atividade. Neste sentido, é necessária a disponibilidade de alevinos em qualidade e quantidade para a melhoria da produção dos peixes. Para isto, podem ser utilizadas técnicas de melhoramento genético ou mesmo por alterações nos parâmetros ambientais. Um desses parâmetros ambientais é a fotoperíodo, que em peixes de hábitos diurnos pode estimular sua alimentação e apresentar reflexos no crescimento do animal. O fotoperíodo representa o número máximo de horas em um dia com presença de luminosidade. Este parâmetro tem sido exaustivamente estudado para o entendimento das repostas dos organismos aquáticos em decorrência de sua alteração. As respostas da tilápia não foram bem estudadas nas condições ambientais do Semiárido brasileiro. E tornam-se importantes para a concepção de manejos mais sustentáveis, gestão dos recursos naturais (água) e maximização do sistema de produção. O presente trabalho foi desenvolvido na UFRPE/UAST durante o período de 02 de dezembro de 2017 a 02 de janeiro de 2018. Neste, buscou-se avaliar a influência do fotoperíodo no desenvolvimento de alevinos de tilápia. O trabalho foi estruturado na forma de artigo e será submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Investigar a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes fotoperíodos.

2.2. Objetivos específicos

- (a) Analisar as variáveis de qualidade da água e o crescimento dos alevinos em diferentes fotoperíodos;
- (b) Determinar os parâmetros de maior influência na larvicultura de tilápias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Caracterização climática do Semiárido brasileiro

As regiões áridas e semiáridas recobrem entre 31-40% da superfície continental do globo. Cerca de 1,03 milhão de km² da região do Nordeste brasileiro apresenta clima do tipo Semiárido. Esta área abrange parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas, Bahia e alguns municípios do Estado de Minas Gerais, totalizando 1262 municípios, com aproximadamente 25 milhões de habitantes (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2017).

O Semiárido brasileiro apresenta como característica marcante as condições climáticas, com altos índices de radiação, elevadas temperaturas (23 a 27°C), umidade do ar baixa (próximo à 60%), irregularidade e má distribuição pluvial (*i.e.*, 150 a 1300 mm ano⁻¹), apresentando em termos de evapotranspiração potencial (ETp) valores de até 2.000 mm ano⁻¹ (ALVALÁ et al., 2017; ALVARES et al., 2014). Tais condições favorecem a ocorrência de balanço hídrico negativo e podem ser agravadas em decorrência das mudanças do clima e aumento das temperaturas globais, as quais associadas às ações antrópicas, podem contribuir para a aceleração dos processos de degradação desta região (LIMA; CAVALCANTE; PEREZ-MARIN, 2011; IPCC, 2014). Morais et al. (2015) estudaram os impactos ocasionados pelas mudanças climáticas em parte do Nordeste (estado de Pernambuco) e observaram incrementos na temperatura máxima diária do ar de 4 °C, além de redução dos eventos de precipitações pluviométricas, o que por sua vez, pode alterar a disponibilidade hídrica da região.

Naturalmente, condições deficitárias podem ser observadas em decorrência dos elementos climáticos, em especial, longos períodos de estiagem e irregularidade nos eventos de precipitação pluvial são verificados (CUNHA et al., 2015). Nestes casos, os volumes de chuva, ocorrem em apenas quatro meses do ano, e muitas vezes são concentrados em poucos dias do ano (SOUZA et al., 2015). Com isso, tem-se alterações nos volumes de água armazenados em corpos hídricos da região que podem impactar de forma negativa as atividades de piscicultura.

3.2. Criação de Tilápia no Semiárido brasileiro

Apesar das condições ambientais, a piscicultura no Nordeste tem ganhado destaque nos últimos anos e, no ano de 2016, a mesma respondeu por 16% de toda a produção brasileira (498 mil toneladas), com destaque para a tilápia do Nilo

(*Oreochromis niloticus*), que representou cerca de 54% deste total (IBGE, 2016). A piscicultura no semiárido brasileiro apresentou aumento significativo com a atuação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que começou a promover o povoamento dos reservatórios do interior da região nordeste na década de 1930. Normalmente, a atividade era efetuada em reservatórios de usos múltiplos (i.e. aqueles cuja água é destinada ao abastecimento urbano, geração de energia elétrica, usos industriais e agrícolas) e, aprimorada pelo desenvolvimento da tecnologia de tanques-rede que possibilitou a exploração de modo mais intensivo (OLIVEIRA e SANTOS, 2015). Outro momento que impulsionou a piscicultura na região semiárida ocorreu com a criação da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) que passou a usar a técnica de propagação artificial de peixes (ROSA e MOTTA, 2017).

Atualmente, os reservatórios possíveis de exploração pela piscicultura estão sendo delimitados mediante a criação dos parques aquícolas (OLIVEIRA e SANTOS, 2015). A política dos parques aquícolas no ano de 2014 já contemplava reservatórios de 21 estados e 278 municípios de todas as regiões do país (Brasil, 2014a). No Nordeste, o açude Castanhão-CE se sobressai em termos de produção, mas além dele, outros 20 reservatórios: Armando Ribeiro Gonçalves (RN), Boa Esperança (MA e PI), Itaparica (PE e BA), Moxotó (AL, PE e BA), Sobradinho (BA) e Xingó (AL, SE e BA) (Brasil 2014c), merecem destaque, logo que, juntos apresentam capacidade de produção máxima superior a 121 mil toneladas de peixes/ano (OLIVEIRA e SANTOS, 2015).

Adicionalmente, em decorrência da baixa disponibilidade hídrica observada na região semiárida, e de modo a promover maior gerenciamento outras estratégias têm sido adotadas, como é o caso de: reuso de água com rejeito de dessalinizadores e da integração entre a agricultura e a piscicultura (OLIVEIRA e SANTOS, 2011).

3.3. Tilápia (*Oreochromis niloticus*)

No ano de 2016, a produção de tilápias foi observada em todos os estados do Nordeste brasileiro: Ceará (CE), Paraíba (PB), Bahia (BA), Pernambuco (PE), Alagoas (AL), Rio Grande do Norte (RN), Piauí (PI), Maranhão (MA) e Sergipe (SE) (Figura 1).

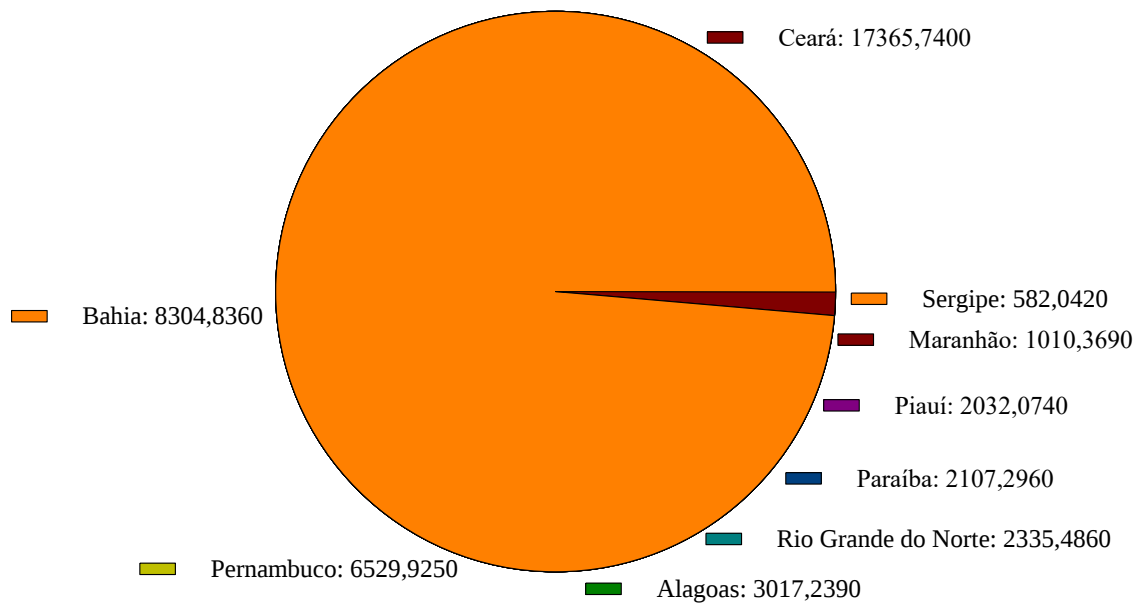


Figura 1. Produção de tilápias na região nordeste no ano de 2016. Fonte dos dados: IBGE, 2016.

