

Farinha de inseto em dietas de alevinos de tilápia

Freccia, A.^{1@}; Meurer, E.S.¹; Filho, J.C.²; Jerônimo, G.T.³ e Emerenciano, M.G.C.⁴

¹Centro Universitário Barriga Verde. Orleans. SC. Brasil.

²Fundação Universidade Rio Grande. Rio Grande. RS. Brasil.

³Universidade Nilton Lins. Manaus. AM. Brasil.

⁴Universidade do Estado de Santa Catarina. Laguna. SC. Brasil.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Hematología.

Ingredientes alternativos.

Nauphoeta cinerea.

Nutrición.

ADDITIONAL KEYWORDS

Hematology.

Alternative ingredients.

Nauphoeta cinerea.

Nutrition.

INFORMAÇÃO

Cronología del artículo.

Recibido/Received: 23.12.2015

Aceptado/Accepted: 08.06.2016

On-line: 15.10.2016

Correspondencia a los autores/Contact e-mail:

andrefreccia@gmail.com

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o desempenho zootécnico, somático e parâmetros hematológicos de alevinos de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de inseto (FI) (*Nauphoeta cinerea*). Foram utilizados 360 alevinos de tilápia do Nilo, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e quatro repetições, denominados: T0 (0% de inclusão de FI), T5 (5% de inclusão de FI), T10 (10% de inclusão de FI), T15 (15% de inclusão de FI), T20 (20% de inclusão de FI), e um tratamento denominado T6, onde os alevinos eram alimentados com ração comercial com 42% de proteína bruta. Aquários com volume útil de 30 litros foram utilizados como unidades experimentais com densidade de estocagem de 2,73 peixes.m⁻³ e peso inicial de 2,84±0,35 g. Ao final de 42 dias de cultivo não foi observado diferença significativa entre parâmetros de peso final (g), ganho em peso (g), sobrevivência (%), biomassa final (g.aquário⁻¹), produtividade (kg.m⁻²), conversão alimentar aparente, taxa de crescimento específico (%.dia⁻¹), índice hepatossomático (IHS), índice viscerossomático (IVS), parâmetros eritrocitários e leucocitários nos diferentes tratamentos. Por sua vez, as concentrações de proteína plasmática total foram superiores nos peixes alimentados com as dietas com 10, 15 e 20% de inclusão de FI, quando comparado com tratamento controle (T6) e com 5% (T5) (p<0,05). De acordo com nossos resultados, a farinha de inseto pode ser empregada como ingrediente proteico alternativo, pois não causou prejuízo no desempenho dos alevinos de tilápia do Nilo.

Insect meal in tilapia fingerlings diets

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate zootechnical performance, somatic and hematological parameters on fingerlings of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed diets with increasing levels of insect flour inclusion (IF) (*Nauphoeta cinerea*), 360 fingerlings at Nile tilapia *Oreochromis niloticus* were used, distributed in a completely randomized design with six treatments and four repetitions, denominated: T0 (0% IF inclusion), T5 (5% IF inclusion), T10 (10% IF inclusion), T15 (15% IF inclusion) T20 (20% IF inclusion) and a denominated T6 treatment in which the fingerlings were fed with commercial feed containing 42% crude protein. Tanks with a volume of 30 liters were used as experimental units with stocking density of 2.73 fishes.m⁻³ and initial weight 2.84±0.35 g. After 42 days of rearing was not observed significant difference for the initial and final weight parameters (g) weight gain (g) survival (%) final biomass (g.tank⁻¹), productivity (kg.m⁻²) feed conversion, specific growth rate (%.day⁻¹), hepatosomatic index (HSI), viscerosomatic index (VSI), erythrocyte and leukocyte parameters in the different treatments. In turn, the total plasma protein concentrations were higher in the fish fed diets with 10, 15 and 20% of IF, compared with control treatment (T6) and (T5) (p<0.05). According to our results, the IF can be used as alternative protein ingredient as it caused no loss in performance of fingerlings of Nile tilapia.

INTRODUÇÃO

A piscicultura é uma das atividades agrícolas com grande potencial, apresentando um crescimento nos últimos anos (Flores e Pedroza Filho, 2014). O Brasil produzia em 2005 aproximadamente 278 mil toneladas de peixes e em 2013 estes valores ultrapassaram 2 milhões de toneladas (MPA, 2014). Deste total, a

tilápia do Nilo contribui com a produção de 250 mil toneladas, tornando-se a principal espécie produzida destacando-se na piscicultura brasileira principalmente por apresentar boa rusticidade, bom crescimento, boa tolerância em ambientes com baixo oxigênio dissolvido e adaptação em diferentes densidades de estocagem (Meurer *et al.*, 2008). Além disso, são bem apreciadas pela indústria de filetagem, devido às qualidades or-

ganolépticas e ausência de espinhos em “Y” no seu filé (Meurer *et al.*, 2003).

