

## Blend de enzimas digestivas sobre crescimento e composição corporal de juvenis de tilápia do Nilo

Veruska Dilyanne Silva Gomes<sup>1</sup>  
José Humberto Vilar da Silva<sup>1</sup>  
José Jordão Filho<sup>1</sup>  
Alda Lúcia de Lima Amâncio<sup>1</sup>  
Patrícia Emília Naves Givisiez<sup>1</sup>  
Fernando Guilherme Perazzo Costa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba

### RESUMO

Com este trabalho objetivou-se avaliar o desempenho e a composição físico-química da carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentados com dietas, com grande proporção de ingredientes vegetais, suplementadas com quatro *blends* enzimáticos. O experimento foi conduzido durante 60 dias com 325 alevinos machos de tilápia do Nilo, pós-indução sexual, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de uma dieta controle (DC); DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease; DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease; DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase, e DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase. Foram avaliados o desempenho, qualidade da carcaça, taxa de crescimento, índices corporais e composição físico-química da carcaça. As tilápias alimentadas com os tratamentos DCBlend3 e DCBlend4, blends contendo alfa-amilase, além de fitase e protease, apresentaram melhores índices corporais e conversão alimentar. O *blend* 4 aumentou o peso final, ganho em peso e taxa de crescimento específico. Recomenda-se a inclusão do *blend* 4 composto por alfa-amilase, fitase e protease em preparados de enzimas para tilápias alimentadas com dietas com grande proporção de ingredientes vegetais.

**Palavras-chave:** aditivos alimentares, biotecnologia, suplementação enzimática

### Blend of digestive enzymes on growth and body composition of juveniles of Nile tilapia

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the performance and physicochemical composition of the carcass of Nile tilapia juveniles fed diets with a high proportion of vegetable ingredients supplemented with four enzymatic blends. The experiment was conducted for 60 days with 325 male post-induction Nile tilapia, distributed in a completely randomized design in five treatments with five replicates. The treatments were composed of a control diet (DC); DCBlend1 = DC + 100ppm phytase + 200ppm protease; DCBlend2 = DC + 100ppm phytase + 400ppm protease; DCBlend3 = DC + 200ppm phytase + 200ppm protease + 133ppm alpha-amylase, and DCBlend4 = DC + 200ppm phytase + 400ppm protease + 200ppm alpha-amylase. The performance, carcass quality, growth rate, body indexes and physicochemical composition of the carcass were evaluated. Tilapia fed with treatments DCBlend3 and DCBlend4, blends containing alpha-amylase, as well as phytase and protease, presented better body indexes and feed conversion. Blend 4 increased final weight, weight gain, and specific growth rate. It is recommended the inclusion of blend 4 with alpha-amylase, phytase and protease in tilapia enzyme preparations fed diets with a high proportion of vegetable ingredients.

**Key words:** food additives, biotechnology, enzyme supplementation



## INTRODUÇÃO

Os aditivos alimentares são adicionados às formulações com várias finalidades, desde melhorar a qualidade sensorial e conservação das rações (como palatabilizantes e antioxidantes) ao aumento da disponibilidade dos nutrientes, com a suplementação enzimática de rações.

A inclusão de enzimas em dietas para peixes, quando adicionadas de forma balanceada, permite melhorar o aproveitamento dos nutrientes presentes nas rações (Tesser et al., 2006), a utilização de ingredientes que apresentem fatores antinutricionais (Oliveira et al., 2007), a eficiência digestiva das enzimas de produção endógena (Soares et al., 2008), reduz o custo com alimentação e serve para mitigar o impacto ambiental gerado pelos sistemas de produção, com a redução de excreção de dejetos na água (Cyrino et al., 2010).

Os peixes onívoros, como a tilápia, são eficientes na síntese endógena de amilase (Baldisserotto, 2009), entretanto, a suplementação das dietas com enzimas exógenas otimiza a digestão do amido, favorecendo a formação de interações mais rápidas e maiores ligações enzima-substrato. No entanto, a adição de amilase em excesso às dietas, pode prejudicar o crescimento e o desenvolvimento dos peixes aumentando as velocidades das reações metabólicas e a sobrecarga do fígado (Nunes et al., 2006).

A adição de fitase em rações para tambaqui, apesar de não influenciar de forma direta parâmetros de desempenho, diminuiu em 21% a excreção de fósforo, reduzindo o impacto ambiental causado por este mineral na qualidade da água no sistema de produção (Brandão et al., 2015).

As proteases são enzimas que atuam na digestão de proteínas, e sua inclusão nas dietas para peixes tem por finalidade auxiliar às enzimas produzidas de forma endógena aumentando a disponibilidade do nutriente, e consequentemente melhorar parâmetros de desempenho como conversão alimentar, taxa de crescimento específico e ganho em peso (Soares et al., 2008).