O Estado de maior expressão produtiva da tilápia foi o Ceará, com 40% da produção total do Nordeste, concentrados nos açudes de Castanhão e Orós. Seguido pelo pólo produtivo do Submédio e baixo São Francisco (i.e. Estados de Bahia, Alagoas e Pernambuco), que de acordo com Ribeiro et al. (2015) compreendem os polos de Moxotó, Xingó e Itaparica. Os outros Estados do Nordeste apresentaram menor expressividade para a produção de tilápias com apenas 18% desta (IBGE, 2016).

A tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) representa a espécie de maior destaque na aquicultura continental do Brasil, o peixe da família *Cichlidae*, que possui como características corpo comprimido lateralmente, nadadeira dorsal longa e espinhosa na parte anterior, apresentando espinhos na nadadeira pélvica e anal, além de possuir uma interrupção na linha lateral do corpo (SANTOS, 2009). A introdução desta espécie no Brasil, deu-se por meio do programa de produção de alevinos nos reservatórios públicos do Nordeste brasileiro, realizado pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas) (MOREIRA et al., 2007).

O hábito alimentar onívoro, rusticidade, altas taxas de crescimento, conversão alimentar excelente de 1:1 e adaptação a diferentes dietas alimentares com custos

variáveis (MORAES, et al., 2009) conferem a atividade de criação da tilápia retorno econômico elevado, potencial de condução em cativeiros, lucratividade e características organolépticas marcantes (MORAES, et al., 2009). Ainda segundo Kubitza (2000) e Moreira (2000), a tilápia apresenta resistência a condições adversas, adaptando-se a locais com temperaturas elevadas, baixo nível de oxigênio e altas concentrações de amônia; possui resistência a doenças e boa reprodução mesmo quando confinadas em cativeiros. Outro fator importante é que devido sua carne de ótima qualidade, clara e sem presença de espinhos em forma de “Y” tem boa aceitação pelo consumidor, além disso, a mesma pode ser comercializada inteira ou filetada (VERAS, et al., 2014; MONTEIRO, 2013).

3.4. A influência do fotoperíodo no desenvolvimento da tilápia

As condições ambientais influenciam no desenvolvimento, na sobrevivência e na reprodução dos animais. O fotoperíodo é um destes fatores de grande importância, uma vez que está relacionado à máxima duração de luz durante um dia e varia de acordo com o local e estação do ano, modificando assim sua intensidade (BIZARRO, 2013). O fotoperíodo é um importante sincronizador climático, podendo alterar a composição do pescado, com efeitos variáveis nas diversas fases ontogênicas (VERAS, 2014). De acordo com este autor, dias longos promovem um aumento do consumo de ração e aumento da massa corporal, desencadeando uma série de alterações metabólicas que culminam com aumento da massa muscular. Este parâmetro pode ainda interferir no biorritmo dos animais; alterando parâmetros fisiológicos como crescimento e reprodução. Navarro e Navarro (2012), em estudo realizado com *Pargus*, demonstraram que quando submetidos a 24L:0E apresentam melhor crescimento devido a maior ingestão alimentar. Tilápias na fase larval submetidas à fotoperíodos longos apresentaram conversões alimentares e crescimento mais eficientes (VERAS et al., 2013).

O fotoperíodo pode estimular ou inibir a produção de hormônios responsáveis pelo desenvolvimento gonadal. Quando expostos a fotoperíodos contínuos, alevinos de tilápias (*Oreochromis niloticus*) podem apresentar maior eficiência na absorção de nutrientes, aprimorando seu processo digestivo (VERAS, 2011). BISWAS et al. (2004), observaram que fêmeas submetidas a fotoperíodos de 06L:6E interromperam a reprodução após a terceira e/ou quarta desova. Isso ocorreu por que as fêmeas submetidas a este fotoperíodo tiveram uma diminuição significativa nos níveis plasmáticos. Por outro lado, juvenis de *Cichlasoma beani* podem ser cultivados em várias condições de luz, o

que é vantajoso para o cultivo implicando em baixos custos energéticos (ARAGON-FLORES et al., 2017). NAVARRO et al. (2015) em estudos com machos de tilápia do Nilo observaram que a exposição a luz contínua (24L:0E) aumenta o crescimento somático e retarda a maturação gonadal. Por outro lado, SALARO et al. (2006), em estudo com alevinos de *Hoplias lacerdae*, na ausência de luz, observaram que o incremento do fotoperíodo não influenciou o desempenho produtivo dos alevinos. Por outro lado, fotoperíodos longos (24L:0E), promoveram melhorias da eficiência alimentar e diminuiu a natatória e estresse, em juvenis de *Catfish*, o que permitiu que maior quantidade de energia fosse convertida em peso (MUSTAPHA et al., 2012).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil, **Revista Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n. 6, p.711–728, 2014.

ARAGON-FLORES, E. A.; MARTINS-CARDENAS, L.; HERNÁNDEZ-GONZÁLES, C. Effect of light intensity and photoperiod on growth and survival of the Mexican Cichlid *Cichlasoma beani* in culture conditions. **Latin American journal of Aquatic Research**, v. 45, n. 2, p. 293-301, 2017.

AVALÁ, R.C.S. et al. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciência** (Online) 2017; 1-15.

BISWAS, A.K. et al. Physiological responses in Nile tilapia exposed to different photoperiod regimes. **Journal Fish Biological**, v.65, p.811–821, 2004.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. Estudos Prévios. 2014a. Acesso em: de 15 janeiro de 2019. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura/aguas-dauniaio/parques-quicolas/estudos-previos>.

BRASIL – Ministério da Pesca e Aquicultura. Parques aquícolas continentais, 2014b. Acesso em: de 15 janeiro de 2019. Disponível em: http://www.mpa.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=106&Itemid=473.

CUNHA, A. P. M. et al. Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian semiarid region. **Agricultural and forest meteorology**, v. 214, p. 494-505, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. Disponível em: ><https://www.ibge.gov.br>< acessado em: 11 de jan. 2019, 17:09:00.

LIMA, R. C. C.; CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ-MARIN, A. M. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. 1 ed. Instituto Nacional do Semiárido: Campina Grande, Brasil. 2011. 209 p.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Nova delimitação do Semiárido Brasileiro. **Brasília**, 2017. Disponível em: <<http://www.integracao.gov.br/semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 17/01/2018.

MONTEIRO, L.M.G. Aproveitamento de resíduos de tilápia (*Oreochromis niloticus*) para elaboração de novos produtos com valor agregado. Universidade Federal Fluminense (Tese), p.178, 2013.

MORAES, A. M. et al. Desempenho zootécnicos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, com diferentes rações comerciais, v. 40, n.3, p. 388-395, 2009.

MORAIS, J. E. F. et al. Impactos das mudanças climáticas na demanda hídrica e duração do ciclo do sorgo forrageiro e feijão-caupi no estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. (IV SMUD), p. 542-559, 2015.

MOREIRA, A. A. et al. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microsatélites. Pesquisa **Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.521-526, 2007.

MUSTAPHA, M. K. et al. Effects of there different photoperiod on the growth and body coloration of juvenile African catfish, *clarias gariepinus* (Burchell). **Archives of Polish Fisheries**, v. 20, p.55-59, 2012.

NAVARRO, F.K.S.P.; NAVARRO, R.D. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.36, n.2, p.94-99, 2012.

NAVARRO, R. D. et al. Effects of photoperiod on somatic growth and gonadal development in male nile tilápia. **Acta Scientiarum Technology**, v.37, n. 4, p.381-385, 2015.

OLIVEIRA, E. G.; SANTOS, F. J. S. Conservação e uso racional de água: Integração aquicultura-agricultura. In: MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ,

V. P. S. (Eds). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p.113- 16, 2011.

OLIVEIRA, E.G.; SANTOS, F.J.S. Piscicultura e os desafios de produzir em regiões com escassez de água. **Ciência Animal**, v.25, n.1, p.133-154, 2015.