No entanto, um dos principais fatores limitantes no cultivo de tilápia em sistemas intensivos de produção é o custo das rações comerciais (Adebayo *et al.*, 2004; Andrade *et al.*, 2005; Marengoni, 2006) que representam em torno de 40 a 60% dos custos totais de produção (Andrade *et al.*, 2005; Scorvo Filho *et al.*, 2010) e a oscilação de seus preços pode afetar a lucratividade dos cultivos (Moraes *et al.*, 2009). O aumento do custo de produção na aquicultura é variável entre as espécies cultivadas e a forma de produção reflete no retorno econômico da atividade (Ostrensky *et al.*, 2008). Os preços das rações dependem de diversos fatores, entre eles, as matérias-primas proteicas são merecedoras de destaque (Araújo, 2010), assim como as estratégias no manejo nutricional dos peixes como, formulação de rações através do conceito de proteína ideal e da consideração do valor nutritivo dos alimentos (Boscolo *et al.*, 2008).

A produção de ingredientes para nutrição animal, como farinha de peixe, soja, milho e outros grãos, necessita ser repensada em termos de eficiência de utilização de recursos, pois se estima que a população mundial alcance por volta de nove bilhões de habitantes em 2030, juntamente com outros bilhões de animais criados para fins alimentícios, recreativos ou estimação (FAO, 2015). Estes irão competir com alimentos comumente utilizados na nutrição animal, como por exemplo, o mercado pet (Sindirações, 2015) que está em franco crescimento. Desta forma, a busca por ingredientes proteicos alternativos torna-se fundamental, e tem sido importante área de pesquisa para beneficiar a indústria aquícola (Hardy, 2010).

Nesta ordem, a utilização de insetos têm sido uma das propostas intituladas como alimentos alternativos (FAO, 2015), visto que possuem composição nutricional adequada para inclusão na dieta de algumas espécies de peixes (Kinyuru *et al.*, 2013). Além disso, Henry *et al.* (2015) relatam que as farinhas de insetos além de possuírem bom perfil de aminoácidos, após certos métodos de processamento como secagem, silagem, hidrólise ou desengorduramento, podem melhorar sua palatabilidade e digestibilidade dessas farinhas. A ordem *Blattodea*, da qual faz parte o inseto conhecido comumente como barata, está incluso na lista de insetos comestíveis (Rumpold e Schluter, 2013). Sendo assim, podem ser considerados como boa alternativa para a inclusão na dieta de peixes.

A utilização de programas alimentares que utilizam alimentos funcionais como probióticos (Meurer *et al.*, 2007; Hurzana *et al.*, 2013), óleos essenciais (Campagnolo *et al.*, 2013) e outros estimuladores para melhorar desempenho, demonstram que existem diferenças nos parâmetros zootécnicos e saúde de tilápias, em função das diferentes composições de dietas oferecidas (Martins *et al.*, 2008; Araújo *et al.*, 2011; Lim *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2014). Para isso a hematologia tem sido utilizada como ferramenta auxiliar de diagnóstico da saúde dos peixes (Jerônimo *et al.*, 2014), e pode ser útil para novas formulações, sob o ponto de vista da defesa orgânica do animal (Costa *et al.*, 2014).

Neste contexto, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e os parâmetros hematológicos de alevinos de tilápia do Nilo alimentados com dietas contendo níveis crescentes de inclusão de farinha de inseto (barata cinérea).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante 42 dias no Laboratório de Aquicultura, do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE), município de Orleans (28°21'34,54"S; 49°16'35,27"O), Santa Catarina, Brasil. Foram utilizados 360 alevinos de tilápia do Nilo (peso médio inicial 2,84±0,35 g), revertidos sexualmente para machos, provenientes Braço do Norte – SC (28°17'56,48"S; 49°8'2,60"O), Brasil. Os alevinos foram aclimatados em um tanque com volume útil de 500 litros, com forte aeração e água na temperatura de 28°C, por aproximadamente 2 horas e, posteriormente, distribuídos em 24 unidades experimentais constituídas por aquários plásticos com volume útil de 30 litros, totalizando 15 peixes em cada unidade experimental, em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos apresentaram níveis crescentes de inclusão de farinha de inseto (FI) (*Barata cinérea*): T0 (0% de inclusão de FI), T5 (5% de inclusão de FI), T10 (10% de inclusão de FI), T15 (15% de inclusão de FI), T20 (20% de inclusão de FI) e T6 (ração comercial com 42% de proteína bruta). A composição da ração comercial utilizada no experimento foi: proteína bruta (mínimo) 42%, energia digestível 3600,00 kcal/kg, lipídios (mínimo) 8%, vitamina C 500 mg/kg, cálcio (máximo) 3% e fósforo (mínimo) 1,5% (ração comercial - SUPRA®). Os peixes foram alimentados três vezes ao dia (08h00min, 13h00min e 18h00min) com taxa de arraçoamento de 8% do peso vivo.

Na **tabela I** é apresentada a formulação e o valor nutricional das dietas formuladas, com os níveis crescentes de farinha de inseto. As dietas foram formuladas segundo recomendações de Furuya (2010). Por se tratar de um produto de variada granulometria, a farinha de barata foi moída em moinho elétrico, formando partículas de 300 µm. Para uniformização das partículas, todos os outros ingredientes utilizados na composição das dietas passaram pelo mesmo processo de moagem. Logo após, os ingredientes foram misturados e processados no mesmo moinho, para a formação dos *pellets*. Estes foram desidratados em estufa com temperatura de 55 °C, por 36 horas. Após a secagem, os *pellets* foram triturados para formação de partículas com granulometria de aproximadamente 2mm. As rações foram acondicionadas em sacos plásticos de 2 kg e mantidas em freezer a -20°C.

