



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EFEITO DO FOTOPERÍODO NA GLICEMIA, CORTISOL,
PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E NOS ÍNDICES
REPRODUTIVOS DE MACHOS DE TILÁPIA (*Oreochomis
niloticus*) LINHAGEM GIFT.**

YVONALDO WLADEMIR SALDANHA BIZARRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO : 088/2013

BRASÍLIA/DF

MAIO DE 2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**EFEITO DO FOTOPERÍODO NA GLICEMIA, CORTISOL,
PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E NOS ÍNDICES
REPRODUTIVOS DE MACHOS DE TILÁPIA (*Oreochomis
niloticus*) LINHAGEM GIFT.**

YVONALDO WLADEMIR SALDANHA BIZARRO

ORIENTADOR: PROF. DR. RODRIGO DIANA NAVARRO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. OSWALDO PINTO RIBEIRO FILHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO : 088/2013

BRASÍLIA/DF
MAIO DE 2013

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

BIZARRO, Y.W.S. **Efeito do Fotoperíodo na Glicemia, Cortisol, Parâmetros Hematológicos e nos índices reprodutivos de machos de Tilápia (*Oreochomis niloticus*) linhagem GIFT.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 49p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal , autorizando reprodução desta dissertação de Mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente para fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e achase arquivado na Secretaria do Programa. O autor e seu orientador , reservam para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor ou do seu orientador. Citações são estimuladas desde que citada a fonte

FICHA CATALOGRÁFICA

BIZARRO, Y.W.S. **Efeito do Fotoperíodo na Glicemia, Cortisol, Parâmetros Hematológicos e nos índices reprodutivos de machos de Tilápia (*Oreochomis niloticus*) linhagem GIFT.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2013, 44p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais)- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília- 2013.

Orientação: Rodrigo Diana Navarro – Brasília ,2013.

**1.Fotoperíodo. 2. Tilápia. 3. Melatonina
4.Cortisol.**

**CDD
Agris / FAO**

EFEITO DO FOTOPERÍODO NA GLICEMIA, CORTISOL, PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E NOS ÍNDICES REPRODUTIVOS DE MACHOS DE TILÁPIA (*Oreochomis niloticus*) LINHAGEM GIFT.

YVONALDO WLADEMIR SALDANHA BIZARRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE
PÓSGRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ANIMAIS, COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS À
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS ANIMAIS.

APROVADA POR:

Prof. Dr. RODRIGO DIANA NAVARRO.
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília - UnB
(ORIENTADOR)

Prof. Dr. IVO PIVATO
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - Universidade de Brasília - UnB
(EXAMINADOR INTERNO)

Prof. Dr. JOSÉ TEIXEIRA SEIXAS FILHO
Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro - FIPERJ
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 20 de Maio de 2013.

*À “Fatinha” e a todos aqueles
que participaram de minha vida ,
alegrando , inspirando, orientando e
agora o fazem do outro lado da vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo, por mais uma oportunidade em minha vida.

Aos meus pais, Sérgio e Ivone, pela presença constante e o apoio fundamental para ser o que sou.

Ao meu irmão Danilo pelo sempre sereno exemplo e referencia positiva.

Á minha esposa Urânia pelo carinho, companheirismo, dedicação, paciência e fundamental apoio para concretização de mais esta etapa.

Ao meu querido filho Vinicius Miguel pelo apoio que me deu em cada sorriso e abraço nos momentos mais difíceis.

A CAPES pela bolsa concedida.

Ao Decanato de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade de Brasília, Edital Novos docentes pelo recurso para o desenvolvimento do projeto.

Á Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, minha estimada “casa”, pela oportunidade.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Navarro, pela orientação, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo apoio e pela dedicação.

Ao professor Dr. Oswaldo Ribeiro da UFV pela co orientação.

A profa. Dra. Giane Regina e equipe pelas análises hematológicas.

Aos professores Ivo Pivato e José Teixeira Seixas Filho por participarem da banca.

A Fernanda Keley pelo fundamental apoio para realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Francisco Bernal, coordenador da pós-graduação em Ciências Animais da FAV, pelo apoio e sempre saudável diálogo.

Aos meus amigos, em especial a Rozilane, Laís e Francimeire pelo apoio, auxílio e incentivo.

Aos inesquecíveis colegas e amigos Ângelo, Samantha , Thalita e Rafael França que foram fundamentais para execução deste projeto, pela sincera amizade, apoio e companheirismo.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|----------|--|----|
| Figura 1 | Exemplar de Tilápia GIFT , espécie submetida a diferentes regimes de fotoperíodo. | 11 |
| Figura 2 | Aspecto do isolamento de luz dos tratamentos | 21 |
| Figura 3 | Aspecto das baterias de aquários abastecidos por sistema fechado de recirculação de água | 22 |
| Figura 4 | Controle de fotoperíodo de luminosidade nas baterias de aquários experimentais. A)-Timer de controle de luz. B)- luxímetro digital modelo CT-1330B | 22 |
| Figura 5 | Ilustração do paquímetro(A) e balança digital de 0,001g de precisão(B) utilizados no experimento de fotoperíodo com machos de Tilápia GIFT. | 24 |
| Figura 6 | Coleta de sangue de machos de Tilápia linhagem GIFT utilizadas no experimento de fotoperíodo | 24 |
| Figura 7 | Kit cortisol * utilizado no experimento de fotoperíodo com machos de Tilápia GIFT | 25 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Peso final (g), comprimento total (cm), Índice hepatossomático (IHS), peso da gônada (PG), Índice gonadossomático (IGS), Comprimento da Gônada e Largura da Gônada de machos de Tilápia em função do fotoperíodo. | 29 |
| Tabela 2 | Concentração plasmática de glicose, cortisol e taxa de sobrevivência de machos de tilápia em função do fotoperíodo. | 30 |
| Tabela 3 | Porcentagem de Hematócrito, Proteína Total, Contagem total de eritrócitos, HgB, Wbc + plaq (contagem de leucócitos e plaquetas), WBC, plaquetas, monócitos, linfócitos, SEGM de machos de Tilápia em função do fotoperíodo. | 31 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-------------|---|
| EDTA..... | Ethylenediamine tetraacetic acid |
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| FSH | Follicle-stimulating hormone |
| IBAMA | Instituto brasileiro do Meio Ambiente e recursos Renováveis |
| IHS..... | Índice hepatossomático |
| IGS..... | Índice gonadossomático |
| GIFT..... | Genetic improvement farmed Tilapia |
| GnRH | Gonadotropin-Releasing Hormone |
| LH | Luteinizing Hormone |
| pH | potencial hidrogeniônico |

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE FIGURAS..... | vii |
| LISTA DE TABELAS..... | viii |
| LISTA DE ABREVIATURAS..... | ix |
| RESUMO | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| INTRODUÇÃO | 1 |
| OBJETIVO..... | 2 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 2 |
| REFERÊNCIAL TEÓRICO..... | 3 |
| 1.1 FOTOPERÍODO EM PEIXES..... | 3 |
| 1.2 MELATONINA..... | 4 |
| 1.3 CRESCIMENTO E FOTOPERÍODO..... | 5 |
| 1.4 CORTISOL E FOTOPERÍODO..... | 7 |
| 1.4.1 CORTISOL | 8 |
| 1.4.2 GLICEMIA..... | 8 |
| 2 HEMATOLOGIA..... | 9 |
| 3 MATURAÇÃO GONADAL..... | 10 |
| 4 ESPÉCIE ESTUDADA..... | 10 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 12 |
| RESUMO..... | 17 |
| ABSTRACT..... | 18 |
| INTRODUÇÃO..... | 19 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 21 |
| 1.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES..... | 21 |
| 1.2 BIOMETRIA E ÍNDICES REPRODUTIVOS..... | 23 |
| 1.3 ANÁLISES BIOQUÍMICAS..... | 24 |
| 1.3.1- GLICOSE..... | 24 |
| 1.3.2 CORTISOL..... | 25 |
| 2 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS..... | 25 |
| 3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS..... | 26 |
| RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 27 |
| CONCLUSÃO..... | 32 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 33 |

EFEITO DO FOTOPERÍODO NA GLICEMIA, CORTISOL, PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E NOS ÍNDICES REPRODUTIVOS DE MACHOS DE TILÁPIA LINHAGEM GIFT.

RESUMO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do fotoperíodo nos níveis hormonais, hematológicos e nos índices reprodutivos de tilápia da linhagem GIFT. Foram utilizados 150 alevinos de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, machos revertidos sexualmente com uso de hormônio 17 α -metil-testosterona, com idade aproximada de 2 meses com peso inicial de $5,28 \pm 1,8g$ e comprimento de $5,5 \pm 0,8$ cm. Dados de peso, comprimento total referente a cada peixe dos diferentes tratamentos foram obtidos por meio de balança de precisão (0.001g). Os peixes foram acondicionados e distribuídos em 15 aquários de 62 litros cada um. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos diferenciaram nas simulações dos fotoperíodos emerais T1=0L:24E T2=24L:0E, T3 =12L:12E (controle). Cada aquário foi considerado uma unidade experimental. Após os 60 dias de experimento, não foram observados diferenças significativas no peso final, comprimento total entre os tratamentos. No presente estudo, os machos de tilápia sob diferentes fotoperíodos não apresentaram diferenças significativas no peso de gônada e índice gonadossomático. Ao final do experimento, também não foi verificado diferença significativa no IHS das machos de tilápia sob os diferentes tratamentos. No presente experimento pode-se observar que o tratamento 0L:24E obteve um comprimento do testículo menor em relação ao demais tratamento. Além disso, as Tilápias submetidas a 24L:0E apresentaram diferença significativa para o nível de glicose e não apresentaram diferença para cortisol e taxa de sobrevivência em relação aos outros tratamentos. Não houve diferença estatística para os valores hematológicos. A exposição a diferentes regimes de luz demonstraram que para a tilápia GIFT, o fotoperíodo que promove melhor índice reprodutivo é o fotoperíodo (12L:12E).

Palavra chave: Fotoperíodo, Hematologia, gônada, tilápia GIFT

PHOTOPERIOD EFFECT IN BLOOD GLUCOSE, CORTISOL, HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND REPRODUCTIVE INDEX OF GIFT LINEAGE MALE TILAPIA .