RIBEIRO, M.R.F. et al. A piscicultura nos reservatórios hidrelétricos do Submédio e Baixo São Francisco, região semiárida do Nordeste do Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, n.1, p.91-108, 2015.

ROSA, A. B. S.; MOTTA, E. J. O. Aquicultura atual no semiárido, Cadernos do Semiáridos: Riquezas & Oportunidades, v. 12, n. 12, 2017.

SALARO, A. L.; LUZ, R. K.; ZUANON, J. A. S.; SIROL, R. N.; SAKABE, R.; ARAÚJO, W. A. G.; SOUTO, E. F. Desenvolvimento de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) na ausência de luz. **Acta Scientiarum Biological Sciences**. v. 28, n.1, p. 47-50, 2006.

SOUZA, L. S. B. et al. Balanço de energia e controle biofísico da evapotranspiração na Caatinga em condições de seca intensa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 8, p. 627-636, 2015.

VERAS, G. C. et al. Fotoperíodo sobre parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse em alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Arquivo brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 65, n.5, p.1434-1440, 2013.

VERAS, G.C. et al. Efeito do fotoperíodo sobre a composição do filé de juvenis de tilápia do Nilo. **Revista Ciências Animal Brasileira**, v.15, n.2, p. 168-173, abr./jun. 2014.

5. CAPÍTULO 1 - Compreendendo a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápia em diferentes fotoperíodos

Valkiria Alves de Sousa¹, Luciana Sandra Bastos de Souza¹, Ugo Lima Silva¹,

Thieres George Freire da Silva¹, Leandro Ricardo Rodrigues de Lucena¹

(1) Universidade Federal Rural do Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Caixa Postal 063, CEP 56900-000 Serra Talhada, PE, Brasil. E-mail: sanddrabastos@hotmail.com, thieres_freire@yahoo.com.br.

RESUMO - Este trabalho investigou a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidos a diferentes fotoperíodos. O experimento foi conduzido no Biotério de Experimentação com Organismos Aquáticos, pertencente a Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil. Os alevinos de tilápia apresentaram inicialmente peso, largura e comprimento iguais a: $0,018g \pm 0,0047$, $2,36mm \pm 0,16$ e $10,57mm \pm 0,70$, respectivamente. Os animais foram alimentados seis vezes ao dia (08:00, 10:00; 12:00; 14:00; 16:00 e 18:00) com ração comercial (55% de proteína bruta) equivalente a 2,5% da biomassa dos indivíduos adicionada ao hormônio 17α metil testosterona para masculinização. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos representados pelas condições de fotoperíodos com uma lâmpada de 30w, com 1200 lux: 0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E, 24L:0E e, quatro repetições. Informações relativas à qualidade da água: (temperatura, oxigênio dissolvido, potencial de óxido redução, condutividade e pH) foram obtidos diariamente nos períodos da manhã e tarde. As análises biométricas foram efetuadas ao longo do experimento para determinação do comprimento, largura e massa do animal. Estas informações foram utilizadas na quantificação do ganho de massa, taxa de crescimento específico e da conversão alimentar aparente. O número de indivíduos final também foi contado para determinação da taxa de sobrevivência. Os dados foram submetidos à análise estatística, emprego da técnica de componentes principais e modelo de regressão múltipla para

estimativa do ganho de peso dos alevinos. O fotoperíodo influenciou no ganho de massa e, períodos de alta exposição luminosa (24L:0E) promoveram melhorias na taxa de sobrevivência e conversão alimentar aparente dos alevinos de tilápia. O ganho de massa dos alevinos de tilápia foi explicado pelo oxigênio dissolvido e saturado, comprimento e fotoperíodo.

Palavras-chave: Crescimento, luminosidade, tilápia, qualidade da água.

ABSTRACT - This study investigated the association of biotic and abiotic factors in the mass gain of tilapia fingerlings (*Oreochromis niloticus*) submitted to different photoperiods in the Brazilian Semiarid region. The experiment was conducted between December and January 2017, in the animal experimentation with aquatic organisms, belonging to the academic unit of Serra Talhada (UFRPE/UAST), Serra Talhada, Pernambuco. The post-larvae of tilapia initially presented: weight, width and length equal to: 0.018 ± 0.0047 g, 2.36 ± 0.16 mm and 10.57 ± 0.70 mm respectively. The animals were fed six times a day (08:00, 10:00; 12:00; 14:00; 16:00 and 18:00) with commercial ration (55% of crude protein) equivalent to 2.5% of the biomass of the individuals added to the hormone 17 α methyl testosterone for sexual reversal. We used a completely randomized design with four treatments represented by the luminosity conditions: 0L: 24E, 12L: 12E (Control), 18L: 6E, 24L: 0E and four replications. Information regarding water quality: temperature, dissolved oxygen, oxide reduction potential, conductivity and pH were obtained daily in the morning and afternoon periods. Additionally, biometric analyses were performed throughout the experiment to determine the length, width and mass of the animal. This information was used to quantify: mass gain, specific growth rate and apparent feed conversion. The number of final individuals was also counted in order to determine the survival rate. The data were subjected to statistical analysis, use of the main components technique and multiple regression model to estimate the weight gain of the post-larvae. The photoperiod influenced the mass gain and periods of high exposure luminous (24L: 0E) promoted improvements in the survival rate and apparent feed conversion of the tilapia fingerlings. The mass gain of tilapia fingerlings was especially affected by dissolved and saturated oxygen, length and photoperiod.

Keywords: Growth, luminosity, tilapia, water quality.

6. INTRODUÇÃO

O crescente aumento populacional e a busca pela qualidade de vida têm requerido investimentos na disponibilidade de alimentos, especialmente aqueles mais saudáveis; logo refletindo no aumento da produção e consumo de pescado do mundo (DEMÉTRIO et al., 2012). No Brasil, a produção total da piscicultura em 2016 foi de cerca de 498 mil toneladas, com destaque para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), que representou 47% deste percentual (IBGE, 2016). A espécie apresenta boa adaptação a diferentes sistemas de cultivos, condições ambientais e alimentos relativamente de baixo custo (FAO, 2016); além de boas características organolépticas que aumentam sua aceitabilidade no mercado (NEVES et al., 2015).

A sobrevivência e o rápido crescimento da espécie durante o estágio larval são desejáveis para aumentar a oferta de indivíduos (EKASARI et al., 2015) e podem ser alteradas pelo uso de técnicas que proporcionem a redução da mortalidade, seja por meio de melhoramento genético ou mesmo das condições ambientais (BISWAS e TAKEUCHI, 2003). Em regiões semiáridas, onde há baixo nível de chuva, alto brilho solar e logo alta incidência de radiação solar e demanda atmosférica anual (ALVALÁ et al., 2017; ALVARES et al., 2014), torna-se necessária a concepção de sistemas mais sustentáveis para maximizar o uso de água na piscicultura.

O fotoperíodo, que corresponde à máxima duração de incidência de luz ao decorrer de um dia, está entre os parâmetros meteorológicos mais estudados no desenvolvimento de organismos aquáticos, uma vez que altera o crescimento, ganho de peso, gasto de energia, locomoção, maturação e reprodução dos animais (SALARO et al., 2006; e ZUTSHI e SINGH, 2017; VERAS et al., 2014). Baramani et al. (2013) reportaram que este parâmetro, compreende um ‘start’ para o sistema endócrino e a quantidade de hormônios que circulam no animal, podendo ser influenciado pela sua idade e espécie. O aumento do número de horas de luz retarda a maturação gonadal e aumenta a magnitude do crescimento de machos de tilápias (NAVARRO et al., 2015). Enquanto que, fêmeas de tilápias do Nilo submetidas a fotoperíodos de 6L:6E pararam de se reproduzir após sua terceira desova, isso por que ocorre uma diminuição significativa nos níveis plasmáticos (BIWAS et al., 2004). Quando se analisou o estresse ocasionado pela alteração do parâmetro em alevinos de tilápia não foram observadas alterações na taxa de glicose sanguínea nem na sobrevivência (VERAS et al., 2013). E, embora os alevinos possam permanecer vivos na ausência de fotoperíodo, o ganho de peso está atrelado à ocorrência

de períodos diurnos mais longos, já que existem relatos de alterações nutricionais no filé (VERAS et al., 2013; VERAS et al., 2014).