Cada caixa, foi coberta com tampa plástica, a água oxigenada por pedras porosas de 2 cm acopladas a um compressor de ar de 2 hp. Estas caixas foram ligadas a um sistema de recirculação de água, composto de tanque circular com volume útil de 500 litros, oxigenado por duas pedras porosas. Além disso, o sistema foi composto de aquecedor de 2500 W e bomba submersa 4000 L.h⁻¹ (Atman® modelo PH4000, China) que lançava a água até as unidades experimentais e a mesma

retornava por gravidade. O sistema de filtragem foi composto de malha do tipo perlon para retenção de material particulado e cascalho (aprox. 0,1m³).

Com o objetivo de corrigir a taxa de arraçoamento periodicamente, foram realizadas biometrias semanais de todo o delineamento experimental. A sifonagem dos resíduos orgânicos foi realizada três vezes por semana, visando auxiliar na manutenção da qualidade de água. A água reposta ao sistema de recirculação durante a sifonagem era proveniente da Companhia de água e esgoto do município. Assim, para a reposição, a água era acondicionada em recipiente de 500 litros com forte aeração durante 2 dias, para promover a evaporação do cloro presente.

Os parâmetros de qualidade de água foram monitorados, sendo a temperatura medida diariamente (termômetro de mercúrio), enquanto que o pH (pHmetro SP1800[®]) e o oxigênio dissolvido (oxímetro Alfakit[®] modelo AT-155, Alfakit, Florianópolis, SC, Brasil) foram monitorados semanalmente (08h00min). Paralelamente, foi realizada coleta de água para análise semanal dos compostos nitrogenados, alcalinidade e ortofosfato (Fotocolorímetro AT-100P, marca ALFAKIT[®], Florianópolis – SC, Brasil).

Concomitante à biometria final, foram amostrados cinco peixes de cada unidade experimental, ou seja, 20 por tratamento e 120 no total, para a coleta de sangue. Para a análise hematológica, os alevinos foram anestesiados com eugenol (75 mg·L⁻¹), e o sangue coletado por punção do vaso caudal com seringas contendo EDTA 10%. As amostras sanguíneas foram utilizadas para determinar a porcentagem de hematócrito (Goldenfarb *et al.*, 1971), a concentração de hemoglobina pelo método de Collier (1944), contagem do número de eritrócitos (RBC) em câmara de Neubauer na diluição de sangue (1:200) em solução de formol citrato. O volume corpuscular médio (VCM) foi obtido de acordo com Wintrobe (1934). As proteínas plasmáticas totais foram determinadas com auxílio de refratômetro portátil, pela quebra do capilar de microhematócrito logo acima da camada de leucócitos, após a leitura do hematócrito. Ao término da coleta de sangue, os alevinos foram sacrificados por secção da medula espinhal cervical (Concea, 2013). Posteriormente, foi realizada a pesagem dos peixes em balança de precisão, seguido da coleta do fígado e vísceras para determinar os índices somáticos.

Ao final do período experimental, foram avaliadas as variáveis de peso inicial e final (g), ganho de peso

Tabela I. Composição das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão de farinha de inseto (FI) (Composition of the experimental diets with different levels of insect meal (FI) inclusion).

Ingredientes (%)	Inclusão de farinha de inseto (%)				
	0%FI	5%FI	10%FI	15%FI	20%FI
Farinha de peixe	10	10	10	10	10
Farinha de inseto	0	5	10	15	20
Farelo de soja	47,1	40,1	33,2	26,3	19,5
Milho	21,4	23,6	25,6	27,7	29,8
Farelo de trigo	15	15	15	15	15
Óleo de peixe	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Óleo de soja	2,1	2	2	1,9	1,7
Premix ¹	1	1	1	1	1
Vitamina C	0	0	0	0	0
Cloreto de sódio	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Calcário	0,4	0,3	0,2	0,1	0
Fosfato bicálcico	1	1	1	1	1
Aglutinante	1	1	1	1	1
TOTAL	100	100	100	100	100
Composição nutricional					
Proteína bruta (%)	32,11	32,10	32,12	32,15	32,22
Energia bruta(Kcal/kg)	4126,09	4161,12	4155,85	4235,53	4265,71
Lipídeos (%)	5,60	5,57	5,63	5,60	5,47
Fibra bruta (%)	4,29	3,99	3,70	3,40	3,11
Matéria mineral (%)	6,55	6,19	5,84	5,49	5,15
Cálcio	1,47	1,48	1,48	1,49	1,50
Fósforo total (%)	1,02	1,01	1,00	1,00	0,99

¹Premix mineral e vitamínico: Vitamina A: 2000000 UI; Vitamina D: 500000 UI; Vitamina E: 15 g; Vitamina K: 100 mg; Vitamina B₁: 2500 mg; Vitamina B₂: 2500 mg; Vitamina B₆: 2500 mg; Vitamina B₁₂: 5000 µg; Biotina: 125 mg; Niacina: 7800 mg; Ácido Pantotênico: 3750 mg; Ácido Fólico: 750 mg; Colina: 112,5 g; Vitamina C: 50 g; Iodo: 125 mg; Selênio: 75 mg; Ferro: 1,5 g; Cobre: 2000 mg; Zinco: 20 g; Manganês: 3750 mg.