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of photoperiod on the physiological and hematological parameters and on the reproductive index of the GIFT strain tilapia. A total of 150 fingerlings of GIFT strain Tilapia(*Oreochromis niloticus*), sexually reversed for males with hormone use 17-methyl-testosterone, aged approximately 2 months with an initial weight of 5.28 ± 1.8 g and length of 5.5 ± 0.8 cm. Data on weight and total length for each fish of different treatments was measured by means of a precision balance (0.001g). The fish were packed and distributed in 15 tanks of 62 liters each. The experimental design was completely randomized with three treatments and five replications. Treatments differentiated in simulations of emeralds photoperiods T1 = 0L: 24E = T2 24L: 0D, T3 = 12L: 12D (control). Each tank was considered an experimental unit. After 60 days of the experiment, no significant differences were observed in final weight and total length between treatments. In this study, the male tilapias showed no significant differences in gonad weight and gonadosomatic index under different photoperiods. At the end of the experiment, significant differences were not found in the tilapia male IHS under different treatments either. In the present experiment, it was observed that the treatment 0L: 24E obtained a decreased length of testicle as compared to the other treatments. Furthermore, the tilapias subjected to 24L: 0D showed significant difference on the level of glucose and no significant to the level cortisol and survival rate as compared to the other treatments. There were no statistical differences in hematological values. Exposure to different light regimen showed that the photoperiod which promotes better breeding index for the GIFT tilapia is the photoperiod (12L: 12D).

Key Words: photoperiod, hematology, gonad, tilapia GIFT

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda mundial por proteína de origem animal e de boa qualidade vem contribuindo para impulsionar a Aquicultura brasileira. Desde 1970, esta atividade vem crescendo à taxa média de 9,2% ao ano e superando a produção de outros animais, que cresce apenas 2,8%, tornando-se, assim, uma das atividades econômicas de maior crescimento (Bezerra et al., 2008). Inserida na Aquicultura, a piscicultura vem se concretizando cada vez mais com relevância. De acordo com a FAO (2003) a piscicultura é responsável por 77% da produção da aquicultura e contribui com 65% do total da receita gerada pela Aquicultura no Brasil (Mendonça, 2007). Devido a necessidade de incremento de produção de proteína animal, a técnica visa a expansão da produção de animais com maior qualidade.

A piscicultura comercial vem crescendo de maneira significativa a nível mundial, em parte, aliado ao rápido ciclo de produção da maior parte das espécies de peixes comerciais e da possibilidade de concentração de produção de proteína em áreas relativamente pequenas, principalmente em comparação com criações tradicionais de animais terrestres (FAO, 2003). Entretanto existem limitações, além da disponibilidade de recursos hídricos, como a influência do fotoperíodo nos aspectos produtivos e fisiológicos dos peixes, que causam impacto direto na produção, uma vez que quantitativamente a criação comercial é representada por peixes tropicais adaptados a altas incidências de luminosidade e sua criação em regiões subtropicais é afetada em épocas de baixa incidência luminosa (Navarro e Navarro, 2012),

O Brasil possui alto potencial para piscicultura, devido às suas condições ambientais favoráveis ,a elevada diversidade de espécies nativas com potencial para corte e para ornamentação e à vasta disponibilidade de recursos hídricos. A Aquicultura minimiza o impacto ambiental na medida em que diminui a pesca extrativista e propicia a padronização e regularização da oferta de pescado (FAO, 2003).

A influência do ambiente sobre os animais é notória no tocante ao seu desenvolvimento, à sobrevivência e à reprodução. O fotoperíodo corresponde a um dos diversos estímulos ambientais e está relacionado com a duração do tempo de luz ao

longo de um dia. A intensidade e aumento desse tempo de luz se modificam com as estações do ano e o clima da região (Bezerra et al., 2008). O fotoperíodo influi diretamente no comportamento dos peixes, principalmente nos seus hábitos alimentares e por consequência no aspecto reprodutivo (Lowel-Mcconnell, 1999). Portanto, este fator abiótico é uma importante variável a ser estudado na equalização de toda a criação de acordo com as épocas do ano.

Objetivos

Avaliar o efeito de diferentes fotoperíodos no desempenho produtivo, desempenho reprodutivo e bem estar de machos de tilápia linhagem GIFT.

Objetivos específicos

Avaliar o efeito de diferentes fotoperíodos no crescimento de machos de tilápia linhagem GIFT.

Avaliar o efeito de diferentes fotoperíodos nos níveis de glicose e cortisol de tilápia linhagem GIFT.

Avaliar o efeito de diferentes fotoperíodos nos parâmetros hematológico machos de tilápia linhagem GIFT.

Avaliar o efeito de diferentes fotoperíodos nos índices reprodutivos machos de tilápia linhagem GIFT.

REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. Fotoperíodo em peixes

Os movimentos de rotação e translação da Terra fazem com que os organismos que nela habitam sejam submetidos a mudanças cíclicas dos fatores ambientais. Todas as formas de vida respondem aos ciclos do sol, da lua e das estações, sendo denominados de relógio biológico ou ritmo circadiano. A maioria dos eventos bioquímicos, fisiológicos e comportamentais dos seres vivos são rítmicos. Os fatores externos ao sincronismo biológico de natureza rítmica que influenciam nos ritmos orgânicos chamam-se sincronizadores ou “zeitgebers”. Os ciclos de fotoperíodo e a temperatura são os principais sincronizadores dos ritmos diários e anuais (Navarro e Navarro, 2012). O efeito de variáveis ambientais sobre o crescimento, sobrevivência e as respostas fisiológicas dos peixes têm sido extremamente estudadas. Alguns estudos científicos e investimentos estão sendo aplicados na área de piscicultura, com a finalidade de minimizar o estresse dos peixes decorrente de diversos fatores como manejo, estado nutricional, qualidade da água, temperatura, fotoperíodo, salinidade (Navarro e Navarro, 2012).

Processos envolvendo os ritmos biológicos que funcionam pela ação genética e adaptativas que controlam o ritmo circadiano e hormonal, possuem a melatonina como elemento principal nestes processos (Biswas e Takeuchi, 2002; Zhdanova & Reeb, 2006), uma vez que é responsável pela percepção dos eventos de luz ao longo do dia e/ou ano. O efeito do fotoperíodo varia de acordo com a espécie e do bioma originário, existindo diferenças significativas na percepção do fotoperíodo entre peixes tropicais e subtropicais por exemplo e/ou peixes de hábitos diurnos e noturnos. Além disso, o fotoperíodo é responsável pela regulação da atividade motora, seja em peixes de hábitos diurnos (Vera et al., 2006) ou noturnos (Bayarri et al., 2004).

A iluminação corresponde a um dos diversos estímulos ambientais que, em condições de criação, pode ser facilmente manipulada nos sistemas de recirculação de água a fim de alterar aspectos fisiológicos, crescimento, sistema neuro-hormonal, reprodução e comportamento. A diversidade de respostas à luz entre os peixes pode ser reflexo de adaptações específicas ao seu ambiente, onde a luz pode variar em termos de quantidade (intensidade), qualidade (espectro) e duração (fotoperíodo) (Navarro e Navarro, 2012).

A permanência de peixes em ambientes onde fatores como manejo, estado nutricional, qualidade da água, temperatura, fotoperíodo, salinidade não estejam adequados, podem conduzi-los a uma situação de estresse que pode resultar em baixas taxas de sobrevivência e de crescimento, e redução da capacidade reprodutiva, além de contribuir para a redução da eficiência do sistema imunológico (Adamante, 2005).

Os mecanismos que desencadeiam os processos de regressão gonadal ainda são pouco conhecidos embora, em algumas espécies, estejam relacionados com temperatura ou fotoperíodos (Mendonça, 2007). O manejo das condições ambientais pode ser uma excelente ferramenta de manipulação para indução da maturação gonadal. O fotoperíodo é considerado um dos principais moduladores da maturação gonadal em peixes (Carolsfeld, 1989; Mendonça, 2007).

A resposta ao estresse levam a uma série de alterações fisiológicas. Os efeitos são divididos em primários, secundários e terciários. Entre os efeitos primários encontram-se os aumentos de catecolaminas, adrenalina e noradrenalina, e corticosteróides no plasma. Nos efeitos secundários, existem os efeitos metabólicos como as alterações na glicemia, no ácido láctico, e no glicogênio hepático e muscular, e os hematológicos, como alterações nos hematócritos e no número de linfócitos, além dos efeitos hidrominerais, como alterações na concentração plasmática de cloro, sódio, potássio, proteínas, e na osmolaridade do plasma. Os efeitos terciários são as quedas no desempenho produtivo e reprodutivo e na resistência às doenças. (Adamante, 2005).

1.2. Melatonina

Para acompanhar as variações de luminosidade os peixes possuem um sistema endógeno de percepção, constituído de fotorreceptores sensíveis à luz e de sistemas humorais e neurais que informam a todo o organismo o estado de iluminação ambiental (Falcón et al., 2010).

A informação neural da retina e glândula pineal é transmitida ao diencéfalo ventral através do trato retino hipotalâmico e pineal, respectivamente. Esta mensagem gera uma indicação da duração do dia assim como variações na iluminação do ambiente (Falcón et al., 2010). A informação humoral é marcada pela liberação de melatonina cujo ritmo de liberação e a intensidade de produção sinalizam ao organismo o comprimento do dia e estação do ano (Navarro e Navarro, 2012).

Nos animais superiores a glândula pineal é o principal centro de processamento de estímulos relativos ao fotoperíodo (Vollrath, 1981). A produção do seu principal hormônio, a Melatonina, ocorre nos pinealócitos e é sintetizada a partir do Triptofano deflagrado na ausência de luz por ativação simpática do sistema nervoso autônomo com liberação de Noradrenalina pelos terminais que inervam a pineal. A noradrenalina, interage com os receptores pós-sinápticos do tipo β e α -adrenérgicos presentes nos Pinealócitos (reação cálcio dependente). Os receptores estimulados permitem a conjugação entre o Triptofano e a Serotonina reação catalisada pelas enzimas Hidroxi-Triptamina e arilalquilamina N-acetiltransferase resultando em N-Acetil-Serotonina (NAS) por acetilação. A N-Acetil-serotonina é O-metilada, pela enzima hidroxil-indol-O-metiltransferase resultando em melatonina (Ribelayga et al., 2000).

A melatonina é um hormônio que apresenta picos de liberação durante a noite e apresenta-se a níveis basais durante o dia. Este hormônio pode atuar diretamente sobre o hipotálamo, modulando a produção de fatores liberadores da glândula hipofisária, como também agir diretamente sobre a hipófise regulando a produção hormonal e sobre os tecidos periféricos (gônadas, fígado entre outros). Dessa forma, a melatonina pode influenciar na reprodução, crescimento, atividade locomotora e metabolismo dos peixes (Falcón et al., 2010).