As respostas de larvas de *Oreochromis niloticus* as variações ambientais não foram bem estudadas, especialmente nas condições do Semiárido brasileiro. Estas informações, fazem-se necessárias por permitir o entendimento das necessidades fisiológicas do animal e sua adequação a diferentes condições ambientais que podem ser úteis na concepção de sistemas de produção com melhor eficiência e manejo.

O objetivo deste trabalho foi investigar a associação de fatores bióticos e abióticos na larvicultura de tilápias (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes fotoperíodos.

7. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST) (Figura 1), no Biotério de Experimentação com Organismos Aquáticos (latitude 07° 59' 31" S e longitude 38° 17' 54" W), CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco de número 0842017, município de Serra Talhada. O clima local é caracterizado como semiárido de acordo com a classificação de Köppen, com chuvas concentradas no verão e outono, totalizando em média 643 mm ano⁻¹, temperatura média anual em torno de 26°C, alto índice de radiação solar e baixa umidade com valores médios anuais próximos a 60% (PEREIRA et al., 2015).

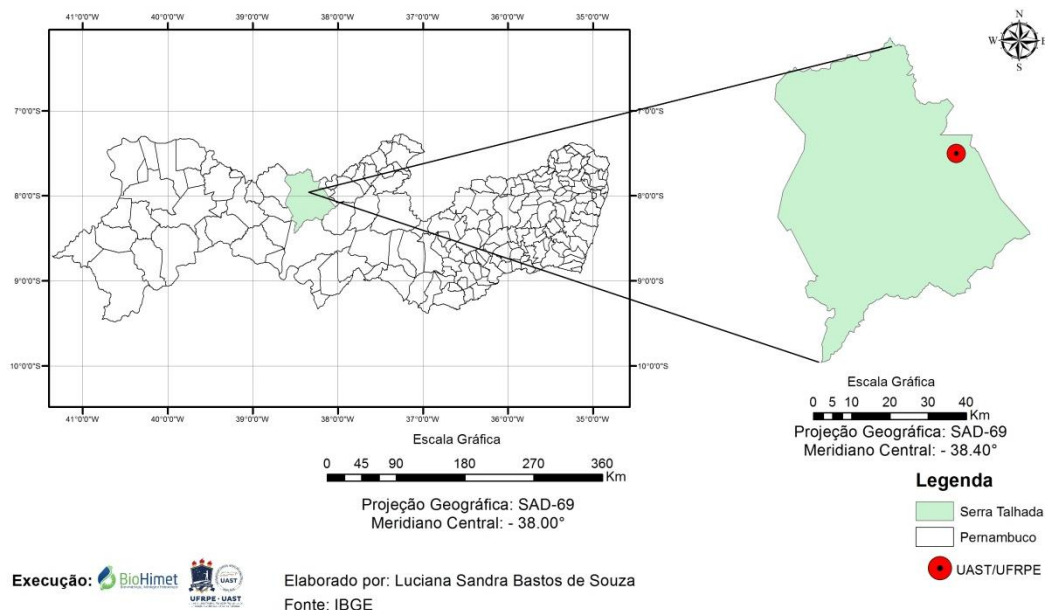


Figura 2. Localização do estado de Pernambuco e município de Serra Talhada com a área experimental na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Uma estrutura de madeira com 6,40 m de comprimento, 3,85 m de largura e 1,85 m de altura foi construída e, revestida de lona plástica preta para evitar a interferência da luminosidade externa. No interior desta estrutura foram alocadas quatro caixas de polipropileno, com capacidade para 1000 L de água cada. Em cada caixa d'água foram dispostas quatro hapas com as seguintes dimensões: 0,26 m de diâmetro e 0,20 m de altura, com volume de 3,54 L dos quais apenas 3 L foram utilizados, confeccionadas em polipropileno e revestidas com tela de 1 mm para evitar a dispersão das larvas.

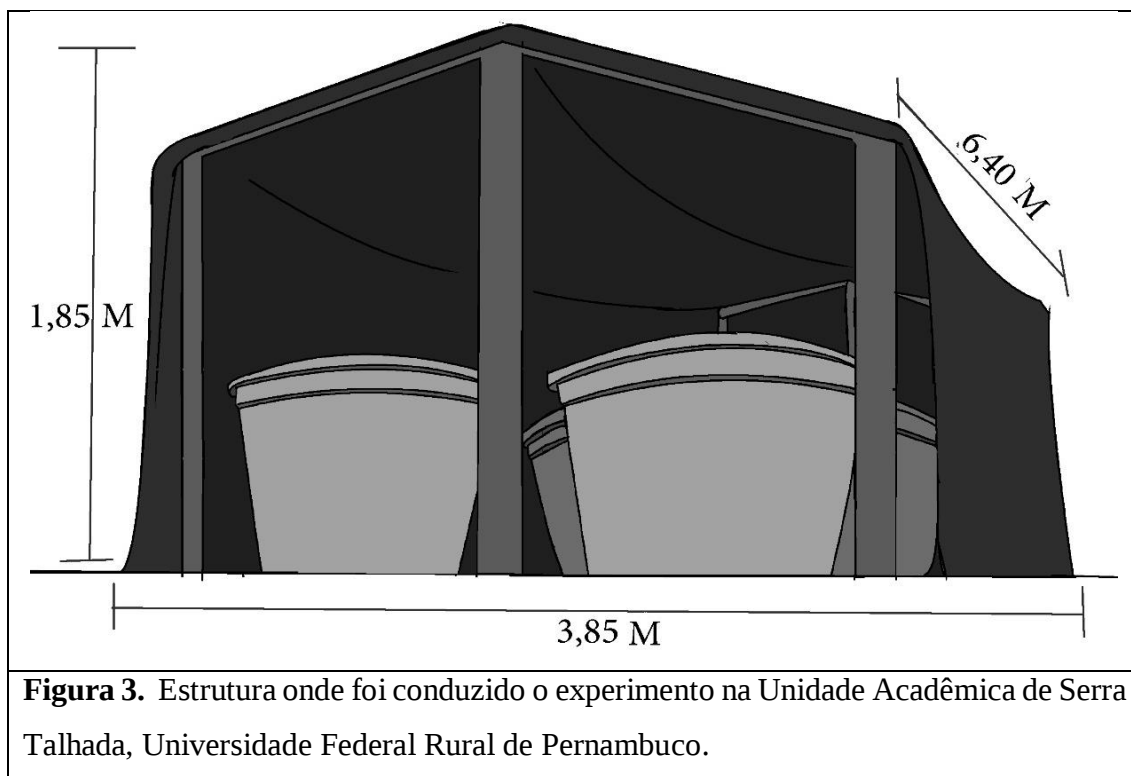


Figura 3. Estrutura onde foi conduzido o experimento na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Para simular as condições de luminosidade foram inseridas lâmpadas fluorescentes de 30W, com 1200lux na tampa de cada caixa, as quais foram conectadas à temporizadores analógicos. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelas condições de luminosidade: 0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E e 24L:0E. As caixas d'água foram abastecidas com 400 L de água aeradas individualmente com pedras porosas. Não foi realizada a troca de água durante o experimento, mas apenas a reposição por causa da evaporação para a manutenção do volume, a partir de água proveniente do poço artesiano, cuja salinidade foi de 4 g. L⁻¹.

Os alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foram adquiridos um dia após o consumo do saco vitelino. No início do experimento o peso, largura e o comprimento foram aferidos com uso de um paquímetro digital e apresentaram valores iguais a $0,018 \pm 0,0047$ g, $2,36 \pm 0,16$ cm e $10,57 \pm 0,70$ cm respectivamente.

Os alevinos foram aclimatados a partir da adição de 1 L de água por hora em cada bolsa, até que os parâmetros fossem se equiparando aos observados na água da caixa. Após 35 h, os alevinos foram distribuídos aleatoriamente nas hapas com densidade de

estocagem de 10 indivíduos por litro. Os alevinos foram alimentados seis vezes ao dia (08:00, 10:00; 12:00; 14:00; 16:00 e 18:00) com ração comercial em pó contendo 55% de proteína bruta. A quantidade de ração fornecida foi igual a 2,5% da biomassa dos indivíduos ao longo do ciclo, sendo o incremento desta ofertado pela determinação do peso médio dos indivíduos a cada dez dias. Para efetuar a masculinização sexual dos alevinos de tilápia foi adicionado à 500g de ração, 0,60 mg do hormônio 17α metil testosterona.