(g), sobrevivência (%), biomassa final (g·caixa⁻¹), produtividade (kg·m⁻²), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de crescimento específico (TCE (%·dia⁻¹), índice hepatossomáticos (IHS) e índice viscerossomático (IVS).

Os dados zootécnicos, somáticos e hematológicos foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias (Sokal e Rohlf, 1995) e posteriormente foi aplicada ANOVA ($p < 0,05$). As diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados expressos em porcentagens foram transformados (arco-seno). Todos os dados foram analisados a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho, os parâmetros de qualidade de água não foram influenciados ao longo do período experimental ($p > 0,05$). A temperatura, pH e as concentrações de oxigênio dissolvido da água estiveram dentro dos valores aceitáveis para o cultivo, conforme recomendado por Kubtiza (2000). As médias registradas foram de $7,03 \pm 0,05$ para o pH, de $6,61 \pm 1,08$ mg·L⁻¹ para o oxigênio dissolvido e de $28,03 \pm 0,63$ °C para a temperatura. Com relação à amônia, a média da água de cultivo foi de $1,46$ mg·L⁻¹, valores estes considerados normais por Arana (2010). Os valores de nitrato no estudo apresentaram média de $1,42$ mg·L⁻¹. Os valores de alcalinidade (~ 52 mg·L⁻¹) mantiveram-se dentro da normalidade para a espécie em que o limite recomendado é entre 40 e 60 mg·L⁻¹.

Em relação ao desempenho zootécnico apresentado na **tabela II**, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos. A média geral para a sobrevivência foi de 85,34%, indicando que os crescentes níveis de inclusão da farinha de inseto não influenciaram na mortalidade entre os tratamentos, tampouco no desempenho dos animais. Resultados positivos com a uti-

lização de ingredientes alternativos foram observados em tilápias do Nilo, como demonstrado por Ezewudo *et al.*, (2015), utilizando larva de *Musca domestica* onde a taxa de sobrevivência foi de 99,37%, sugerindo a adequação deste inseto para a alimentação de *Oreochromis niloticus*. Estes autores ainda afirmam que a escassez de matérias-primas convencionais no Brasil, principalmente farelo de soja e milho, tem elevado a busca por alternativas nutricionais. Adicionalmente, o câmbio tem favorecido as exportações destes insumos, aumentando os custos de produção da ração (Sindirações, 2015). Ainda, o crescimento do mercado pet, que possui maior valor agregado em suas rações, tem forçado o segmento aquícola e outros segmentos da nutrição animal a aumentar o uso de ingredientes proteicos alternativos nos últimos anos (Sindirações, 2015).

No presente estudo observou que em todos os tratamentos não houve redução no consumo da ração indicando que todas as rações testadas foram aceitas e ativamente ingeridas pelos peixes durante todo o experimento, demonstrando que a farinha de (*Nauphoeta cinerea*) teve boa aceitação. Contrariamente, Nwamba e Ogunji (2012), mostraram que farinha de *Bematistes macaria* é um alimento de baixa palatabilidade e de baixa aceitação por alevinos híbridos de bagre africano. Estes autores observaram sobrevivência média de 90% e taxas de crescimento específico de 0,94%, sendo inferior ao presente estudo, em que a média encontrada nos diferentes tratamentos foi de 3,48%.dia⁻¹. O consumo reduzido de ração, muitas vezes, é responsável por diminuição no crescimento dos peixes (Sealey *et al.*, 2011), entretanto no presente estudo as TCEs não foram alteradas com ao aumento da inclusão de farinha de inseto. Por sua vez, Ogunji *et al.*, (2006) avaliando alevinos de tilápia do Nilo alimentados com farinha de larvas de *Musca domestica*, observaram este ingrediente foi bem utilizado pelos peixes, os quais apresentaram bom desempenho, corroborando os estudos realizados por St-Hilaire *et al.*, (2007), que utilizaram pupa de

Tabela II. Parâmetros zootécnicos de crescimento de tilápia do Nilo, alimentados com diferentes inclusões de farinha de inseto (FI) (Performance parameters of growth of Nile tilapia fed different insect meal (FI) inclusions).