1.3. Crescimento e o fotoperíodo

Fatores extrínsecos são particularmente importantes no crescimento de vertebrados ectotérmicos, como os peixes teleosteos, que dependem da temperatura, do fotoperíodo e da disponibilidade de alimentos para os processos iniciais de desenvolvimento (Taylor et al., 2005). A manipulação do fotoperíodo com o intuito de aprimorar o crescimento dos peixes tem se tornado uma área de interesse dentro da produção comercial de várias espécies (Taylor e Migaud, 2009). O regime de fotoperíodo ótimo para o crescimento dos peixes pode variar em relação à espécie, idade ou fase de desenvolvimento, estação e temperatura ambiente (Bani et al., 2009, Navarro e Navarro, 2012).

Em geral, as larvas para aumentar seu desenvolvimento, precisam de um limiar mínimo de intensidade de luz para se desenvolverem e crescerem normalmente. Peixes adultos (marinhos e espécies de salmonídeos) também reagem às manipulações do

fotoperíodo e, geralmente, dias longos estimulam o crescimento de espécies de peixes diurnas (Falcón et al., 2010, Navarro e Navarro, 2012).

A luz pode induzir efeitos sobre o crescimento de várias espécies de peixes. Em salmonídeos, o fotoperíodo atua diretamente sobre o crescimento, por meio de sua influência sobre ritmos endógenos (Endal et al., 2000) e de foto- estimulação direta do eixo somatotrópico (Falcón et al., 2010). Sabe-se que o hormônio do crescimento (GH) e o Fator do Crescimento do Tipo Insulina 1 (IGF-1), particularmente, são potentes estimuladores do crescimento muscular. Rápidos aumentos dos níveis circulantes de GH e IGF-1 têm sido relacionados com altas temperaturas e dias longos (Taylor e Migaud, 2009).

Estudos com juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) submetidos à fotoperíodo de 18L:6E sugerem uma estimulação direta sobre o crescimento devido ao aumento da concentração plasmática de IGF-1 em relação aos peixes submetidos ao fotoperíodo natural e ao regime de 6L:18E (Taylor et al., 2005). Taylor e Migaud (2009) relataram que truta arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*) exposta a luz contínua aumentou a taxa de crescimento. No entanto, Cruz e Brown (2009), apesar de verificarem tendência de aumento da taxa de crescimento específico tanto em massa quanto em comprimento de Tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a 16L:8E em relação a 8L:16E, não constataram relação entre o nível de transcrição de IGF-1 hepático e a duração da fase de luz

Biswas et al. (2008a, 2010) demonstraram que o desempenho de crescimento de *Pagrus major* submetidos a 24L:0E foi estimulado com aumento significativo da ingestão alimentar em relação aos demais fotoperíodos. Resultados semelhantes foram obtidos em estudo com Dourada (*Sparus aurata*) em que foram verificados aumento da ingestão alimentar em peixes submetidos à luz contínua e aumento do ganho de peso em fotoperíodos longos (16L:8E e 24L:0E) em relação ao grupo controle (Ginés et al., 2004). Imsland et al. (2006, 2009) observaram que *Hippoglossus hippoglossus* (Linguado) cresceram melhor nos fotoperíodos longos (20L:4E e 24L:0E) em relação ao fotoperíodo natural e quando expostos à luz contínua durante diferentes períodos do ciclo produtivo. Resultados semelhantes foram verificados em pesquisas com três juvenis de bacalhau do atlântico (*Gadus morhua*) sob luz contínua (Taranger et al., 2006). Estes resultados assemelham-se ao estudo de Rad et al. (2006), que, ao trabalharem com a mesma espécie, encontraram melhor crescimento sob regime de 24L:0E, durante o estágio de alevinos. Mendonça et al. (2009) demonstraram que

maiores fotoperíodos (24L:0E e 18L:6E) influenciaram de forma positiva o desempenho produtivo de alevinos de tambaqui.

Tilápias submetidas a diferentes fotoperíodos (24E:0L, 8L:16E, 12L:12E, 16L:8E, 24L:0E, 12,5L:11,5E) apresentaram maior crescimento dos alevinos quando comparadas a aquelas em ausência de luz (Bezerra et al., 2008).

O desempenho do crescimento de Perca listrada (*Oplegnathus fasciatus*) foi estimulado quando submetidos a diferentes fotoperíodos (6L:6E, 12L:12E, 16L:8E e 24L:0E), porém a exposição a 12L:12E resultou em menor estímulo em relação aos demais tratamentos. Um melhor crescimento sob manipulação do fotoperíodo pode ser atribuído à melhora no apetite, à maior ingestão e conversão alimentar (Biswas et al., 2008).

Nos estudos de Almazán-Rueda et al. (2005) foram observados aumento do comprimento e menor atividade de agressividade e estresse em bagre africano (*Clarias gariepinus*) sob 6L:18E e 0L:24E em relação a 18L:6E e 12L:12E. A enguia europeia (*Anguilla anguilla*) apresentou maior crescimento e melhor conversão alimentar na ausência de luz em relação a 12L:12E (Rodrigues et al., 2009).

Bani et al. (2009) estudaram o efeito de diferentes fotoperíodos (24L:0E, 0L:24E, 18L:6E e 12L:12E) sobre o crescimento de juvenis de esturjão (*Huso huso*) e não observaram diferença significativa no crescimento entre os diversos tratamentos. O comprimento e o peso de pós-larvas de Piracanjuba (*Brycon orbignyanus*) também não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (14L:10E, 10L:14E, 24L:0E e 0L:24E), porém foi observada maior heterogeneidade entre as pós-larvas cultivadas com maior período de escuridão (Reynalte-Tataje et al., 2002).

1.4. Cortisol e Fotoperíodo

Em peixes teleósteos, a elevação plasmática de cortisol é reconhecida como a principal resposta hormonal ao estresse, sendo amplamente utilizada como indicador dessa resposta. Entretanto, para espécies brasileiras, pouco se sabe sobre a ação do cortisol durante a ocorrência de estresse (Adamante, 2005).

Segundo Pickering (1993), o eixo hipotalâmico-pituitária-interrenal (HPI) é estimulado em resposta à maioria, senão todas, formas de estresse. O efeito catabólico do cortisol em estresse crônico é responsável pela supressão do crescimento. A elevação

crônica do cortisol também é responsável pelo aumento da suscetibilidade a doenças e do rompimento dos processos reprodutivos (Strange et al., 1977).

Em vários teleósteos, o aumento do nível de cortisol foi associado às mudanças nos indicadores reprodutivos como níveis circulantes de esteróides gonadais, gonadotropinas e vitelogenina, além da perda de peso corporal, índice gonadossomático, tamanho de oócitos e concentração tecidual das gonadotropinas, na pituitária (Mendonça, 2007). Em truta arco-íris, Pickering (1998) observou que o cortisol atua na pituitária, inibindo a secreção de gonadotropina e na gônada diminuindo a produção de esteróides. Em fêmeas, o cortisol atua no fígado, reduzindo o número de receptores hepáticos para o estradiol.

1.4.1. Cortisol

O cortisol é um hormônio corticosteroidal sintetizado no córtex da supra-renal a nível mitocondrial e é metabolizado via hepática. Apresenta uma meia vida média de 60 minutos e sua síntese ocorre a partir da Pregnenolona que é biotransformada em 17- α -hidroxipregnenolona pela ação redutora da enzima 17- α -hidroxilase, esta é reduzida a 17- α -hidroxiprogesterona pela ação da 3- β -hidroxiesteroide desidrogenase e novamente reduzida a 11-desoxicortisol pela ação da 21- β -hidroxilase e finalmente transformada em Cortisol pela ação da 11- β -hidroxilase. O cortisol tem ação direta na mobilização energética pela quebra de proteínas, gorduras e/ou liberação de glicose hepática resultando significativo efeito na reprodução e desenvolvimento animal como constatado por (Duston et al., 2003) em experimento com administração de cortisol em dietas de bagre-de-canal (*Ictalurus punctatus*) e de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) resultando alterações fisiológicas e, e redução do crescimento. O cortisol, principalmente em concentrações plasmáticas crônicas, tem efeito depressor da resposta inflamatória inibindo a produção de Ácido Aracdônico em consequência inibição da cicloxigenase e produção de prostaglandinas, redução da permeabilidade de membrana e adesividade plaquetária. Na resposta imune inibe a ação das interleucinas e consequente produção de anticorpos.

1.4.2. Glicemia

A hiperglicemia resultante do estresse, relatada em vários teleósteos (Barton e Iwama, 1991), é mediada principalmente por ação das catecolaminas e da liberação de glicose hepática e/ou mobilização de ácidos graxos livres, também por ação das catecolaminas (Pickering, 1998). A resposta ao estresse corresponde a uma série de alterações fisiológicas. Nos efeitos secundários, existem os efeitos metabólicos como as alterações na glicemia, no ácido láctico, e no glicogênio hepático e muscular, e os hematológicos, como alterações nos hematócritos e no número de linfócitos, além dos efeitos hidrominerais, como alterações na concentração plasmática de cloro, sódio, potássio, proteínas, e na osmolaridade do plasma (Adamante, 2005).

Em peixes teleósteos, a elevação plasmática de cortisol e glicose é reconhecida como a principal respostas ao estresse, sendo amplamente utilizada como indicador dessa resposta (Adamante, 2005, Navarro, 2010).

2. Hematologia

Os parâmetros hematológicos podem ser utilizados como ferramentas para diagnóstico de enfermidades, indicadores do estado fisiológico, nutricional e estresse de manipulação do peixe (Tavares-Dias & Moraes, 2003). As células sanguíneas dividem-se em células vermelhas, chamadas de eritrócitos, e células brancas, os leucócitos (Zaminham et al., 2012).

O estudo das células sanguíneas é uma ferramenta fundamental para diagnósticos de doenças infecciosas, leucemias e estresse (Garcia-Navarro, 2005). No Kinguio (*Carassius auratus*) o principal sítio de formação de eritrócitos é o rim cefálico, quando comparado com a reduzida atividade eritropoietica do baço (Houston et al., 1996, Zaminham et al., 2012). Segundo Baldisserotto (2002) o fotoperíodo é um componente essencial para o desenvolvimento da piscicultura, pois pode promover alterações fisiológicas aos peixes.

Os fatores ambientais como fotoperíodo, exercem grande influência sobre os mecanismos imunológicos dos peixes (Tavares e Moraes, 2004). Estudos realizados com o bagre tropical (*Clarias lazera*) demonstraram um aumento de leucócitos totais nos períodos de maior incidência de luz (Tavares e Moraes, 2004). Resultados contrários foram observados em truta arco-íris, onde mantidas com oito a dezesseis horas de luz

apresentaram aumento da concentração de hemoglobina e hematócrito (Tun e Houston, 1986).