Foram realizadas análises biométricas quatro vezes ao longo do experimento: 01/12/17, 12/12/17, 22/12/17 e 02/01/18. Os indivíduos eram capturados com auxílio de um puçá e um béquer de 2 L para transporte dos animais da área do experimento para o laboratório onde era realizada a biometria. De cada tratamento foram retirados três indivíduos aleatoriamente, para os quais foram obtidas as seguintes medidas: distância horizontal da cavidade bucal até o final da nadadeira caudal, distância entre a nadadeira peitoral até a nadadeira dorsal, ambos com auxílio de um paquímetro digital. Posteriormente, os indivíduos foram pesados em uma balança de capela modelo M214A. Tais informações foram utilizadas na análise do desenvolvimento do crescimento, como segue:

$$\text{Ganho de massa, GM (g)} = \text{massa final (g)} - \text{massa inicial (g)} \quad (1)$$

$$\text{Taxa de Sobrevivência, SOB (\%)} = (\text{número de peixes vivos/total}) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Taxa de crescimento específico, TCE (\% dia}^{-1}\text{)} = \left[\frac{(\ln \text{ massa final} - \ln \text{ massa inicial})}{\text{dias}} \right] \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Conversão alimentar aparente, CAA} = \frac{\text{consumo médio de ração (g)}}{\text{ganho de massa (g)}} \quad (4)$$

As análises de qualidade de água foram realizadas diariamente com o auxílio de um medidor multiparâmetro (modelo Pro – Plus, YSI), sendo avaliadas as seguintes variáveis: temperatura, oxigênio dissolvido, oxigênio saturado, condutividade, potencial óxido redução e pH. As medições eram aferidas no período da manhã (08:00 - 09:00) e da tarde (16:00-17:00). As determinações de amônia ($0,0012\text{mg L}^{-1}$) e nitrito ($0,0375\text{mg L}^{-1}$) foram realizadas uma vez por semana utilizando-se o kit para análise destes parâmetros da Alfakit.

Os parâmetros zootécnicos e de qualidade de água foram submetidos aos testes de normalidade, homocedasticidade e quando constatada normalidade foi aplicada a análise de variância (ANOVA). Quando significativas as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Posteriormente, foi aplicada a técnica de análise dos componentes principais (ACP do inglês, *Principal Component Analysis*) para determinar quais os parâmetros de maior influência no ganho de peso da tilápia. Na sequência, os dados foram utilizados para geração de um modelo de regressão múltipla de estimativa do ganho de peso, por meio de estatística multivariada. Todas as análises foram realizadas utilizando o programa R (R Core Team, 2016).

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura da água, em média, oscilou em torno de 27°C no período da manhã, com tendência a aumento à medida que o fotoperíodo foi incrementado. Neste caso, ao se estabelecer uma comparação entre o tratamento 0L:24E e 24L:0E, percebeu-se que houve um aumento de 0,6°C (Tabela 1). Por outro lado, comparando-se os valores de temperatura entre o período da manhã e da tarde, verificou-se um incremento deste parâmetro (1,2°C, em média). Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) para os valores de temperatura da água entre os tratamentos, os quais estiveram dentro da faixa ótima de desenvolvimento e digestão da tilápia que é de 26°C a 30°C (AZAZA et al., 2008). Similarmente, Santos et al. (2013) observaram melhores desempenhos de crescimento para a tilápia submetida à temperatura de 30°C.

Comportamento semelhante foi observado para a condutividade elétrica, o que provavelmente se deve ao aumento das partículas em suspensão em decorrência da oscilação da temperatura (Tabela 1). Para a amônia a medida que sua concentração diminuiu lentamente, o nitrito aumentou devido ao processo de nitrificação. A medida que a temperatura aumentou o oxigênio dissolvido reduziu. A relação inversa entre a temperatura e oxigênio dissolvido tem sido relatada em diversos trabalhos sobre qualidade de água realizados no mundo (MISHRA, 2010; WALCZYNSKA e SOBCZYK, 2017), e se deve ao fato da solubilidade dos gases aumentarem com redução da temperatura (Tabela 1).

Tabela 1. Variação dos parâmetros de qualidade da água durante o cultivo de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes fotoperíodos, Serra Talhada – PE, 2018.

Fotoperíodo	T (°C)	O2 (mg/L)	OD (%)	pH	COND (µS/cm)	POR (mV)	TDS (mg/L)
0L:24E	27,58	5,63	72,57	7,99	7846,79	105,35	4966,63
12L:12E	27,74	5,57	73,52	8,07	8647,8	104,65	5045,88
18L:6E	27,66	5,61	73,28	8,11	7716,03	103,38	4924,21
24L:0E	28,05	5,64	74,35	8,09	7699,78	102,55	4765,25

T= Temperatura; O2= Oxigênio dissolvido; pH= Potencial Hidrogeniônico; COND= Condutividade; POR= Potencial Oxido redução; TDS= sólidos dissolvidos totais.

O tratamento de 12L:12E apresentou os maiores valores de sólidos dissolvidos totais (TDS) com 46,83 mg L⁻¹, em média (Tabela 1). O tratamento de 24L:0E apresentou valores 33% menor que o tratamento de 12L:12E, que foi o tratamento de maior valor. O tratamento de 18L:6E teve valores bem próximo ao de maior valor com 32% a mais que o menor.

Todos os parâmetros avaliados foram afetados pelo aumento do fotoperíodo (p>0,05) (Tabela 2).

Tabela 2. Ganho de massa, taxa de crescimento específico, comprimento final, sobrevivência e conversão alimentar aparente de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), submetidas a diferentes fotoperíodos, Serra Talhada – PE, 2018.

Parâmetros	Fotoperíodo			
	0L:24E	12L:12E	18L:6E	24L:0E
GM (g)	0,1028 ± 0,05b	0,1219 ± 0,04ab	0,1512 ± 0,01a	0,1746 ± 0,06a
TCE (%/dia)	0,329 ± 0,11b	0,399 ± 0,05ab	0,487 ± 0,05a	0,566 ± 0,14a
C (mm)	20,68 ± 2,60b	22,57 ± 2,22ab	23,32 ± 1,10ab	24,13 ± 2,24a
SOB (%)	57,00 ± 4,42b	57,00 ± 4,24b	80,83 ± 4,5ab	95,83 ± 1,5a
CAA (g.g ⁻¹)	0,67 ± 0,39a	0,58 ± 0,26ab	0,39 ± 0,10ab	0,25 ± 0,06b

GM = Ganho de massa; TCE = Taxa de crescimento específico; C = Comprimento; SOB = Sobrevivência; CAA = Conversão Alimentar Aparente. L = Luz; E = escuro.

Desempenhos mais altos de crescimento (comprimento - C e ganho de massa - GM) foram observados para os maiores fotoperíodos, embora não tenham sido constatadas diferenças de C e GM entre os tratamentos de 12L:12E em relação ao 18L:6E e 24L:0E ($p>0,05$). O ambiente com 24L:0E de luminosidade promoveu um incremento no ganho de massa de 41% quando comparado ao tratamento de 0L:24E (Tabela 2). Os alevinos de tilápia podem ter apresentado maior reação ao incremento do fotoperíodo por se tratar de uma espécie de hábito diurno (VERAS et al., 2013), que provavelmente resultou na aceleração do metabolismo dos animais expostos à fotoperíodos maiores e, conseqüentemente, na necessidade alimentar e melhor absorção dos nutrientes pelo organismo. Neste caso, a atividade de forrageamento pode ter sido aumentada pela disponibilidade de alimentos ou mesmo a estimulação hormonal do apetite em decorrência da luminosidade (BARAMI et al., 2013; BISWAS et al., 2005).