Parâmetros	0%FI	5%FI	10%FI	15%FI	20%FI	Controle	Valor de p
PI (g)	2,79 (±0,02)	2,82 (± 0,03)	2,80 (± 0,03)	2,81 (± 0,03)	2,80 (± 0,03)	2,84 (± 0,03)	0,92
PF (g)	13,08 (±0,37)	12,11 (± 0,40)	12,32 (± 0,35)	12,33 (± 0,03)	13,46 (± 0,44)	12,13 (± 0,28)	0,066
GP (g)	10,43 (±0,44)	9,30 (±0,61)	9,54 (± 0,39)	9,60 (± 0,47)	10,76 (± 0,69)	9,50 (± 0,45)	0,59
Sob (%)	85,00 (±4,58)	86,67 (± 3,33)	91,67 (± 2,92)	91,67 (± 4,58)	78,33 (± 4,17)	81,67 (± 7,50)	0,66
BF (g/aquário)	166,78 (±5,70)	157,48 (±11,21)	169,39 (± 8,11)	169,50 (± 8,53)	158,19 (± 7,93)	148,54 (± 9,50)	0,71
Prod. (kg/m ²)	5,56 (±0,19)	5,25 (± 0,37)	5,65 (± 0,27)	5,65 (± 0,28)	5,27 (± 0,26)	4,95 (± 0,32)	0,71
CAA	1,77 (±0,09)	1,92 (± 0,09)	1,91 (± 0,06)	1,86 (± 0,08)	1,77 (± 0,09)	1,88 (± 0,06)	0,84
TCE (%/dia)	3,61 (±0,08)	3,37 (±0,10)	3,44 (± 0,07)	3,44 (± 0,08)	3,65 (± 0,12)	3,41 (± 0,08)	0,48

*Teste de Tukey ($p > 0,05$), PI= peso inicial; PF= peso final; GP= ganho de peso; Sob= sobrevivência; BF= biomassa final; Prod.=produtividade; CAA= conversão alimentar aparente; TCE= taxa de crescimento específico.

Tabela III. Parâmetros somáticos (\pm erro padrão) de tilápia do Nilo, alimentados com diferentes inclusões de farinha de inseto (FI) (Somatic parameters (\pm standard error) of Nile tilapia fed different insect meal inclusions (FI)).

Parâmetros	0%FI	5%FI	10%FI	15%FI	20%FI	Controle	Valor de P
IHS	0,50 ($\pm 0,03$)	0,64 ($\pm 0,06$)	0,85 ($\pm 0,09$)	0,68 ($\pm 0,06$)	0,54 ($\pm 0,04$)	0,67 ($\pm 0,04$)	0,21
IVS	7,09 ($\pm 0,25$)	7,78 ($\pm 0,14$)	7,74 ($\pm 0,26$)	8,50 ($\pm 0,22$)	7,70 ($\pm 0,27$)	7,94 ($\pm 0,17$)	0,069

IHS= índice hepatossomáticos; IVS= Índice viscerossomático.

Musca domestica na alimentação de *Oncorhynchus mykiss* (truta arco-íris), indicando que os insetos podem ser um ingrediente substituto adequado da farinha de peixe.

A inclusão de farinha de barata na dieta não influenciou ($p > 0,05$) no índice hepatossomático e viscerossomático (tabela III). Segundo Santos *et al.* (2009), estes índices são importantes para melhor avaliação das condições fisiológicas dos peixes. A farinha de inseto poderia apresentar fatores antinutricionais, como a quitina presente na carapaça dos insetos. A quitina é um polímero constituído por unidades recorrentes de N-acetil-D-glicosamina em ligação β (Boscolo *et al.*, 2004), que podem influenciar no metabolismo animal. De acordo com Shiau e Yu (1999), a quitina tem efeito negativo sobre o ganho de peso e conversão alimentar para alevinos da tilápia do Nilo, no entanto, Cha *et al.* (2008) relatam que a quitosana, obtida a partir da desacetilação da quitina, apresentou melhora no sistema imune de *Paralichthys olivaceus*, além de refletir em melhorias na qualidade da água. Olsen *et al.* (2006) também apontaram que a quitina possui efeitos benéficos aos peixes, agindo como prebiótico, com atuação nas bactérias patogênicas do trato gastrointestinal dos peixes. A ação benéfica da quitina relatada nos estudos realizados por Cha (2008) e Olsen *et al.* (2006) estão de acordo com os resultados encontrados neste trabalho.

Os níveis dietéticos de proteína podem ainda influenciar a eficácia da resposta imune (Pohlenz e Gatlim, 2014). Os dados do presente trabalho mostraram que os peixes foram capazes de manter o padrão hematológico constante nos diferentes tratamentos na porcentagem de hematócrito, no número de eritrócitos e leucócitos, e no volume corpuscular médio ($p > 0,05$)

(tabela IV). Entretanto, os parâmetros eritrocitários determinados neste estudo foram semelhantes ao reportados por Jerônimo *et al.* (2011), Araújo *et al.* (2011), Mirea *et al.* (2013) e Costa *et al.* (2014). Por sua vez, as concentrações de proteína plasmática total foram superiores nos peixes alimentados com as dietas com 10, 15 e 20% de inclusão de farinha de inseto, quando comparado com tratamento controle (T6) e com 5% (T5) ($p < 0,05$).

As proteínas plasmáticas totais podem representar fonte de aminoácidos, sendo utilizadas pelo organismo para formar proteínas celulares onde for necessário (Guyton e Hall, 2011). Dessa forma, suas concentrações podem refletir suas taxas de síntese e utilização em função das diferentes condições metabólicas (Wu, 2013). Entretanto, os valores reportados neste trabalho, encontram-se na faixa de valores médios de referência para tilápias saudáveis obtidos por Hrubec *et al.* (2000) em tilápias híbridas, e em tilápias do Nilo por Chen *et al.* (2003), com médias de 3,0 a 7,7 g·dL⁻¹ de proteína plasmática total.