3. Maturação gonadal

Os mecanismos que desencadeiam os processos de regressão gonadal ainda são pouco conhecidos embora, em algumas espécies, estejam relacionados com temperatura ou fotoperíodo. O fotoperíodo é considerado um dos principais moduladores da maturação gonadal em peixes (Mendonça, 2007).

Além da função endócrina, a melatonina também exerce uma função parácrina sobre o sistema reprodutor por indução de formação local de gonadotropinas (Borjigin et al., 1995).

A maturação dos gametas é regulada pelas gonadotropinas que estimulam as gônadas a sintetizar hormônios esteróides. Ao longo do processo de desenvolvimento gonadal, diferentes esteróides sexuais apresentam importância em cada fase, porém as gonadotropinas influenciam a produção de todos eles. A influência da gonadotropina sobre a gônada varia ao longo do processo de maturação, de modo que a gônada pode ser mais ou menos receptiva a gonadotropina, cujo efeito também varia ao longo do desenvolvimento gonadal, atuando na produção de esteróides distintos.

De acordo com Baldisserotto (2002) um aumento ou diminuição repentina do fotoperíodo, pode provocar estresse causando a involução das gônadas e prejudicando o processo de reprodução de tambaqui (Mendonça, 2007).

4. Espécie estudada: Tilápia GIFT

A denominação tilápia refere-se a espécies da família Cichlidae, representada por mais de 70 subespécies difundidas em todo o mundo. Possui três gêneros: *Tilapia*, *Sarotherodon* e *Oreochromis* (Bezerra et al., 2008). De acordo com Beveridge e McAndrew (2000) que caracterizaram estes gêneros pelo tipo de incubação dos ovos e comportamento parental, onde no gênero Tilápia a incubação bucal dos ovos inexistente e os progenitores não cuidam da prole após a desova; no *Sarotherodon* a incubação dos ovos é bucal realizada por ambos os progenitores e há formação de ninhos e no *Oreochromis* a incubação bucal dos ovos é realizada somente pelas fêmeas e há formação de ninhos.

O gênero *Oreochromis* é o mais explorado na aquicultura, distribuindo-se desde a região Leste da África (Bacia do rio Nilo, Congo) e Oeste da África (Bacias dos rios Níger e Senegal), sendo disseminada para Ásia, América Central e América do Sul (Carmo, 2003). O gênero *Oreochromis* proliferou-se nas regiões tropicais e subtropicais, devido as suas características de adaptabilidade a diferentes condições ambientais, alto desempenho zootécnico como rusticidade de manejo, crescimento rápido, prolificidade com reprodução precoce, baixas exigências quanto a qualidade de água, suportando baixos níveis de oxigênio, grandes variações de temperatura, altos níveis de amônia e nitrito (Tavares-Dias et al. 2010). Somado a isto, suas ótimas características organolépticas e sua alta aceitação no mercado tornaram a espécie amplamente explorada economicamente no mundo.

A Tilápia do Nilo, com uma produção estimada de mais de 4 milhões de toneladas (FAO, 2013), oscilando entre a segunda e terceira espécie de peixe de maior importância na aquicultura mundial, é originalmente procedente da Costa do Marfim, e foi introduzida inicialmente no Brasil no nordeste no início da década de 70 do séc. XX pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e difundida para as demais regiões do país, representando a segunda espécie mais criada no Brasil (IBAMA, 2013).

A Tilapia GIFT, um melhoramento da Tilapia-do-Nilo, foi desenvolvida pela World Fish Center company e recebeu o nome Gift como abreviação de Genetic Improvement of Farmed Tilápia, seu desenvolvimento iniciou-se em 1998 contando com a participação de pesquisadores de 12 países que objetivaram alcançar altos índices zootécnicos desta variedade considerada superior em índices zootécnicos de crescimento, reprodução, ganho de peso, rendimento de filé e maior rusticidade, em comparação às espécies e variedades de Tilápia conhecidas.



Figura 1. Exemplar de Tilápia GIFT , espécie submetida a diferentes regimes de fotoperíodo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMANTE. W. B. Estresse de alevinos de Dourado e Mandi sob diferentes densidades e tempos de transporte. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 39 p. 2005.
- ALMAZÁN-RUEDA P, Van Helmond ATM, Verreth JAJE, Schrama JW. Photoperiod affects growth, behaviour and stress variables in *Clarias gariepinus*. *J Fish Biol*, v.67, p.1029-1039, 2005.
- AMANO M, Yamanome T, Yamada H, Okuzawa K, Yamamori K. Effects of photoperiod on gonadotropinreleasing hormone levels in the brain and pituitary of underyearling male barfin flounder. *Fish Sci*, v.70, p.812-818, 2004.
- BALDISSEROTTO B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: UFSM, 212p. 2002.
- BANI, A, Tabarsa M, Falahatkar, BE Banan, A. Effects of different photoperiods on growth, stress and haematological parameters in juvenile great sturgeon *Huso huso*. *Aquacult Res*, v.40, p.1899-1907, 2009.
- BAVARRI MJ, Rodriguez L, Zanuy S, Madrid JA, Sánchez-Vázquez FJ, Kagawa H, Okuzawa K, Carrillo M. Effect of photoperiod manipulation on the daily rhythms of melatonin and reproductive hormones in caged European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Gen Comp Endocrinol*, v.136, p.72-81, 2004.
- BARTON, B.A, Iwama, G.K. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the responses and effects of corticosteroids. *Ann Rev Fish Dis*, v.1, p.3-26, 1991.
- BESSA, E.; Dias, J.F.; Souza, A. M. Rare data on a rocky shore fish reproductive biology: sex ratio, length of first maturation and spawning period of *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) with notes on *Stegastes variabilis* spawning period

- (Perciformes: Pomacentridae) in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v.55, p. 199-206, 2007.
- BEVERINGE, M. C.; McAndrew, B. J. *Tilapias: Biology and Exploitation*. Bostn/London: Kluwer Academic Publishers, 492p. 2000.
- BEZERRA KS, Santos AJG, Leite MR, Silva AME, Lima MR. Crescimento e sobrevivência da tilápia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. *Pesq Agropec Bras*, v.43, p.737-743, 2008.
- BISWAS AK, Takeuchi T. Effect of different photoperiod cycles on metabolic rate and energy loss of both fed and unfed adult tilapia *Oreochromis niloticus*: Part II. *Fish Sci*, v.68, p.543-553, 2002.
- BISWAS A, Seoka M, Ueno K, Takii KE, Kumai H. Stimulation of growth performance without causing stress response in young red sea bream, *Pagrus major* (Temminck & Schlegel), by photoperiod manipulation. *Aquaculture Research*, v.39, p.457-463, 2008.
- BISWAS A, Seoka M, Inagaki HE, Takii K. Reproduction, growth and stress response in adult red sea bream, *Pagrus major* (Temminck & Schlegel) exposed to different photoperiods at spawning season. *Aquacult Res*, v.41, p.519-527, 2010.
- BOEUF, G.; Le Bail, P.Y. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, v.177, p.129-152, 1999.
- BORJIGIN J, Wang MM, Snyder SH Diurnal variation in mRNA encoding serotonin N-acetyltransferase in pineal gland. *Nature* 378:783–785. 1995.
- BROMAGE, N, Porter M, Randall C. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, v.197, n. 1-4, p. 63-98, 2001.
- CAROSFELD, J. Ramos, S.M. Ormanezi, R. Gomes, J.H., Barbosa, J.M. Harvey, B. Analysis of protocols for application of an LHRH analog for induced final maturation of female pacu (*Piaractus mesopotamicus*) Holmberg, 1887. *Aquaculture*, v.74: 49 – 55. 1989.
- CARMO, J. L. Avaliação do crescimento de três linhagens de tilápia *Oreochromis* sp, em sistema semi-intensivo cultivados em viveiro. Recife Universidade Federal Rural de Pernambuco, 64p. Dissertação de Mestrado. 2003.
- CRUZ, E.M.V, Brown, C.L. Influence of the photoperiod on growth rate and insulin-like growth factor-I gene expression in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *J Fish Biol*, v.75, p.130-141, 2009.

- DUBOCOVICH, M.L.; Masana, M.I.; Benloucif, S. Molecular pharmacology and function of melatonin receptor subtypes. *Adv Exp Med Biol.*;v.460, p.181-190. 1999.
- DUSTON, J.; Astatkie, T.; Macisaac, P.F. Long-to-short photoperiod in winter halves the incidence of sexual maturity among Arctic charr. *Aquaculture*, v.221, p.567-580, 2003.
- ENDAL HP, Taranger GL, Stefansson SO, Hansen T. Effects of continuous additional light on growth and sexual maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar*, reared in sea cages. *Aquaculture*, v.191, p.337-349, 2000.
- FALCÓN, J.; Besseau, L.; Sauzet, S.; Boeuf, G. Melatonin effects on the hypothalamo-pituitary axis in fish. *Trends in Endocrinology and Metabolism*. v.18, n.2, p.81-88, 2007.
- FÁLCÓN, J, Migaud, H, Muños-Cueto, JAE, Carrillo, M. Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. *Gen Comp Endocrinol*, v.165, p.469-482, 2010.
- Garcia-Navarro, C.E.K. *Manual de Hematologia Veterinária*. São Paulo: Editora Varela, 169p, 2005.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 22 de Jan. de 2013.
- HOUSTON, A.H.; Roberts, W.C., Kennington, J.A. Hematological response in fish: pronephric and splenic involvements in the goldfish, *Carassius auratus* L. *Fish physiology and Biochemistry*, v.15, n.6, p.481-489, 1996.2011.
- GINÉS R, Afonso JM, Argêllo A, Zamorano MJEL, López JL. The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*, v.35, p.1207-1212. 2004.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 22 de Jan. de 2013.
- IMSLAND AK, Foss A, Stefansson SO, Mayer I, Norberg B, Roth BE, Jenssen MD. Growth, feed conversion efficiency and growth heterogeneity in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) reared at three different photoperiods. *Aquacult Res*, v.37, p.1099-1106, 2006.
- PICKERING, A .D. Growth and stress in fish production. *Aquaculture*, v.111, p.51-63. 1993.
- PICKERING, A. D. Stress responses of farmed fish. In: Black, K. D. & Pickering, A. D. (eds). *Biology of Farmed Fish*. Sheffield Academic Press, Sheffield. P.222–255, 1998.