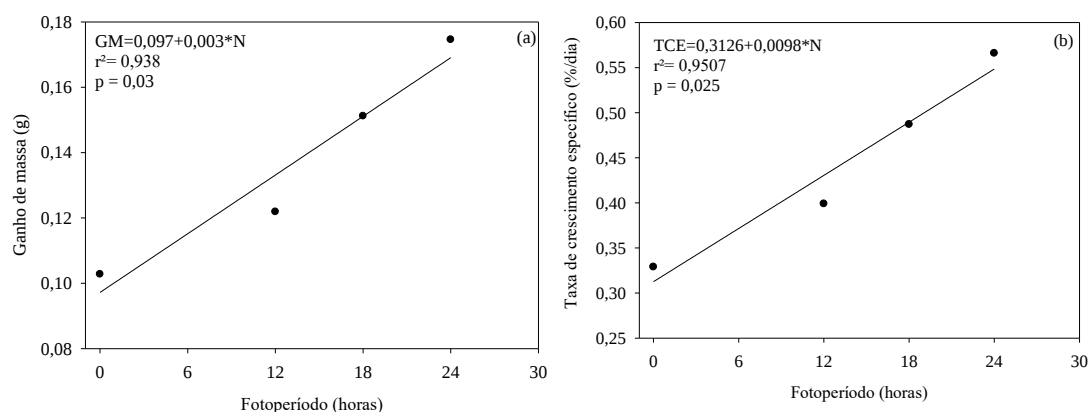
A conversão alimentar aparente (CAA) apresentou menores valores no tratamento de 24L:0E, demonstrando que neste, houve maior habilidade dos alevinos em converter a ração ofertada em biomassa (Tabela 2). Neste caso, os valores de eficiência alimentar (Ea) observados foram, em média de, $1,47 \text{ g g}^{-1}$, $1,70 \text{ g g}^{-1}$, $2,55 \text{ g g}^{-1}$ e $3,94,161 \text{ g g}^{-1}$, para os tratamentos de 0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E, 24L:0E, respectivamente. Para a CAA, observou-se um comportamento linear decrescente ($p>0,05$) na medida em que o fotoperíodo foi incrementado (Figura 2e). Para o tratamento de 0L:24E ocorreu redução da conversão alimentar em 18% em relação ao controle, o que pode estar associado aos estresses vivenciados pelo animal, logo que se trata de uma espécie diurna, cuja alimentação pode ter sido comprometida pela ausência de luz resultando em reduções no crescimento.

Como consequência a taxa de mortalidade foi reduzida à medida que o fotoperíodo foi incrementado (Tabela 2). Nos tratamentos de 0L:24E e 12L:12E, percebeu-se mortalidade de 43% dos indivíduos iniciais. Já para o tratamento de 24L:0E, este percentual foi em torno de 4,3% em relação número de indivíduos inicial. Neste caso, a maior taxa de sucesso pode ter sido oriunda do estímulo da luminosidade ao consumo de ração pelos indivíduos, que possibilitou a maior alimentação dos mesmos e sua maior disponibilidade no ambiente.

A exposição das larvas aos níveis de fotoperíodo resultou em resposta linear positiva ($p>0,05$) para o ganho de massa, comprimento e taxa específica de comprimento (Figura 2a, 2b e 2c), demonstrando efeitos benéficos da exposição da espécie aos

incrementos de luminosidade. O aumento da massa individual pode contribuir para obtenção de peixes maiores em menos tempo. Em estudo realizado para esta espécie, El-Sayed e Kawanna. (2007) observaram que as melhores taxas de crescimento e conversão alimentar ocorreram durante fotoperíodos de 18L:6E e 24L:0E e, provavelmente, estão associadas a redução na perda de energia e da taxa metabólica (conservação de energia). Barimani et al. (2013) demonstraram que as trutas arco-íris iraniana e francesa tiveram a taxa de crescimento específico melhor quando submetidas a fotoperíodos contínuos de 24L:0E em relação à menores disponibilidades de luz. De modo semelhante, Rad et al. (2006) ao trabalharem com a tilápia do Nilo encontraram melhor crescimento sob regime de 24L:0E, durante o estágio de alevinos. Vale ressaltar que a dependência de organismos aquáticos ao fotoperíodo pode ser influenciada pela idade do indivíduo, espécie e mesmo das condições de manejo (VERAS, et al. 2014).

O ajuste dos dados de sobrevivência ao fotoperíodo apresentou comportamento quadrático (Figura 2d). Neste caso, baixos períodos de luminosidade (0L:24E) não afetaram este parâmetro quando comparado ao tratamento controle de 12L:12E. Diferentemente desta presente pesquisa, outros estudos com tilápia não demonstraram efeito do fotoperíodo sobre a taxa de sobrevivência desses animais (BISWAS e TAKEUCHI, 2003; VERAS, et al. 2013; EL-SAYED e KAWANNA, 2004). Por outro lado, Mustapha et al. (2012) demonstraram que juvenis de bagre africano apresentaram melhor eficiência alimentar e diminuição da atividade natatória, o que permitiu que o animal convertesse uma maior quantidade de energia para peso corporal.



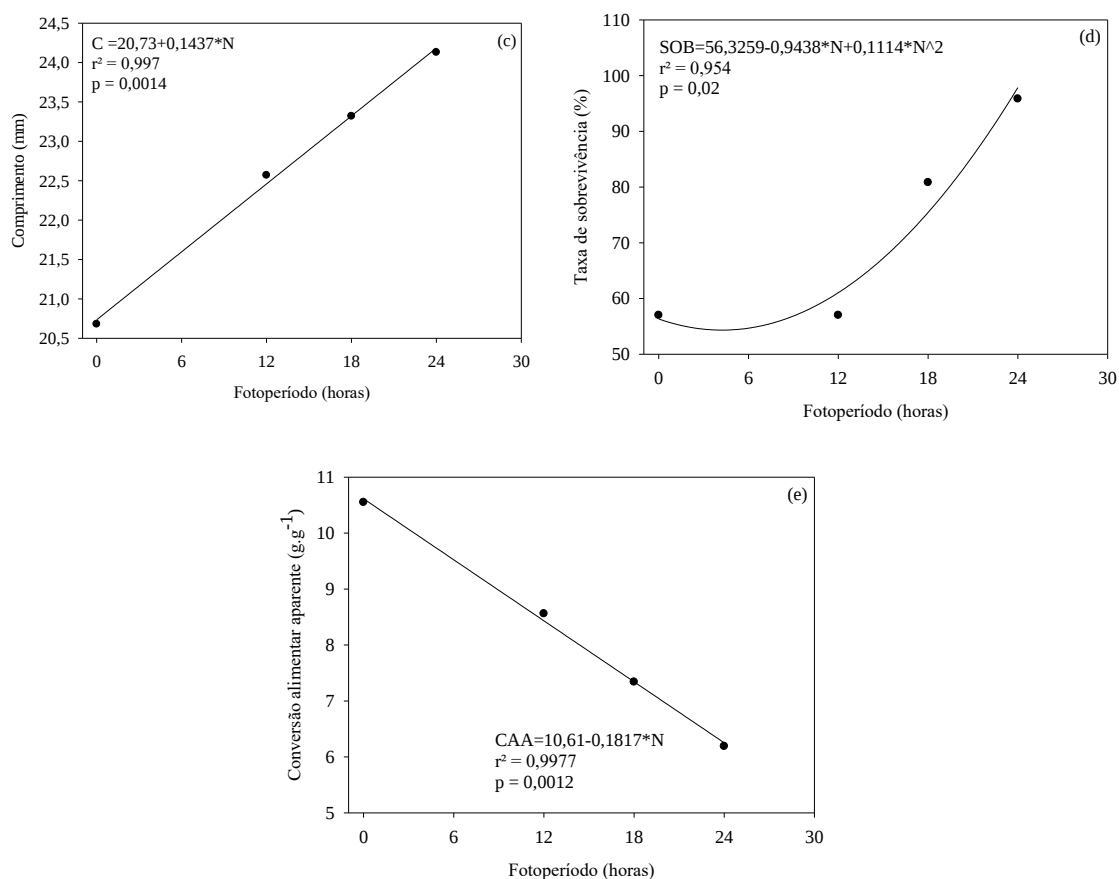


Figura 3. Relações entre o ganho de massa – GM (a), taxa de crescimento específico – TCE (b), comprimento – C (c), taxa de sobrevivência – SOB (d) e conversão alimentar aparente – CAA (d) dos alevinos de tilápia e os diferentes fotoperíodos (0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E, 24L:0E), Serra Talhada, 2018.