Portanto, as diferenças observadas neste estudo podem estar relacionadas com os ajustes metabólicos e fisiológicos determinados, possivelmente, em função da nova composição da dieta e, assim, não podem ser justificadas como resultante unicamente do nutriente utilizado como fonte de proteína. A farinha de inseto (*Nauphoeta cinerea*) mostrou-se eficiente como ingrediente alternativo em dietas de alevinos de tilápia do Nilo, não sendo observado prejuízo no desempenho zootécnico, hematológico e somático, igualando aos grupos controles. Sugere-se que novos estudos sejam realizados para avaliar a qualidade organoléptica da

Tabela IV. Parâmetros hematológicos (\pm erro padrão) de tilápia do Nilo, alimentados com diferentes inclusões de farinha de inseto (FI) (Hematological parameters (\pm standard error) of Nile tilapia fed different insect meal (FI) inclusions).

Parâmetros	0%FI	5%FI	10%FI	15%FI	20%FI	Controle	Valor de p
HTC (%)	18,11 ($\pm 1,30$)	20,94 ($\pm 1,37$)	20,35 ($\pm 0,73$)	18,94 ($\pm 1,55$)	19,76 ($\pm 0,79$)	21,17 ($\pm 1,38$)	0,48
PPT (g·dL ⁻¹)	5,75 ^{bc} ($\pm 0,25$)	5,65 ^c ($\pm 0,08$)	6,34 ^{ba} ($\pm 0,25$)	6,310 ^{ba} ($\pm 0,25$)	5,93 ^{bac} ($\pm 0,25$)	6,49 ^a ($\pm 0,17$)	0,03
RBC (10 ⁶ , μ L ⁻¹)	1,39 ($\pm 0,06$)	1,35 ($\pm 0,10$)	1,31 ($\pm 0,08$)	1,27 ($\pm 0,10$)	1,45 ($\pm 0,05$)	1,47 ($\pm 0,09$)	0,51
WBC (10 ³ , μ L ⁻¹)	26,2 ($\pm 1,76$)	24,6 ($\pm 2,77$)	22,9 ($\pm 2,01$)	18,7 ($\pm 1,59$)	21,9 ($\pm 1,29$)	26,4 ($\pm 2,48$)	0,20
VCM (fL)	125,80 ($\pm 7,09$)	160,92 ($\pm 13,40$)	162,61 ($\pm 8,75$)	160,49 ($\pm 12,47$)	139,69 ($\pm 8,41$)	153,82 ($\pm 11,49$)	0,11

^{a,b,c}Médias na mesma linha, com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p > 0,05$), *Médias na mesma linha, com letras diferentes diferem significativamente pelo teste de Duncan ($p > 0,05$), p= Nível de significância, (HTC= hematócrito); (PPT= proteínas plasmáticas totais); (RBC= eritrócitos); (WBC= leucócitos); (VCM= volume corpuscular médio).

carne e perfis metabólicos dos peixes alimentados com este alimento alternativo.

CONCLUSÕES

A utilização de farinha de inseto nas inclusões de 10, 15 e 20% na dieta de alevinos de tilápia do Nilo apresentaram maiores concentrações plasmática de proteína total no sangue, sem prejuízo no desempenho zootécnico. Conclui-se que a farinha de inseto é indicada na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo como fonte de proteína alternativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Bolsas do Fundo de Apoio à Manutenção e ao Desenvolvimento da Educação Superior – FUMDES, pela concessão de bolsa do segundo autor, à bolsa de pós doutorado concedida a G.T. Jerônimo (CNPq 506263/2013-4), ao Setor de Aquicultura do Centro Universitário Barriga Verde - Unibave pela concessão da infraestrutura para a realização deste trabalho, e a Piscicultura Sertãozinho, pela doação dos alevinos utilizados no estudo.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA), sob o protocolo nº 1.45.14.