As enzimas podem ser adicionadas às rações para peixes de forma unitária (Brandão et al., 2015), como complexos enzimáticos formados pela exposição de fungos à substratos específicos (Martins et al., 2016) ou pela elaboração de *blends* a partir de enzimas produzidas de forma individual (Yigit et al., 2016).

Com este trabalho objetivou-se testar a eficiência de quatro *blends* enzimáticos compostos pelas enzimas alfa-amilase, protease e fitase, na melhoria do desempenho e composição físico-química da carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com dietas na forma “on top” contendo alta proporção de ingredientes vegetais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias – CCHSA da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras – PB, por um período de 60 dias. Foram utilizados 325 alevinos machos de tilápia do Nilo, pós-indução sexual, com peso de aproximadamente  $1,64 \pm 0,020$ g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. As instalações experimentais consistiram de um sistema de recirculação fechada, com filtro mecânico e biológico, bomba de sucção, reservatório (1000 litros), dez caixas d'água (310 litros) e vinte e cinco gaiolas de tela, consideradas como unidade experimental. Este estudo faz parte de um projeto que foi submetido para avaliação do Comitê de Ética no uso de animais da Universidade Federal da Paraíba (CEUA-UFPB), sendo aprovado com o número de protocolo 087/2015.

Quatro *blends* enzimáticos foram elaborados a partir da combinação das enzimas digestivas fitase, alfa-amilase e protease, sendo incorporados à dieta controle em substituição ao inerte (Tabela 1) nas seguintes proporções: DC = dieta controle sem suplementação enzimática; DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease; DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease; DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase; e DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase.

A dieta controle foi formulada atendendo as exigências nutricionais para tilápias do Nilo descritas por Furuya (2010). Os ingredientes foram triturados, pesados e misturados (misturador “Y” USIBRAS®), para composição das dietas, as quais foram peletizadas (peletizadora CHAVANTE®) e armazenadas sobre refrigeração.

Os peixes foram alimentados quatro vezes ao dia (8:00h; 11:00h; 14:30h e 17:00h) seguindo uma taxa de arraçoamento de 10% da biomassa, obtida através de biometrias quinzenais. Depois do último fornecimento diário de ração, eram realizadas a limpeza de resíduos sólidos e a renovação de 5% da água no sistema. Diariamente, o pH, oxigênio dissolvido e temperatura foram monitorados com auxílio de peagâmetro (HANNA®) e oxímetro/termômetro (ICEL®).

O teor de amônia total, dureza e alcalinidade foram mensurados semanalmente. Todos os parâmetros de qualidade da água mantiveram-se nos níveis recomendados para tilápia do Nilo (Kubitza, 2000), com os seguintes valores: pH 7,23;

**Tabela 1.** Composição alimentar e nutricional da dieta controle.

Ingredientes (Kg)	Dieta controle
Dieta (%)	
Farelo de soja 45%	54,160
Milho	37,500
Farinha de peixes 55%	3,590
Fosfato bicálcico	2,813
Óleo de soja	1,000
Premix vitamínico e mineral <sup>1</sup>	0,500
Sal	0,100
L-lisina HCL	0,094
Dl-metionina	0,073
L-treonina	0,040
Vitamina C	0,006
BHT	0,020
Inerte	0,100
Composição nutricional (%)	
Energia digestível (Kcal/Kg)	3.036
Proteína bruta	30,0
Matéria seca	88,70
Cálcio	1,10
Cinzas	7,88
Fosforo disponível	0,78
Fosforo total	1,06
Lisina total	1,80
Met.+ cistina total	0,92
Metionina total	0,52
Potássio	1,13
Sódio	0,11
Treonina total	1,18
Vitamina C (mg/Kg)	0,06

<sup>1</sup>Níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 500.000UI; Vit. D3, 200.000UI; Vit. E, 5.000mg; Vit. K3, 1.000mg; Vit. B1, 1.500mg; Vit. B2, 1.500mg; Vit. B6, 1.500mg; Vit. B12, 4.000mg; Ác. Fólico, 500mg; Pantotenato Ca, 4.000mg; Vit. C, 15.000mg; Biotina, 50mg; Inositol, 10.000; Nicotinamida, 7.000; Co, 10mg; Cobre, 500mg; Fe, 5.000mg; I, 50mg; Mn, 1500mg; Se, 10mg; Zn, 5.000mg.

oxigênio dissolvido 7,036 mg/l; temperatura 26,27°C e amônia total 0,625 (ppm); dureza 54,8 mg/l e alcalinidade 13,2mg/l.