Na Figura 3 são apresentadas as análises de componentes principais (ACPs) para os parâmetros de qualidade da água (i.e., temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, oxigênio, potencial óxido redução e sólidos sedimentados totais) nos diferentes fotoperíodos (i.e., 0L:24E, 12L:12E (CONTROLE), 18L:6E, 24L:0E). Sete componentes principais foram obtidos (Figura 3a), entretanto, utilizou-se apenas a PC1 (composta por condutividade, potencial óxido redução - POR, temperatura e pH) com 39,19 % de relevância, a PC2 (composta por oxigênio saturado e oxigênio dissolvido) que possuiu 29,83% de relevância e PC3 (composta por sólidos dissolvidos totais – TDS, pH e temperatura) com 14,69% de relevância (Figura 3b). Logo, os três componentes juntos apresentaram 83,71% de contribuição para a variância total dos dados. Segundo Johnson e Wichern (1992), quando os componentes absorvem entre 80 a 90% da variância eles podem ser adotados para a explicação do fenômeno.

Considerando-se que, quanto maior o valor do componente em módulo, maior o seu poder discriminatório, ao interpretar a influência das características limnológicas fica

evidente que dentre os parâmetros analisados a temperatura, condutividade, oxigênio saturado e POR apresentaram influência negativa para variação do ganho de peso (Figura 3b). Ao passo em que o pH apresentou contribuição positiva. Oliveira et al. (2007) e Silva et al. (2007) indicaram um aumento do ganho de peso em peixes associado ao aumento de temperatura e redução do oxigênio dissolvido. Este comportamento pode estar associado ao incremento do metabolismo dos indivíduos como resposta ao aumento da temperatura e, conseqüente, acréscimo do consumo de oxigênio.

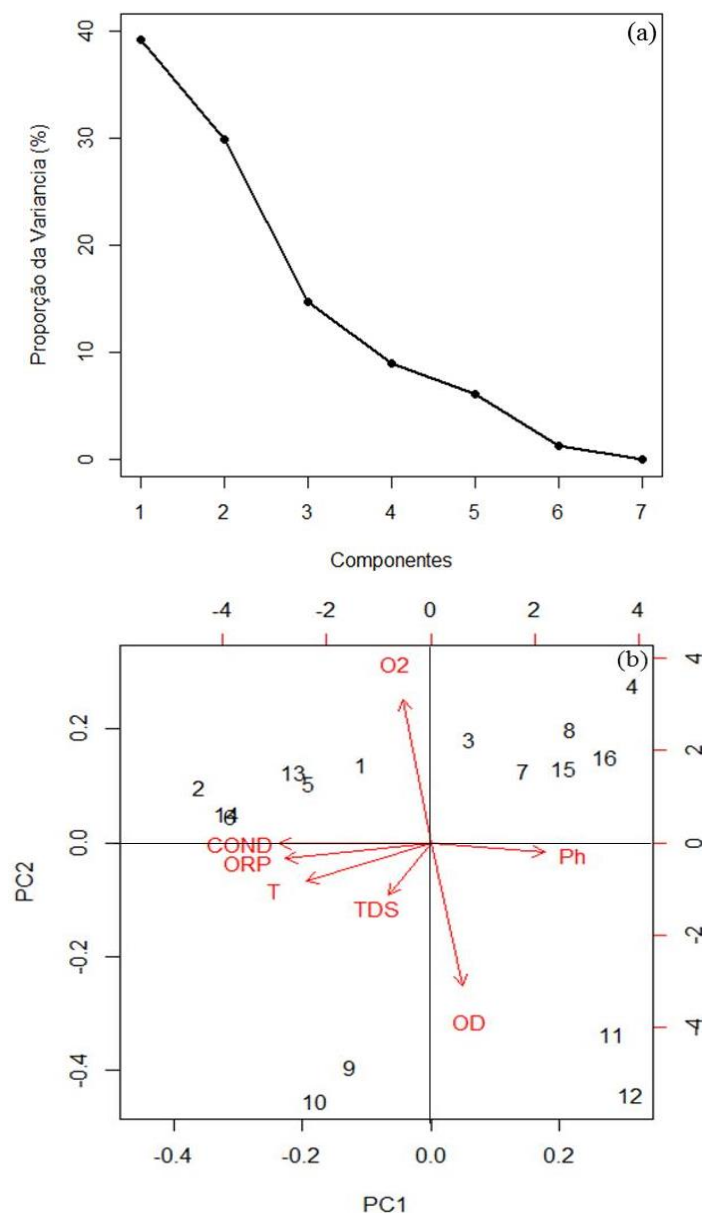


Figura 3. Proporção da variância dos componentes principais (a) e distribuição das variáveis de qualidade de água com as coordenadas lineares da análise de componentes principais (b). Onde: PC1 = condutividade - COND, potencial óxido redução - POR, temperatura - T e potencial hidrogênio = pH; PC2 = composta por oxigênio saturado –

O₂ e oxigênio dissolvido – OD e PC₃ = composta por sólidos dissolvidos totais, temperatura e pH.

O fotoperíodo configurou-se como variável de relevância ao ganho de massa, adicionalmente também foi constatada a influência do comprimento. Assim, a partir destes parâmetros e das informações de qualidade de água foi obtido um modelo de regressão múltiplo para estimativa de ganho de massa dos alevinos de tilápia (Equação 5). Pode-se constatar excelente ajuste do modelo, com coeficiente de determinação (r^2) igual a 97,63% e soma do quadrado dos resíduos (SQR) = 0,0053, indicando que a estimativa dos dados apresenta alta precisão.

$$GM = 0,0016 \times N + 0,0093 \times CP + 0,0012 \times PC_2 \quad (5)$$

Onde: N = fotoperíodo; CP = comprimento e PC₂ = oxigênio dissolvido e oxigênio saturado.

O fotoperíodo apresentou um efeito positivo no ganho de massa, do mesmo modo, cada aumento de um centímetro no comprimento, tem-se em média 0,0093g de acréscimo no ganho de massa do alevino. O incremento de uma hora no fotoperíodo culmina com um aumento de 0,0016g para o peixe. Neste caso, a correlação entre o ganho de massa e comprimento do peixe foi altamente significativa ($r^2 = 0,982$). Relações entre a massa e o comprimento de alevinos de tilápia têm sido relatadas em diversos estudos, com excelentes coeficientes de determinação (r^2) (BORGES et al., 2005). Tal comportamento pode estar ligado ao fato de o comprimento refletir as alterações temporais no crescimento do peixe, de modo que, quanto maior a idade do animal maior seu comprimento e, conseqüentemente, sua capacidade de armazenamento de massa corpórea. Estudos para estimativas do crescimento animal são importantes para direcioná-los a melhoria de sua eficiência produção a partir da associação de fatores internos e externos que permitam entender sua produção em cada estágio do desenvolvimento.

9. CONCLUSÕES

O fotoperíodo influenciou no ganho de massa e, períodos de alta exposição luminosa, 18L:6E e 24L:0E, promoveram melhorias na taxa de sobrevivência e conversão alimentar aparente dos alevinos de tilápia;

O ganho de massa dos alevinos de tilápia foi afetado especialmente pelo oxigênio dissolvido e saturado, comprimento e fotoperíodo.

10. AGRADECIEMNTOS

Os autores agradecem à UFRPE pela disponibilização da infraestrutura para realização deste trabalho e concessão da bolsa de Iniciação Científica do primeiro autor.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil, **Revista Meteorologische Zeitschrift**, vol. 22, n. 6, p.711–728, 2014.

APHA (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington: APHA/AWWA/WEF.

AVALÁ, R.C.S. et al. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciência** (Online) 2017; 1-15.

AZAZA, M. S.; DHRAÏEF, M. N.; KRAÏEM, M. M. Effects of water temperature on growth and sex ratio of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus) reared in geothermal waters in southern Tunisia. **Journal of Thermal Biology**, v. 33, n. 2, p. 98-105, 2008.

BARAMANI, S.; BAHREKAZEMI, M.; HAZAEI, K. Effects of different photoperiod regimes on growth and feed conversion rate of young Iranian and French rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **World Applied Sciences Journal**, v.21, n.10, p. 1440-1444, 2013.