- MARTINEZ-CHAVEZ CC, Al-Khamees S, Campos-Mendoza A, Penman DJ, Migaud H. Clock controlled endogenous melatonin rhythms in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus niloticus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*). *Chronobiol Int*, v.25, p.31-49, 2008
- MENDONÇA PP. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de tambaqui *Colossoma macropomum*. 2007. 69f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.
- MENDONÇA, PP, Ferreira, RA, Vidal Junior, MV. Andrade, DR, Santos, MVB, Ferreira, AV. E Rezende, FP. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento de juvenis de Tambaqui (*Colossoma Macropomum*). *Arch Zootec*, v.58, p.323-331, 2009.
- NAVARRO, F.K.S. P Efeito do fotoperíodo na atividade locomotora e parâmetros fisiológicos em fêmeas de lambari (*Astyanax Bimaculatus*). Dissertação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Lavras. 79 pag 2010.
- NAVARRO, F.K.S.P; Navarro,R.D. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. *Revista Brasileira Reprodução Animal*, v.36, n.2, p.94-99. 2012.
- RAD, F, Bozaoğlu, S., Gözükar, S.E, Karahan, A.E Kurt G. 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.
- REYNALTE-TATAGE D, Luz RK, Meurer S, Zaniboni-Filho EE, Nuñez AP. O. Influência do fotoperíodo no crescimento e sobrevivência de pós-larvas de piracanjuba *Brycon orbignyanus* (Valenciennes, 1849) (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scient*, v.24, p.439-443, 2002
- RIBELAYGA, C.; Pévet, P. & Simonneaux, V. HIOMT drives the photoperiodic changes in the amplitude of the melatonin peak of the Siberian hamster. *Am. J. Physiol.*, v.278, p. 1339-3134. 2000.
- RODRIGUEZ A, Castello-Orvay FE Gisbert E. Somatic growth, survival, feed utilization and starvation in European elver *Anguilla anguilla* (Linnaeus) under two different photoperiods. *Aquacult Res*, v.40, p.551-557,2009.
- STEFULJ, J.; Hortner, M.; Ghosh, M.; Schauenstein, K.; Rinner, I.; Wolfler, A.; Semmler J. & Liebmann, P.M. Gene expression of the key enzymes of melatonin

- synthesis in extrapineal tissues of the rat. *Journal Pineal Research*, v.30, p.243-7,2001.
- STRANGE, R.; Schreck, C.B.; Golden, J.T. Corticoid stress responses to handling and temperature in salmonids. *Transactions of the American Fisheries Society*, v.106, p.213-218. 1977.
- TARANGER, G.L, Aardal, L, Hansen, T.E Kjesbu, O.S. Continuous light delays sexual maturation and increases growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.)in sea cages. *J Mar Sci*, v.63, p.365-375, 2006.
- TAYLOR JF,Migaud H,Porter MJRE Bromage NR. Photoperiod influences growth rate and plasma insulin-like growth factor-I levels in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Gen Comp Endocrinol*, v.142, p.169-185, 2005.
- TAYLOR J, Migaud H. Timing and duration of constant light affects rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth during autumn–spring grow-out in freshwater. *Aquacult Res*, v.40, p.1551-1558, 2009.
- TAVARES-DIAS, M. Moraes, F.R. Característica hematológica da *Tilapia rendalli* Boulenger, 1986 (Osteichthyes, Cichlidae) capturada em “pesque-pague” de Franca, São Paulo. *Bioscience Journal*, v.19, n.1, p.107-114, 2003 6443/4177, 2010.
- TAVARES-DIAS, M.; Moraes, F.R. Hematologia de Peixes Teleósteos. Ribeirão Preto-SP: Editora Eletrônica e Arte Final, 144p. 2004.
- TUN, N., and Houston, A. H. 1986. Temperature, oxygen, photoperiod, and thehemoglobin system of the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Can. J. Zool.* 64, 1883-1888.
- VERA, L.M.; Madrid, J.A.; Sánchez-Vázquez, F.J. Locomotor, feeding and melatonin daily rhythms in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). *Physiology & Behavior*, v.88, p.167-172, 2006.
- VOLLRATH, L. *The Pineal Organ*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 66pp. 1981.
- ZAMINHAN, M., Luchesi, J. D., Costa, J. M., Fries, E. M., Boscolo, W. R. Feiden. Efeito da vitamina C sobre os parâmetroshematológicos de kinguio (*Carassius auratus*). *Revista Brasileira de Ciências Agrária* v.7, n.2, p.352-357, 2012.
- ZHDANOVA, I.V.; Reeb, S.G. Circadian Rhythms In Fish. In: Sloman, K.A.; Wilson, R.W.; Balshine, S. *Behaviour and Physiology of Fish*. USA: Elsevier. 480p,2006.
- ZIV L, Levkovitz S, Toyama R, Falcón J, Gothilf Y. Functional development of the zebrafish pineal gland: light-induced expression of period 2 is required for onset of the circadian clock. *J Neuroendocrinol*, v.17, p.314-320, 2005.

CAPÍTULO ÚNICO: INFLUÊNCIA DO FOTOPERÍODO NOS NÍVEIS DE GLICOSE, CORTISOL, PARAMETROS HEMATOLÓGICOS E NOS ÍNDICES REPRODUTIVOS DE MACHOS DE TILÁPIA LINHAGEM GIFT.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do fotoperíodo nos parâmetros fisiológicos, hematológicos e nos índices reprodutivos de machos de tilápia da linhagem GIFT. Foram utilizados 150 alevinos sexados de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, com peso inicial de $5,28 \pm 1,8g$ e comprimento de $5,5 \pm 0.8$ cm. Foram acondicionados 10 peixes em 15 aquários com capacidade volumétrica de 62 litros cada um. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos diferenciaram nas simulações dos fotoperíodos emerais T1=0L:24E T2=24L:0E, T3 =12L:12E. Cada aquário foi considerado uma unidade experimental. Após os 60 dias de experimento, não foram observados diferenças significativas no peso final, comprimento total entre os tratamentos. No presente estudo, os machos de tilápia sob diferentes fotoperíodos não apresentaram diferenças significativas no peso de gônada e índice gonadossomático. Ao final do experimento, também não foi verificado diferença significativa no Índice hepatossomático (IHS) dos machos das Tilápias sob os diferentes tratamentos. No presente experimento observou que o tratamento 0L:24E obteve um comprimento do testículo menor em relação ao demais tratamentos. Além disso, os Tilápias submetidos a 24L:0E apresentaram diferença significativa para os nível de glicose, e não apresentou diferença significativa para níveis de cortisol e taxa de sobrevivência em relação aos outros tratamentos. Não houve diferenças estatísticas para os valores hematológicos. A exposição a diferentes regimes de luz demonstraram que para a tilápia GIFT, o fotoperíodo que promove melhor índice reprodutivo e condição de bem estar é o fotoperíodo (12L:12E).

Palavra chave: Fotoperíodo, Hematologia, gônada, tilápia GIFT

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of photoperiod on the physiological and hematological parameters and on the reproductive index of the GIFT strain tilapia. A total of 150 sexed fingerlings of the GIFT strain Tilapia (*Oreochromis niloticus*), males sexually reversed with hormone use 17-methyl-testosterone, aged approximately 2 months with an initial weight of 5.28 ± 1.8 g and length of 5.5 ± 0.8 cm. Data on weight and total length for each fish of different treatments was measured by means of a precision balance (0.001g). 10 fish were placed in 15 aquariums with a volume capacity of 62 liters each. The experimental design was completely randomized with three treatments and five replications. Treatments differentiated in simulations of photoperiods emeralds T1 = 0L: 24E = T2 24L: 0D, T3 = 12L: 12D (control). Each tank was considered an experimental unit. After 60 days of the experiment, no significant differences were observed in the final weight and the total length between treatments. In this study, the male tilapias showed no significant differences in gonad weight and gonadosomatic index under different photoperiods. At the end of the experiment, significant differences were not found in the tilapia male in hepatosomatic index (HI) under different treatments either. In the present experiment, it was observed that the treatment 0L: 24E obtained a decreased length of testicle as compared to other treatments. Furthermore, tilapia subjected to 24L: 0D significant difference for glucose level, and no significant difference for cortisol levels and survival rate compared to other treatments. There were no statistical differences in hematological values. The exposure to different light regimes showed that for GIFT tilapia, photoperiod that promotes better index and reproductive wellness condition is photoperiod (12L: 12D).

Keyword: photoperiod, hematology, gonad, tilapia GIFT.

INTRODUÇÃO

Os movimentos de rotação e translação da terra fazem com que os organismos que nela habitam sejam submetidos a mudanças cíclicas dos fatores ambientais. Todas as formas de vida respondem aos ciclos do sol, da lua e das estações, sendo denominados de relógio biológico ou ritmo circadiano. A maioria dos eventos bioquímicos, fisiológicos e comportamentais dos seres vivos são rítmicos. Os fatores externos ao relógio de natureza rítmica que influenciam nos ritmos biológicos chamam-se sincronizadores ou “zeitgebers”. Os ciclos de fotoperíodo e a temperatura são os principais sincronizadores dos ritmos diários e anuais (Navarro e Navarro, 2012).

Alguns estudos científicos e investimentos estão sendo aplicados na área de piscicultura, com a finalidade de minimizar o estresse dos peixes decorrente de diversos fatores como manejo, estado nutricional, qualidade da água, temperatura, fotoperíodo, salinidade (Navarro e Navarro, 2012).

O Brasil possui alto potencial para piscicultura devido às suas condições ambientais favoráveis à elevada diversidade de espécies nativas com potencial para corte e para ornamentação e à vasta disponibilidade de recursos hídricos. A aquicultura minimiza o impacto ambiental na medida em que diminui a pesca extrativista e propicia a padronização e regularização da oferta de pescado (Navarro et al., 2012).

A influência do ambiente sobre os animais é notória no tocante ao seu desenvolvimento, à sobrevivência e à reprodução. O fotoperíodo corresponde a um dos diversos estímulos ambientais e está relacionado com a duração do tempo de luz ao longo de um dia. A intensidade e aumento desse tempo de luz se modificam com as estações do ano e o clima da região (Bezerra et al, 2008). O fotoperíodo influencia diretamente no comportamento dos peixes, principalmente nos seus hábitos alimentares e por consequência no aspecto reprodutivo (Lowel-Mcconnell, 1999). Portanto, este fator abiótico é uma importante variável a ser estudado na equalização de toda a criação de acordo com as épocas do ano.

As Tilápias consistem em um grande número de espécies pertencentes à família Tilapiini, um grupo de peixes exclusivamente africano, da Família Cichlidae. No Brasil, as linhagens comerciais têm origens distintas: a Tilápia-de-Bouaké é originária da Costa do Marfim e introduzida em 1971, a linhagem Chitralada, ou tailandesa, desenvolvida no Japão e melhorada na Tailândia, sendo importada para o Brasil em 1996, e a linhagem GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia), desenvolvida nas Filipinas (Fülber et al., 2010). Comercialmente no Brasil a produção de Tilápias representa 45% da produção de peixes continentais configurando expressiva fonte de recursos e necessidade de tecnificação na sua produção.