BIBLIOGRAFIA

- Adebayo, O.T.; Fagbenro, O.A. and Jegede, T. 2004. Evaluation of *Casia fistula* meal as a replacement for soybean meal in practical diets of *Oreochromis niloticus* fingerlings. *Aquacult Nutr*, 10: 99-104.
- Andrade, R.L.B.; Wagner, R.L.; Mahl, I.E. e Martins, R.S. 2005. Custos de produção de tilápias (*Oreochromis niloticus*) em um modelo de propriedade da região oeste do Estado do Paraná, Brasil. *Cienc Rural*, 35: 198-203.
- Arana, L.V. 2010. Qualidade da água em Aquicultura: princípios e práticas. 3ª Ed. UFSC. Florianópolis. 237 pp.
- Araújo, J.R. 2010. Avaliação de alimentos alternativos regionais para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina.
- Araújo, D.M.; Pezzato, A.C.; Barros, M.M.; Pezzato, L.E e Nakagome, F.K. 2011. Hematologia de tilápias-do-nilo alimentadas com dietas com óleos vegetais e estimuladas pelo frio. *Pesqui Agropecu Bras*, 46: 294-302.
- Boscolo, W.R.; Hayashi, C.; Meurer, F.; Feiden, A e Bombardelli, R.A. 2004. Digestibilidade aparente da energia e proteína das farinhas de resíduo da filetagem da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e da Corvina (*Plagioscion squamosissimus*) e farinha integral do camarão canela (*Macrobrachium amazonicum*) para a tilápia do Nilo. *Rev Bras Zootecn*, 33: 8-13.
- Boscolo, W.R.; Hayashi, C.; Feiden, C.; Meurer, F. e Signor, A.A. 2008. Composição química e digestibilidade aparente da energia e nutrientes da farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápias, para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Cienc Rural*, 38: 2579-2586.
- Campagnolo, R.; Freccia, A.; Bergmann, R.R.; Meurer, F.; Bombardelli, R. 2013. Óleos essenciais na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 14, 565-568.
- Cha, S.H.; Lee, J. S.; Songa, C.B.; Lee, K.J and You, J.J. 2008. Effects of chitosan-coated diet on improving water quality and innate immunity in the olive flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 278: 1100-1118.
- Chen, C.Y.; Wooster, G.A.; Getchella, P.R. and Timmons, M.B. 2003. Blood chemistry of healthy, nephrocalcinosis-affected and ozone-treated tilapia in a recirculation system, with application of discriminant analysis. *Aquaculture*, 218: 89-102.
- Collier, H. B. 1944. The standardization of blood haemoglobin determinations. *Can Med Assoc J*, 50: 550-552.
- Concea. 2013- Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal. Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA. 2013. http://www.mct.gov.br/upd_blob/0226/226746.pdf (02/09/2015).
- Costa, D.V.; Ferreira, M.W.; Navarro, R.D.; Rosa, P.V. e Murgas, L.D.S. 2014. Parâmetros hematológicos de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentadas com diferentes fontes de óleo. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 15: 754-764.
- Ezewudo, B. I.; Monebi, C.O. and Ugwumba, A.A.A. 2015. Production and utilization of *Musca domestica* maggots in the diet of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fingerlings. *Afr J Agric Res*, 10: 2363-2371.
- FAO. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nation. The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment. Roma. 2015. <http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/> (02/07/2015).
- Flores, R.M.V. and Pedroza Filho, M.X. 2014. Effect of socio-economic variables on fish production of small farmers in Tocantins State. *Braz J Agric Sci Tech*, 331-339.
- Furuya, W.M. 2010. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. GFM. Toledo, 100 pp.
- Hardy, R.W. 2010 Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. *Aquac Res*, 41: 770-776.
- Henry, M.; Gasco, L.; Piccolo, G. and Fountoulaki, E. 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Anim Feed Sci Technol*, 203: 1-22.
- Hrubec, T.C.; Cardinale, J.L. and Smith, S.A. 2000. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Vet Clin Path*, 29: 7-12.
- Hurzana, M.; Moraes, J.R.E.; Niza, I.G.; Moraes, F.R.; Ozório, R.O.; Shimada, M.T.; Filho, J.R.E. e Claudiano, G.S. 2013. Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo. *Pesq Vet Bras*, 33: 724-730.
- Goldenfarb, P.B.; Bowyer, F.F.; Hall, E. and Brosiuous, E. 1971. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. *Am J Clin Pathol*. 56: 35-39.
- Guyton, A.C. e Hall, J.E. 2011. Tratado de fisiologia médica. 12 ed. Elsevier. Rio de Janeiro, 1151 pp.
- Jerônimo, G.T.; Speck, G.M.; Cechinel, M.M.; Gonçalves, E.L.T. and Martins, M.L. 2011. Seasonal variation on the parasitic communities of Nile Tilapia cultured in three regions in Southern Brazil. *Braz J Biol*, 71: 1-9.
- Jerônimo, G.T.; Brum, A.; Pádua, S.B.; Gonçalves, E.L.T.; Capecci, R.S.; Ishikawa, M.M. and Martins, M.L. 2014. Haematological parameters of the hybrid Surubim (*Pseudoplatystoma reticulatum* x *P. corruscans*) farmed in Brazil. *Braz Arch Biol Techn*, 2: 1-8.
- Kinyuru, J.N.; Konyole, S.O.; Roos, N.; Onyango, C.A.; Owino, V.O.; Ouwor, B.O.; Estambale, B.B.; Friis, H.; Hansen, J.A. and Kenji, G.M. 2013. Nutrient composition of four species of winged termites consumed in western Kenya. *J Food Comp Anal*, 30: 20-124.
- Kubtiza, F. 2000. Tilápia: Tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiá. São Paulo, 285 pp.
- Lim, C.; Yildirim-Aksoy, M. and Klesius, P. 2011. Lipid and fatty acid requirements of tilapia. *N Am J Aquacult*, 73: 188-193.
- Marengoni, N.G. 2006. Produção de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* (linhagem Chilatrada), cultivadas em tanques-rede, sob diferentes densidades de estocagem. *Arch Zootec*, 55: 127-138.
- Martins, M. L.; Miyazaki, D.M.Y.; Moares, F.R.; Ghiraldelli, L.; Adamante, W.B. and Mourão, J.L.P. 2008. Ração suplementada com vitaminas C e E influencia a resposta inflamatória aguda em tilápia do Nilo. *Ciência Rural*. 38: 213-218.
- Meurer, F.; Hayashi, C. e Boscolo, W.R. 2003. Digestibilidade aparente de alguns alimentos protéicos pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Rev Bras Zootecn*, 32: 1801-1809.
- Meurer, F.; Hayashi, C.; Costa, M. M.; Freccia, A e Mauerwerk, M. T. 2007. *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-Nilo submetidos a desafio sanitário. *Rev Bras Zootecn*, 36: 1219-1224.