Ao final do experimento as tilápias foram submetidas a 12 horas de jejum para esvaziamento do trato digestório, posteriormente, dez peixes por unidade experimental foram insensibilizados por imersão em gelo, abatidos, pesados, medidos e eviscerados para análises dos índices corpóreos e rendimento de carcaça.

As variáveis de desempenho avaliadas foram o peso final (PF), ganho em peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), comprimento total final (CTF) medido do focinho ao final da nadadeira caudal, ganho em comprimento total (GCT), comprimento padrão final (CPF) medido do focinho ao início da nadadeira caudal, ganho em comprimento padrão (GCP). Também foram tomadas as medidas a altura (medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal), largura (medida à frente do 1º raio da nadadeira dorsal) e a taxa de crescimento específico =  $[(\text{In peso final} - \text{In peso inicial}) \div \text{tempo}] \times 100$ .

Foram avaliados o rendimento de carcaça e os índices hepatossomático:  $[(\text{peso do fígado} \div \text{peso da carcaça}) \times 100]$ , lipossomático:  $[(\text{peso da gordura intraperitoneal} \div \text{peso da carcaça}) \times 100]$  e viscerossomática:  $(\text{peso das vísceras} \div \text{peso da carcaça}) \times 100$ .

Para avaliação físico-química, três peixes inteiros foram triturados e homogeneizados gerando uma amostra composta por unidade experimental. A composição da carcaça foi feita utilizando-se a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemistry – AOAC (2000), sendo realizadas em triplicata ao teor de umidade (%), cinzas (%), lipídeos totais (%) e proteína bruta (%).

Os dados obtidos foram analisados pelo teste F e, em caso de diferenças significativas as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso final (38,08g) foi maior para os peixes que receberam a dieta DCBlend4. A inclusão das enzimas fitase, alfa-amilase e protease na forma da *blend4* pode ter favorecido o peso final e o ganho em peso das tilápias ao disponibilizar maior quantidade de nutrientes dos ingredientes da ração, ou os substratos interligados que não são digeridos normalmente pelas enzimas de origem endógena. O consumo de ração das tilápias que receberam a dieta contendo o *Blend4* foi superior ( $P \leq 0,05$ ) ao consumo das tilápias dos outros tratamentos, enquanto menores valores para consumo de ração foram observados nos tratamentos DC e DCblend1 (tabela 2).

O fornecimento de ração para peixes em sistema de produção é, na maioria das vezes, calculado em função da biomassa do viveiro ou tanque, desde modo, conforme os peixes ganharam peso ao longo do período do experimento, a biomassa de cada unidade experimental foi quantificada quinzenalmente e o fornecimento de ração foi baseado na taxa de arraçoamento de 10% para todos os tratamentos.

Desde forma, apesar de haver um aumento no consumo de ração das tilápias alimentadas com o DCblend4 também apresentaram o maior ganho de peso, refletindo em uma melhor conversão alimentar (CA), quando comparada com a conversão alimentar das tilápias alimentadas com a dieta controle e DCBlend1. No entanto, as dietas DCBlend2 e DCBlend3 apresentaram resultados intermediários para conversão alimentar, não diferindo de nenhum outro tratamento ( $P > 0,05$ ).

Em experimento realizado com juvenis de tilápia do Nilo, Moura et al. (2012), observaram melhores resultados para o peso final e ganho em peso dos peixes alimentados com dietas com inclusão de até 0,025% de um complexo enzimático SSF formado por carboidrases, fitase e protease, sugerindo que a inclusão dessas enzimas promove resultados benéficos à produção da espécie.

A maior taxa de crescimento específico (5,407 %/dia) foi encontrada nos juvenis de tilápia que consumiram o tratamento DCBlend4, contendo os maiores níveis de fitase (200ppm), protease (200ppm) e alfa-amilase (200ppm) sugerindo que a suplementação da dieta controle com o *blend 4* estimulou o crescimento dos peixes na fase juvenil, além de melhorar a eficiência alimentar representada pela melhor conversão alimentar. Segundo Carmo et al. (2008) peixes jovens apresentam ganho de peso mais rápido quando comparados aos mais velhos, fator associado, principalmente, a proporção corporal e o crescimento muscular.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com Adeoye et al. (2016), que ao avaliar a suplementação de fitase, protease e carboidrases em dietas para tilápia do Nilo, constataram incremento no peso final e taxa de crescimento específico dos peixes alimentados com as dietas suplementadas com fitase ou protease, atribuindo os valores obtidos a um melhor aproveitamento dos nutrientes presentes na ração, pela atuação das enzimas digestivas avaliadas.