Estudos que visem esclarecer as influências do fotoperíodo sobre o crescimento e padrões fisiológicos de espécies exótica do Brasil são escassos na literatura. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fotoperíodos sobre os níveis hormonais, hematológicos e índices reprodutivos de machos de tilápia linhagem GIFT.

MATERIAL E MÉTODOS

1.1- Animais e tratamento

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - UnB, no período de 01 de Março de 2012 a 01 de Maio de 2012, com duração de 60 dias.

Foram utilizados 150 alevinos de Tilápia (*Oreochromis niloticus*) da linhagem GIFT, machos revertidos sexualmente com uso de hormônio 17 α -metil-testosterona, com idade aproximada de 2 meses com peso inicial de $5,28 \pm 1,8g$ e comprimento de $5,5 \pm 0,8$ cm, numa densidade de 0.65 L/peixe. Dados de peso, comprimento total, referente a cada peixe, dos diferentes tratamentos foram mensurados por meio de medição com paquímetro e balança de precisão (0.001g). Os peixes foram acondicionados e distribuídos em 15 aquários de 65 litros cada um, em um sistema de recirculação em que a água do aquário foi coletada e filtrada através de um filtro mecânico e biológico instalado em caixa d'água de 500 L para uso posterior, a fim de manter a qualidade da água do sistema (Figura 1). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos diferenciaram nas simulações dos fotoperíodos T1=0L:24E, T2=24L:0E, T3 =12L:12E. Cada aquário foi considerado uma unidade experimental.



Figura 2. Aspecto do isolamento de luz dos tratamentos



Figura 3. Aspecto das baterias de aquários abastecidos por sistema fechado de recirculação de água.

O controle das horas de luz fornecidas durante o experimento foi feito por temporizadores (“timers”) automáticos que apagaram (Figura 2) e acenderam as luzes das bancadas durante os períodos estipulados com uso de luzes fluorescentes (20W) com intensidade luminosa de 1200 Lux aferidos com uso de luxímetro digital modelo CT-1330B.



A



B

Figura 4. Controle de fotoperíodo de luminosidade nas baterias de aquários experimentais.

A)-Timer de controle de luz. B)- luxímetro digital modelo CT-1330B

Os tratamentos foram isolados com material PVC preto para evitar a incidência de luz proveniente de outras fontes luminosas durante o período de escuro de cada

tratamento, a fim de garantir que o fornecimento de luz fosse feito durante os períodos estipulados para cada tratamento.

A temperatura foi verificada diariamente às 8:20h e às 17:20h. O oxigênio dissolvido, pH, amônia e nitrato foram verificados a cada 7 dias. Os níveis de oxigenação foram mantidos com auxílio de aeradores e mensurados através de um oxímetro digital. O pH foi medido através do peagâmetro, a temperatura com o uso de termômetro digital, a amônia e o nitrato foram medidos através de kit de qualidade de água da empresa alfakit.

O manejo alimentar foi realizado utilizando-se uma ração comercial contendo : 28% de PB e 3.100 kcal de ED/kg; Umidade (Max.)120,0g; Proteína Bruta (mín.)280,0g; Fibra Bruta (Máx.)40,0 g; Extrato Etéreo (mín.)60,0g; Lisina (mín.)10,0 g; Metionina (mín.) 4.500,0 mg; Cálcio (máx.)30,0g; Fósforo(mín.)5.0000,0g; Vitamina C(mín.)200 mg e premix 0,5%.

A alimentação foi dividida em três refeições diárias. A ração foi fornecida às 8:20, 13:20 horas e às 17 horas. Após 15 minutos de cada arraçoamento, as sobras foram retiradas dos aquários, para que todos os animais alimentassem da mesma quantidade de ração e não comprometessem a qualidade da água. Foram realizadas biometrias a cada 15 dias com objetivo de ajustar a ração fornecida.

1.2- Biometria e Índices reprodutivos

Aos 60 dias de experimento, exemplares de machos de Tilapia, mantidos em jejum de 24 horas, foram retirados e anestesiados com uma solução contendo 65 ppm de Eugenol para dessensibilização ao procedimento de coleta de gônadas. Em seguida, os animais foram pesados e medidos, para mensuração dos valores de comprimento padrão e comprimento total (Figura 4). Posteriormente, as gônadas foram coletadas e realizadas as medições do comprimento e largura das mesmas, a fim de calcular o índice gonadossomático (IGS) e o índice hepatossomático (IHS), que indicam o estado de desenvolvimento gonadal e condição nutricional do peixe respectivamente, utilizando-se as formulas:

$$\text{IGS} = \text{PG}/\text{PC} \times 100, \text{ onde}$$

PG = peso da gônada

PC = peso corporal

$$\text{IHS} = \text{PF}/\text{PC} \times 100, \text{ onde}$$

PF = peso do fígado

PC = peso corporal



Figura 5. Ilustração do paquímetro(A) e balança digital de 0,001g de precisão(B) utilizados no experimento de fotoperíodo com machos de Tilápia GIFT.

1.3- Análises bioquímicas

1.3.1- Glicose

As coletas de sangue foram feitas no início do experimento e ao término do mesmo. Para fazer a coleta de sangue, foram utilizados 10 peixes de cada tratamento, previamente anestesiados com uma solução contendo 65ppm de Eugenol. Foram coletadas amostras de sangue, através de punção intracardíaca, utilizando-se seringas de 3 mL. Um volume mínimo de 0,4 mL de sangue por peixe foi coletado (Figura 5).



Figura 6. Coleta de sangue de machos de Tilápia linhagem GIFT utilizadas no experimento de fotoperíodo

Uma alíquota de sangue coletado foi utilizada para quantificar a glicose sanguínea através de aparelho digital de glicose: ACCU - CHEC SOFTCLICK - ESTADOS UNIDOS. A maior parte do sangue coletado foi depositada em eppendorfs contendo heparina e acondicionada em gelo até que as amostras de todos os peixes

fossem coletadas. As amostras foram centrifugadas a 11000 rpm por 2 minutos. Em seguida, o plasma heparinizado (sobrenadante) foi retirado com auxílio de uma pipeta digital e armazenados em eppendorfs, etiquetados, para posteriores análises hormonais. Todo material plasmático foi congelado em freezer a -20°C até o momento da análise.

1.3.2- Cortisol

Para determinação do cortisol, o plasma foi analisado através da técnica ELISA (Kit CORTISOL 96T. ELISA – HUMAN© 2013 Abnova Corporation).



Figura 7 – Kit cortisol * utilizado no experimento de fotoperíodo com machos de Tilápia GIFT

*foto retirada do site do laboratório Abnova Corporation- <http://www.abnova.com/> dia 01.02.2013

2- Análises Hematológicas

Após 60 dias de experimento, foram coletadas três peixes por repetição. Os peixes foram previamente anestesiados com uma solução contendo 65ppm de Eugenol para realização da coleta de sangue por punção intracardíaca utilizando-se seringas de 1 mL, banhada com o anticoagulante EDTA a 3%.

Para a determinação do hematócrito foi utilizada a técnica de microhematócrito (Mourante et al., 2005). O sangue coletado foi colocado em tubos capilares e em seguida, levado à centrífuga por 02 min a 11.000 rpm.. A leitura foi realizada em escala padronizada e os valores expressos em %. Dentre as células da série vermelha, foi feita uma quantificação da hemoglobina, segundo Collier (1944); volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média, segundo Wintrobe (1934) e contagem total de eritrócitos na câmara de Neubauer.

Uma alíquota de sangue foi utilizada na preparação de extensões sanguíneas coradas pelo método de Rosenfeld (1947) para avaliação de morfologia celular. A contagem de células foi feita através de método automatizado realizada pelo analisador hematológico ABCVet® (HORIBA -JAPÃO), controlado por microprocessador usado para o teste de diagnóstico in-vitro de amostras de sangue composto, aparelho totalmente automatizado, com um sistema interno de diluição trabalhando com manuseio da amostra em tubo aberto com necessidade de prévia homogeneização da amostra com aspiração de 12 µl sangue pelo aparelho de cada tubo analisado. Dentre os leucócitos, foram diferenciados os linfócitos e monócitos.

3- Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAS versão 6.02, sendo as médias comparadas pelo teste Duncan com 1 e 5 % de significância.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade de água apresentaram os seguintes valores médios: $21,74 \pm 0,43^{\circ}\text{C}$ para temperatura inicial, $29,50 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ para temperatura ambiente, 5,5 para pH; $6,1 \pm 0,36 \text{ mg.L}^{-1}$, oxigênio dissolvido, para amônia valor de 0,35 e 0,10 para NO_2 de acordo com Navarro et al., (2012).

Após os 60 dias de experimento, não foram observados diferenças significativas ($p > 0,05$) no peso final, comprimento total entre os tratamentos (Tabela 1). Outros estudos corroboram com os resultados do presente estudo, onde a manipulação do fotoperíodo também não influenciou o comprimento total e peso corporal de Linguado (*Verasper moseri*) (Amano et al., 2004) e Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Campos-Mendoza et al., 2004). No entanto, o menor crescimento apresentado no tratamento de 24 Luz pode ser reflexo do maior nível de cortisol apresentado neste tratamento em relação aos demais. Segundo Pickering (1993), o efeito catabólico do cortisol em estresse crônico é responsável pela supressão do crescimento. Além disso, os resultados do presente estudo diferiram de outros estudos, onde os pesquisadores verificaram uma relação positiva entre exposição à luz contínua, peso corporal, crescimento somático e ingestão alimentar. Esta relação foi observada em salmão do Atlântico (*Salmo salar*) (Oppedal et al., 1997) em bacalhau do Atlântico, *Gadus morhua* (Hansen et al., 2001, Taranger et al., 2006), em Arinca (*Melanogrammus aeglefinus*) (Davie et al., 2007) e Vermelho (*Pagrus major*) (Biswas et al., 2010) e Dourada (*Sparus aurata*) (Ginés et al., 2004).

Na avaliação biométrica as gônadas apresentaram os padrões característicos descritos para a maioria dos teleósteos (Matta et al., 2002; Navarro et al. 2010). No presente estudo, os machos de tilápia sob diferentes fotoperíodos não apresentaram diferenças significativas no peso de gônada e índice gonadossomático ($p > 0,05$). Isto pode ser justificado pela pouca influência do fotoperíodo no processo de maturação desta espécie em relação a outras variáveis ambientais, ou pela utilização de uma linhagem de animais que possuem uma maturação gonadal mais tardia associado à insuficiência no tempo de exposição dos animais aos diferentes regimes de luz.