BISWAS A. K.; TAKEUCHI, T. Effects of photoperiod and feeding interval on food intake and growth rate of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* L. **Revista fisheries science**, v. 69, p. 1010-1016, 2003.

BISWAS A.K.; TAKEUCHI, T. Effects of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus*: part II. **Fisheries Science**, v.68, p.543-553, 2002.

BISWAS, A.K. et al. Physiological responses in Nile tilapia exposed to different photoperiod regimes. **Journal Fish Biological**, v.65, p.811–821, 2004.

BISWAS, A.K. et al. Photoperiod influences the growth, food intake, feed efficiency and digestibility of red sea bream (*Pagrus major*). **Aquaculture**, v. 250, p.666-673, 2005.

BORGES, A.M. et al. Produção de populações monosssexo macho de tilápia-do-nilo da linhagem Chitralada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.40, n.2, p.153-159, 2005.

DEMETRIO, J. A. et al. Influence of net cage farming on the diet of associated wild fish in a Neotropical reservoir. **Aquaculture**, v. 330, p. 172–178, 2012.

EKASARI, J. et al. Bioflocs technology positively affects nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) larvae performance. **Aquaculture**, v. 441, n. 20, p. 72-77, 2015.

EL-SAYED, A.F.; KAWANNA, M. Effects of photoperiod on growth and spawning efficiency of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) broodstock in a recycling system. **Aquaculture Research**, v.38, p.1242-1247, 2007.

EL-SAYED, A.F.; KAWANNA, M. Effects of photoperiod on the performance of farmed Nile tilapia *Oreochromis niloticus*: I. Growth, feed utilization efficiency and survival of fry and fingerlings. **Aquaculture**, v.231, p.393-402, 2004.

FAO. 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAUDE (FUNASA). **Manual prático de análise de água**. 4 edições, Brasília, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: ><https://www.ibge.gov.br>< acessado em: 11 de jan. 2019, 17:09:00.

MISHRA, A. Assessment of water quality using principal component analysis: A case study of the river Ganges. **Journal of Water Chemistry and Technology**, v. 32, n.4, p. 227-234, 2010.

MUSTAPHA, M. K. et al. Effects of there different photoperiod on the growth and body coloration of juvenile African catfish, *clarias gariepinus* (Burchell). **Archives of Polish Fisheries**, v. 20, p.55-59, 2012.

NAVARRO, R. D. et al. Effects of photoperiod on somatic growth and gonadal development in male nile tilápia. **Acta Scientiarum Technology**, v.37, n. 4, p.381-385, 2015.

- NEVES, H. C. N. et al. Características físico-química e sensorial de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*) proveniente da pesca extrativa e da criação intensiva em tanques-rede. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 8, n. 1, p.84-96, 2015.
- PEREIRA, P. C. et al. Morfogênese da Palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga** v.28, n.3, p.184-195, 2015.
- RAD, F. et al. Effects of different long-day photoperiods on somatic growth and gonadal development in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). **Aquaculture**, v.255, p.292- 300, 2006.
- RIBEIRO, C. S., MOREIRA. R. G. Fatores ambientais e reprodução dos peixes. **Revista da Biologia**, vol. 8, p. 58-61, 2012.
- SALARO, A. L. et al. Desenvolvimento de alevinos de trairão (*Hoplias lacerdae*) na ausência de luz. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 28, n.1, p.47-50, 2006.
- SANTOS, V.B.; MARECO, E. A.; SILVA, M. D. P. Growth curves of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains cultivated at different temperatures. **Acta Scientiarum**, v. 35, n.3, p.235-242, 2013.
- VERAS, G. C. et al. Fotoperíodo sobre parâmetros fisiológicos relacionados ao estresse em alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Arquivos brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**. v.65, n.5, p.1434-1440, 2013.
- VERAS, G.C. et al. Efeito do fotoperíodo sobre a composição do filé de juvenis de tilápia do Nilo. **Revista Ciências Animal Brasileira**, v.15, n.2, p. 168-173, abr./jun. 2014.
- WALCZYNSKA, A.; SOBCZYK, L. The underestimated role of temperature–oxygen relationship in large-scale studies on size-to-temperature response. **Ecology and Evolution**, v. 7, n.18, 2017.
- ZUTSHI, B.; SINGH, A. Interrelationship of photoperiod and feed utilization on growth and reproductive performance in the Red eyed orange molly (*Poecilia sphenops*). . <http://dx.doi.org/10.1101/209346>doi: 2017.

ANEXOS



Pesquisa Agropecuária Brasileira

ISSN 1678-3921

ISSN da versão impressa 0100-204X

Este trabalho será submetido à Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, cujas normas seguem:

Diretrizes para Autores

Escopo e política editorial

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

As submissões de artigos científicos, notas científicas e revisões (a convite do editor) **devem ser encaminhadas via eletrônica e em inglês**, a partir do dia primeiro de março de 2018.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise inicial dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos resultados observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, os trabalhos submetidos poderão, então, seguir para a avaliação dos pares, se em concordância com todos os itens considerados, ou serem rejeitados e devolvidos aos autores.

A PAB não aceita ressubmissão de artigos rejeitados na seleção inicial ou após a avaliação por revisores.

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins

institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

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

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

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

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word.

No passo 3 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar o link do sistema de currículos lattes (ex.: <http://lattes.cnpq.br/0577680271652459>). Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 3, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

- Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo:

"Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer:

Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos coautores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

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

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

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

Título

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

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

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

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

- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.

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

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "and".

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

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.

- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.

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

Abstract/Resumo

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

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

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

- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo Conclusões deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra Agradecimentos deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

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

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

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas sequencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.

- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Notas Científicas

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

Apresentação de Notas Científicas

- A ordenação da Nota Científica deve ser feita da seguinte forma: título, autoria (com as chamadas para endereço dos autores), Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, texto propriamente dito (incluindo introdução, material e métodos, resultados e discussão, e conclusão, sem divisão), Referências, tabelas e figuras.
- As normas de apresentação da Nota Científica são as mesmas do Artigo Científico, exceto nos seguintes casos:
 - Resumo com 100 palavras, no máximo.
 - Deve ter apenas oito páginas, incluindo-se tabelas e figuras.
 - Deve apresentar, no máximo, 15 referências e duas ilustrações (tabelas e figuras).

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos pelo telefone (61)3448-2461 ou via e-mail sct.pab@embrapa.br

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. O manuscrito deve ser inédito e não pode ter sido submetido, simultaneamente, a outro periódico, e seus dados (tabelas e figuras) não podem ter sido publicados parcial ou totalmente em outros meio de publicação técnicos ou científicos (boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas, etc.).
2. O texto deve ser submetido no formato do Microsoft Word, em espaço duplo, escrito na fonte Times New Roman 12, tamanho de papel A4, com páginas e linhas numeradas; e o arquivo não deve ultrapassar o tamanho de 20 MB.
3. O artigo deve ter, no máximo, 20 páginas e tem que estar organizado na seguinte ordem: Título; nome completo dos autores, seguido de endereço institucional e eletrônico; Resumo; Termos para indexação; Title, Abstract; Index terms; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões; Agradecimentos; Referências; tabelas e figuras.
4. Os padrões de texto e de referências bibliográficas devem ser apresentados de acordo com as orientações, para a apresentação de manuscritos, estabelecidas nas Diretrizes aos autores, as quais se encontram na página web da revista PAB.
5. Mensagens de concordância dos coautores com o conteúdo do manuscrito e sua submissão à revista devem ser compiladas pelo autor correspondente em um arquivo do Microsoft Word e carregadas no sistema como um documento suplementar, no quarto passo do processo de submissão.
6. Os trabalhos são analisados pela Comissão Editorial, antes de serem submetidos à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se os seguintes aspectos, entre outros: escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia, com uma repetição de cada experimento, ao menos, para garantia de reprodutibilidade; discussão dos resultados observados em relação aos descritos na literatura; resultados com contribuição significativa; qualidade das tabelas e figuras; e, finalmente, originalidade e consistência das conclusões.

Após a aplicação desses critérios, os trabalhos submetidos poderão, então, seguir para a avaliação dos pares, se em concordância com todos os itens considerados, ou serem rejeitados e devolvidos aos autores.

A PAB não aceita ressubmissão de artigos rejeitados na seleção inicial ou após a avaliação por revisores.