- Meurer, F.; Hayashi, C.; Barbero, L.M.; Santos, L.D.; Bombardelli, R.A. e Colpini, L.M.S. 2008. Farelo de soja na alimentação de tilápias-do-nilo durante o período de reversão sexual. *Rev Bras Zootecn*, 37: 791-794.
- Moraes, A.M.; Seiffert, W.Q.; Tavares, F. e Fracalossi, D.M. 2009. Desempenho zootécnico de tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em tanques-rede, com diferentes rações comerciais. *Rev Sci Agron*, 40: 388-395.
- Mirea, C.; Cristea, V.; Grecu, R.I.; Dediu, L. and Ion, V. 2013. Hematological and biochemical characterization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) reared intensively in a recirculating aquaculture system in relation to water temperature. *Anim Sci Biotech*, 46: 234-237.
- MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura). 2014. Ministério da Pesca e Aquicultura. Produção. Curitiba. 2014. <http://www.mpa.gov.br/index.php/aquicultura/producao> (27/05/2015).
- Nwamba, O.H. and Ogunji, J.O. 2012. Evaluating butterfly larvae (*Bematistes macaria*) meal as fishmeal substitute in diets of African catfish hybrid (Heteroclaras). *Ind J Nat Sci*, 1: 78-84.
- Ogunji, J.O.; Kloas, W.; Wirth, M.; Schulz, C. and Rennert, B. 2006. Housefly maggot meal (magmeal): An emerging substitute of fishmeal in tilapia diets. In: Conference on International Agricultural Research for Development, Bonn. Anais eletrônicos, 1-7 pp. <http://www.tropentag.de/2006/abstracts/full/76.pdf> (27/05/2015).
- Olsen, R.E.; Suontama, J.; Langmyhr, E.; Mundheim, H.; Ringo, E.; Melle, W.; Malde, M.K. and Hemre, G.I. 2006. The replacement of fish meal with Antarctic krill, *Euphausia superba* in diets for Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquacult Nutr*, 1: 280-290.
- Ostrensky, A.; Borghetti, J.R. e Sato, D. 2008. Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer. Brasília. 270-276 pp.
- Pohlentz, C. and Gatlin, D.M. 2014. Interrelationships between fish nutrition and health. *Aquaculture*, 431: 111-117.
- Rumpold, B.A. and Schlüter, O.K. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol Nut Food Res*, 57: 802-823.
- Santos, E. L., Mohaupt Marques Ludke, M. C., Barbosa, J. M., Rabello, C. B. V., Ludke, J. V., Costa Winterli, W. M., e Silva, E. G. 2009. Níveis de farelo de coco em rações para alevinos de tilápia do Nilo. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 10: 390-397.
- Scorvo-Filho, J.D.; Scorvo, C.M.D.F.; Alves, J.M.C. e Souza, F.R.A. 2010. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. *Rev Bras Zootecn*, 39: 112-118.
- Sealey, W.M.; Gaylord, T.G.; Barrows, F.T.; Tomberlin, J.K.; McGuire, M.A.; ROSS, C. and ST-HILAIRE, S. 2011. Sensory analysis of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fed enriched black soldier fly prepupae, *Hermetia illucens*. *J World Aquacult Soc*, 42: 34-45.
- Shiau, S.Y. and Yu, Y.P. 1999. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. aureus*. *Aquaculture*, 179: 439-446.
- SINDIRAÇÕES. 2015. Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal. São Paulo. http://www.sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2015/12/boletim_informativo_do_setor_de_alimentacao_animal_dez2015> (18/04/2016).
- Sokal, R.R. and Rohlf, J. 1995. Biometry: The Principles and practices of statistics in biological research. 3. ed. W.H. Freeman and Company. New York, 887 pp.
- St-Hilaire, S.; Sheppard, C.; Tomberlin, J.K.; Irving, S.; Newton, L.; McGuire, M.A.; Mosley, E.E.; Hardy, R.W. and Sealey, W. 2007. Fly prepupae as a feedstuff for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J World Aquacult Soc*, 38: 59-67.
- Wintrobe, M.M. 1934. Variations on the size and haemoglobin content of erythrocytes in the blood of various vertebrates. *Fol Haematol*, 51: 32-49.
- Wu, G. 2013. Amino acids: biochemistry and nutrition. CRC Press. Boca Raton. 481 pp.