Contrapondo estes resultados, diversos estudos apontam à interferência do fotoperíodo diante estas variáveis reprodutivas quantitativas. Fotoperíodos longos como regimes de luz contínua tendem a promover uma supressão da maturação gonadal e redirecionamento da energia alimentar do desenvolvimento gonadal para o crescimento somático (Boeuf e Le Bail, 1999; Ginés et al., 2004). Rad et al. (2006) observaram que alevinos de Tilápia do Nilo, mantidos sob luz contínua, apresentaram sua maturação gonadal reduzida e menores valores de IGS, seguido de maior crescimento somático. Em salmonídeos e peixes de clima temperado submetidos à fotoperíodos longos ou de luz contínua, também se observou atraso no desenvolvimento e maturação gonadal associado aos menores valores de IGS (Kissil et al., 2001; Unwin et al., 2005; Davie e Bromage, 2007, Taranger et al., 2006). Milla et al. (2009) observaram menores valores de IGS em Perca (*Perca fluviatilis*) mantidas em condições constantes de fotoperíodo (12L:12E) durante 3 meses. No entanto, Miranda et al. (2009), observaram que fêmeas de Peixe flexa (*Odontesthes bonariensis*) sob fotoperíodo curto (8L:16E) apresentaram menor valor de IGS em relação aos peixes expostos a fotoperíodo longo (16L:8E).

Ao final do experimento, também não foi verificada diferença significativa no IHS ($p > 0,05$) dos machos de tilápia sob os diferentes tratamentos, o que sugere que a manipulação do fotoperíodo, provavelmente, não influenciou no gasto energético destinado ao desenvolvimento somático (Tabela 1). No entanto, no estudo de Taranger et al. (2006) machos e fêmeas de bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) sob regime de luz contínua (LL) apresentaram maiores valores de IHS em relação ao regime de luz natural (LN), indicando que o grupo de LL investiu menos energia para a reprodução. Ribeiro et al. (2006) também constataram em Sagüiru-rabo-amarelo (*Steindachnerina insculpta*) diferenças no IHS, que diminuiu da fase de repouso para a fase de maturação.

No presente experimento observou-se que os animais do tratamento 0L:24E obtiveram um comprimento do testículo menor em relação ao demais tratamento (tabela 01). Provavelmente, a exposição desta espécie a um longo período de escuro associado a uma provável liberação de maiores níveis de hormônio melatonina possa inibir direta ou indiretamente o crescimento da gônada. A maioria dos estudos envolvendo fotoperíodo e reprodução de peixes aponta uma relação entre o fotoperíodo e o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, refletido por alterações na espermatogênese e modificações nos níveis de hormônios hipofisários e esteróides ligados à reprodução. A melatonina é um hormônio que apresenta picos de liberação durante a noite e apresenta-se a níveis basais durante o dia. Este hormônio pode atuar diretamente sobre o

hipotálamo, modulando a produção de fatores liberadores da glândula hipofisária, como também agir diretamente sobre a hipófise regulando a produção hormonal e sobre os tecidos periféricos (gônadas, fígado entre outros). Dessa forma, a melatonina pode influenciar na reprodução, crescimento, atividade locomotora e metabolismo dos peixes (Falcón et al., 2010). O fotoperíodo é responsável pela maturação gonadal, por exercer ação direta no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal dos peixes teleósteos, estimulando ou inibindo a produção de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), de hormônios hipofisários (FSH e LH) e outros hormônios que modulam a reprodução e a maturação dos gametas (Amano et al., 2004). Bromage et al. (2001) relataram que os níveis de melatonina são fortemente correlacionados com o fotoperíodo em salmonídeos, resultando no avanço ou atraso no desenvolvimento gonadal, sugerindo que a melatonina atua como um regulador do comportamento reprodutivo. Além disso, Amano et al. (2000) relataram que a melatonina também influencia nos sinais de fotoperíodo no controle do desenvolvimento gonadal em Salmão (*Oncorhynchus masou*), e que essas mudanças no fotoperíodo são traduzidas pelos ritmos de melatonina que transfere esta informação para o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal.

Tabela 1. Peso final (g), Comprimento total (cm), Índice hepatossomático (IHS), Peso da gônada (PG), Índice gonadossomático (IGS), Comprimento da Gônada e Largura da Gônada de machos de tilápia em função do fotoperíodo.

| Tratamento | 24L:0E | 12L:12E | 0L:24E |
|------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| Peso final (g) | 42,13± 17,5 | 43,65± 13,40 | 44,68± 19,42 |
| Comprimento total (cm) | 13,41±1,61 | 13,64±1,66 | 13,76±1,89 |
| Índice hepatossomático (IHS) | 2,64±1,63 | 2,03± 0,68 | 2,31±0,53 |
| Peso da Gônada (PG) | 0,11±0,05 | 0,11±0,06 | 0,12±0,05 |
| Índice gonadossomático (IGS) | 0,28± 0,12 | 0,27± 0,09 | 0,34± 0,12 |
| Comprimento da Gônada (cm) | 3,95±1,51a | 3,16±0,77a | 3,05±0,70b |
| Largura da Gônada (cm) | 0,16±0,17 | 0,12±0,04 | 0,11±0,03 |

Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos são significativamente diferentes segundo teste de Duncan com nível de 5 % Média ± EPM.

Após 60 dias foi verificada uma diferença significativa ($p < 0,01$) nos níveis de glicose, sendo que o tratamento com 24 luz apresentou menores níveis glicêmicos (Tabela 2). Provavelmente, a intensa atividade natatória durante todo o período de luz

contínua levou a uma maior exaustão dos peixes, seguido de maior demanda energética e quebra de glicose em lactato pelo processo de glicólise anaeróbica no músculo branco a fim de atender as atividades motoras e não os processos de crescimento. Este menor nível glicêmico no tratamento 24 luz também pode ser explicado pelos maiores níveis de cortisol deste tratamento que tende a reduzir os níveis séricos de glicose plasmática (Nikaido et al, 2010). Navarro (2010) também observou decréscimo significativo nos níveis de glicose no tratamento com 24 luz em fêmea lambari Tambiú (*Astyanax bimaculatus*).

A maior luminosidade nos tratamentos 24L:0E seguida de aumento dos níveis de cortisol não interferiram na taxa de sobrevivência entre os tratamentos. Resultados contrários foram observados por Almazán-Rueda, et al., (2004), que constataram que um aumento da atividade natatória pode levar a uma maior probabilidade de encontros entre os peixes e com isso maior susceptibilidade de um peixe atacar um ao outro.

Tabela 2. Concentração plasmática de glicose, cortisol e taxa de sobrevivência de machos de tilápia em função do fotoperíodo.

| Tratamento | 24L:0E | 12L:12E | 0L:24E |
|-------------------------|---------------|----------------|---------------|
| Glicose (mg/dL) | 29,72± 1,93a | 53,33± 3,96b | 61,28± 5,19b |
| Cortisol (ng/mL) | 8,70 ± 0,04a | 6,50 ± 0,04b | 7,20 ± 0,08c |
| Taxa de Sobrevivência % | 96±5,00 | 83±29,66 | 80± 15,71 |

Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos são significativamente diferentes segundo teste de Duncan com nível de 1% Média ± EPM.

No presente estudo, as médias do hemograma não foram estatisticamente diferentes para os diferentes tratamentos para os valores de hematócrito, proteína total, contagem total de eritrócitos, Hgb, WBC + plaq, monócitos e plaquetas (Tabela 3) estando os valores dentro dos padrões referenciais com médias semelhantes obtidas por Tavares-Dias & Faustino (1998) e Ueda et al. (1997) pesquisando com *Oreochromis*. Os valores hematológicos em peixes podem ser influenciados por fatores exógenos e endógenos como pela ação do cortisol (Ranzani-Paiva, 1991).

O menor nível de leucócitos do tratamento com 24L:0E mesmo que não diferindo estatisticamente, pode ser atribuída a uma situação de stress, pois este tratamento obteve maior nível plasmático de cortisol (tabela 1 e 3) em relação ao tratamento 12L/12E.

Segundo Tavares-Dias & Faustino (1998) e Ueda et al. (1997) relatam que a ação de hormônio de estresse numa situação exaustão fisiológica do peixe reduz a produção de células sanguíneas, sendo que esses resultados também foram observado em Sea Bass por (Bagni et al., 2005). A resposta ao stress é marcada pela diminuição da resistência dos peixes às doenças, pois ocorre uma diminuição no número de leucócitos, linfocitopenia, de acordo com Mazeuau et al. (1977).

Outros valores hematológicos de linfócitos e segmentados, não foram observados diferenças significativas entre os tratamentos. Os valores encontrados foram maiores dos encontrados por (Shiau e Lung, 1993) com pesquisa com *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* e trabalhando com híbrido *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* Steindachner, (Nussey et al., 1995) e com *Oreochromis mossambicus* (Tavares-Dias et al., 2000) com Tilápias mantidas em tanque rede.

Tabela 3. Porcentagem de Hematócrito, Proteína Total, Contagem total de eritrócitos, HgB, Wbc + plaq (contagem de leucócitos e plaquetas), WBC, plaquetas, monócitos, linfócitos, segmentados (SEGM) de machos de tilápia em função do fotoperíodo.

| Tratamento | 24L:0E | 12L:12E | 0L:24E |
|-------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| Hematócrito | 23,16± 8,04 | 26,27± 5,47 | 22,75± 7,02 |
| Proteína Total (PT) | 3,06± 0,67 | 3,50± 0,42 | 3,05± 1,16 |
| Contagem total de eritrócitos | 1,42± 0,26 | 1,51± 0,37 | 1,19± 0,50 |
| HgB | 4,20± 1,73 | 6,09±1,08 | 4,62± 1,43 |
| WBC + PLAQ | 73,16± 18,49 | 80,44± 43,86 | 73,28 ± 92,63 |
| WBC | 56,36± 13,48 | 68,84± 34,94 | 63,66± 67,29 |
| MONO | 12,4± 6,06 | 14,4± 8,96 | 10,625± 3,99 |
| LINF | 70,8± 21,62 | 74± 25,46 | 79,75± 10,66 |
| PLAQ | 16,8± 17,58 | 11,6± 17,68 | 9,62± 11,27 |
| SEGM | 22,95± 12,31 | 15,04± 13,86 | 35,97± 27,28 |

Médias na mesma linha com diferentes sobrescritos são significativamente diferentes segundo teste de Duncan com nível de 5% Média ± EPM.

(PT) - Proteína Total

(WBC) - Contagem total de leucócitos

(RBC) - Contagem total de eritrócitos

(MONO) – contagem de monócitos

(PLAQ) – Contagem de plaqueta

(SEGM) – contagem de linfócitos segmentados

CONCLUSÃO

Este trabalho conclui que , nas condições realizadas , o regime de fotoperíodo (12L:12E) promoveu melhor bem estar e índice reprodutivo em tilápia da linhagem GIFT.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMAZAN-RUEDA, P.; Schrama, J. W.; Verreth, J. A. J. Behavioural responses under different feeding methods and light regimes of the African catfish (*Clarias gariepinus*) juveniles. *Aquaculture*, v. 231, n. 1/4, p. 347–359, 2004.
- AMANO, M.; Iigo, M.; Ikuta, K.; Kitamura, S.; Yamada, H.; Yamamori, K. Roles of melatonin in Gonadal Maturation of Underyearling Precocious Male Masu Salmon. *General and comparative Endocrinology*, v.120, n. 2, p. 190–197, 2000.
- AMANO, M.; Yamanome, T, Yamada, H; Okuzawa, K; Yamamori, K, Effects of photoperiod on gonadotropin-releasing hormone levels in the brain and pituitary of underyearling male barfin flounder. *Fisheries Science*, v. 70, n. 5, p. 812–818, 2004.
- BAGNI, M.; Romano, N.; Finioia, M. G.; Abelli, L.; Scapigliati, G.; Tiscar, P. G.; Sarti, M.; Marino, G. Short and long term effects of a dietary yeast β -glucan (Macrogard) and alginic acid (Ergosan) preparation on immune response in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Fish & Shellish Immunology*, v. 18, n. 4, p. 311-325, 2005.
- BAVARRI, M.J.; Madrid, J.A.; Sánchez-Vázquez, F.J. Influence of light intensity, spectrum and orientation on sea bass plasma and ocular melatonin. *Journal of Pineal Research, Texas*, v. 32, n. 1, p. 34-40, 2002.
- BEZERRA, K.S. ; Santos A.J.G.; Leite M.R.; Silva, A.M.E. ; Lima, M.R. Crescimento e sobrevivência da tilápia chitralada submetida a diferentes fotoperíodos. *Pesq Agropec Bras*, v.43, p.737-743, 2008.
- BISWAS, A; Seoka, M; Inagaki, He; Takii, K. Growth and stress response in adult red sea bream, *Pagrus major* (Temminck & Schlegel) exposed to different photoperiods at spawning season. *Aquaculture Research*, v. 41, n. 3, p. 519-527, 2010.
- BOEUF, G.; Le Bail, P. Y. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, v. 177, n. 1/4, p. 129-152, 1999.

- BROMAGE, N.; Porter, M.; Randall, C. The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, Amsterdam, v.197, n. 1-4, p. 63-98, 2001.
- CAMPOS-MENDOZA, A; Mcandrew, B.J; Coward,C.E. Reproductive response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to photoperiodic manipulation; effects on spawning periodicity, fecundity and egg size. *Aquaculture*, v. 231, n. 1/4, p. 299–314, 2004.<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.10.023>
- DAVIE, A.; Quero, C.M.; Bromage, N.; Treasurer, J.E.; Migaud, H. Inhibition of sexual maturation in tank reared haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) through the use of constant light photoperiods. *Aquaculture*, v.270, p.379-389, 2007.
- EKSTROEN, P.; Meissl, H. The pineal organ of teleost fishes. Review in *Fish and Fisheries*, New York, v. 7, n. 2, p. 199-284, 1997.
- FALCON J, Migaud H, Muñoz-Cueto JAE, Carrillo M. Current knowledge on the melatonin system in teleost fish. *Gen Comp Endocrinol*, v.165, p.469-482, 2010.
- FULBER, V.M.; Ribeiro, R.P.; Vargas, L.D.. Desempenho produtivo de três linhagens de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com dois níveis de proteína. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, v.32, n.1, p.77-83, 2010
- GINÉS, R.;Afonso, J.M.; Argêllo, A.; Zamorano, M.J.E.L, López, J.L. The effects of long-day photoperiod on growth, body composition and skin colour in immature gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Research*, v. 35, n. 13, p. 1207-1212. 2004.
- HANSEN, T, Karlsen, Ø, Taranger, G.L, G. Hemre, Christian Holm J, Kjesbu, O.S. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus Morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture*, v. 203, n. 1/3, p. 51–67, 2001.
- KISSIL, G.W.; Lupatsch, I.; Elizur, A.; Zohar, Y, Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, Amsterdam, v. 200, n. 3/4, p. 363–379, 2001.
- LARSON, E.T.; Winberg, S.; Mayer, I.; Lepage, O.; Summers, C.H.; Overli, O.; Social stress affects circulating melatonin levels in rainbow trout. *General and Comparative Endocrinology*, v.136, n. 3,p.322–327,2004.
- LOWELMCCONNEL,R.H.Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais. São Paulo, USP, 535p. 1999.
- MATTA, S.L.P., Vilela, D.A.R., Godinho, H.P. and França, L.R. The goitrogen 6-n-propyl-2-thiouracil (PTU) given during testis development increases Sertoli and

- germ cell numbers per cyst in fish: The tilapia (*Oreochromis niloticus*) model. *Endocrinology*, 143: 970-978. 2002.
- MAZEAUD, M.M.; Mazeaud, F.; Donaldson, E.M. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. *Transactions of the American Fisheries Society*, v. 106, p.201-212. 1977.
- MILLA S, Mandiki SNM, Hubermont P, Rougeot C, Mélard CE, Kestemont P. Ovarian steroidogenesis inhibition by constant photothermal conditions is caused by a lack of gonadotropin stimulation in Eurasian perch. *Gen Comp Endocrinol*, v.163, p.242-250, 2009.
- MIRANDA, L.A, Strüssmann, C.A.E, Somoza, G.M. Effects of light and temperature conditions on the expression of GnRH and GtH genes and levels of plasma steroids in *Odontesthes bonariensis* females. *Fish Physiol Biochem*, v.35, p.101-108, 2009.
- MOURENT, G.; Good, J.E.; Bell, J.G. Partial substitution of fish oil with rapessed, linseed and olive oils in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): effects immune function and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Aquaculture Nutrition*, v. 11,n. 1,p. 25-40,2005.
- MUNRO, A. D. Effects of melatonin, serotonin, and naloxone on aggression in isolated cichlid fish (*Aequidens pulcher*). *Journal of Pineal Research*, v. 3, n. 3, p. 257–262, 1986.
- NAVARRO, F.K.S. P Efeito do fotoperíodo na atividade locomotora e parâmetros fisiológicos em fêmeas de lambari (*Astyanax Bimaculatus*). *Dissertação em Ciências Veterinárias*, Universidade Federal de Lavras. 79 pag 2010.
- NAVARRO, R. D. ; Matta, Sérgio Luis Pinto Da ; Ribeiro Filho, O. P. ; Ferreira, W. M. ; Miranda, D. C. ; Pereira, F. K. S. Morfometria e desenvolvimento gonadal em Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com suplementação de vitaminas E. *Archivos de Zootecnia*, v. 59, p. 519-528, 2010.
- NAVARRO, R.D. ; Navarro, F.K.S.P, Ribeiro Filho O.P, Ferreira W.M, Pereira M.M, Seixas Filho J.T. Quality of polyunsaturated fatty acids in Nile tilapias (*Oreochromis niloticus*) fed with vitamin E supplementation. *Food Chemistry*, 134:215-218, 2012.
- NAVARRO, F.K.S.P; Navarro,R.D. Importância do fotoperíodo no crescimento e na reprodução de peixes. *Revista Brasileira Reprodução Animal*, v.36, n.2, p.94-99. 2012.

- NIKAIDO, Y. ; Aluru, N. ; Mcguire, A. ; Park, Y., Mathilakath, V.M., Takemura, A. Effect of cortisol on melatonin production by the pineal organ of tilapia, *Oreochromis mossambicus*. Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology. v. 155, n. 1, p. 84-90, 2010.
- NUSSEY, G.; Van Vuren, J.H.J.; Du Preez, H.H. Effect of copper on the haematology and osmoregulation of the Mozambique tilapia, *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae). Comparative Biochemistry and Physiology, Oxford, 111C(3): 369-380, 1995.
- OPPEDAL, F. ; Lasse T. ; Geir, J.J.E. ; Fosseidengen, J.E., Hansen, T. Light intensity affects growth and sexual maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) postsmolts in sea cages. Aquatic Living Resources, Les Ulis, v. 10, n. 6, p. 351-357, 1997.
- PICKERING, A .D. Growth and stress in fish production. Aquaculture, v.111, p.51-63. 1993.
- RAD, F.; Bozaođlu, S.; Gözükar, S.E. 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.
- RANZANI-PAIVA, M.J.T. Hematologia de peixes, p.65-70. In: H.S.L. Santos (Ed.). Histologia de Peixes. São Paulo, FCAV-Unesp, 83p. 1991.
- ROSENFELD, G. Corante pancrômico para hematologia e citologia clinica. Nova combinação dos componentes do May - Grunwald e do Giensa num só corante de emprego rápido. Memórias do Instituto Butantan, São Paulo, v. 20, p. 329-334. 1947.
- RIBEIRO, V. M. A., Bazzoli, N., Maria, T. A. And Santos, G. B. Ultrastructural changes in female hepatocytes during ovarian maturation of *Steindachnerina insculpta* (Pisces: Curimatidae). Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v. 66, n. 4, p. 957-962, 2006.
- SHIAU, S.Y. & C.Q. Lung. No dietary vitamin B12 required for juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. Comp. Biochem. Physiol 1105A: 147-150. 1993.
- TARANGER GL, Aardal L, Hansen TE Kjesbu OS. Continuous light delays sexual maturation and increases growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in sea cages. J Mar Sci, v.63, p.365-375, 2006.
- TAVARES-DIAS, M.; Faustino, C.D. Parâmetros hematológicos da tilápia-do-Nilo *Oreochromis niloticus* (Cichlidae) em cultivo extensivo. Ars Veterinaria, 14: 254-63, 1998.

- TAVARES-DIAS, M.; Martins, M.L.; Moraes, F.R. Haematological characteristics of Brazilian teleosts. V Parameters of piauçu *Leporinus macrocephalus* Garavello & Britski, 1988 (Anostomidae). *Naturalia*, 25: 39-52, 2000.
- UNWIN, M.J, Rowe, D.K, Poortenaar, C.W.E, Boustead, N.C. Suppression of maturation in 2-year-old *Chinook salmon* (*Oncorhynchus tshawytscha*) reared under continuous photoperiod. *Aquaculture*, v.246, p.239-250, 2005.