O comprimento total final e ganho em comprimento total foram maiores ( $P \leq 0,05$ ) para as tilápias que consumiram as dietas DCBlend3 e DCBlend4, conforme apresentado na Tabela 3.

O comprimento padrão foi maior nas tilápias alimentadas com as dietas DCBlend3 (9,62 cm) e DCBlend4 (9,71 cm), no entanto, não houve diferença significativa entre os valores obtidos com a DCBlend3 e DCBlend2 (9,30 cm). O ganho em comprimento padrão foi maior para as tilápias que receberam as dietas DCBlend3 (5,93 cm) e DCBlend4 (6,02 cm). Estes resultados podem ser atribuídos a propriedade das enzimas digestivas exógenas de melhorar a disponibilidade de nutrientes presentes nas rações, havendo assim, maior digestão e absorção de nutrientes pelo animal, que poderão ser direcionados para a produção de tecidos. Neste âmbito, Oliveira et al. (2007) validam que a utilização de complexos enzimáticos em dietas para tilápias influencia de forma positiva os coeficientes de digestibilidade das rações e índices de crescimento.

Efeito significativo da dieta sobre os valores médios de altura final, ganho em altura, largura final e ganho em largura

**Tabela 2.** Peso inicial (PI), peso final (PF), ganho em peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e taxa de crescimento específico (TCE) de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo enzimas exógenas.

Dietas	PI (g)	PF (g)	GP (g)	CR (g)	CA (g)	TCE (%/dia)
DC <sup>1</sup>	1,627 <sup>a</sup>	31,210 <sup>d</sup>	29,582 <sup>d</sup>	46,814 <sup>d</sup>	1,57 <sup>b</sup>	4,923 <sup>d</sup>
DCBlend1 <sup>2</sup>	1,635 <sup>a</sup>	32,220 <sup>d</sup>	30,584 <sup>d</sup>	48,331 <sup>d</sup>	1,57 <sup>b</sup>	4,967 <sup>d</sup>
DCBlend2 <sup>3</sup>	1,653 <sup>a</sup>	35,029 <sup>c</sup>	33,376 <sup>c</sup>	52,544 <sup>c</sup>	1,56 <sup>ab</sup>	5,089 <sup>c</sup>
DCBlend3 <sup>4</sup>	1,641 <sup>a</sup>	38,081 <sup>b</sup>	36,439 <sup>b</sup>	57,122 <sup>b</sup>	1,56 <sup>ab</sup>	5,239 <sup>b</sup>
DCBlend4 <sup>5</sup>	1,655 <sup>a</sup>	42,466 <sup>a</sup>	40,810 <sup>a</sup>	63,699 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	5,407 <sup>a</sup>
CV (%)	1,43	1,69	1,76	1,69	1,35	6,0

<sup>1</sup>DC = dieta controle sem suplementação enzimática, <sup>2</sup>DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease, <sup>3</sup>DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease,

<sup>4</sup>DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase, <sup>5</sup>DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase.

\*Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey



**Tabela 3.** Medidas de Comprimento total final (CTF), Ganho comprimento total (GCT), Comprimento padrão final (CPF) e Ganho comprimento padrão (GCP) de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo enzimas exógenas<sup>1</sup>.

Dietas <sup>2</sup>	CTF (cm)	GCT (cm)	CPF (cm)	GCP (cm)
DC	11,070 <sup>c</sup>	6,555 <sup>c</sup>	9,007 <sup>c</sup>	5,322 <sup>c</sup>
DCBlend1	11,127 <sup>c</sup>	6,613 <sup>c</sup>	9,143 <sup>c</sup>	5,457 <sup>c</sup>
DCBlend2	11,594 <sup>b</sup>	7,080 <sup>b</sup>	9,305 <sup>bc</sup>	5,619 <sup>bc</sup>
DCBlend3	12,128 <sup>a</sup>	7,614 <sup>a</sup>	9,625 <sup>ab</sup>	5,939 <sup>ab</sup>
DCBlend4	12,210 <sup>a</sup>	7,696 <sup>a</sup>	9,710 <sup>a</sup>	6,024 <sup>a</sup>
CV (%)	1,14	1,86	1,77	2,93

<sup>1</sup>Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>2</sup>DC = dieta controle sem suplementação enzimática, DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease, DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease, DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase, DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase.

(Tabela 4) foram observados, onde, as dietas DCBlend3 (Dieta controle + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase) e DCBlend4 (dieta controle + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase) proporcionaram médias superiores.

As relações entre largura/altura podem indicar maior deposição de carne aumentando o filé, corte com alto valor comercial (BOSCOLO et al., 2001), o que torna o peixes desejáveis para a indústria especializada em filetagem, pois, maior ganho em altura e largura pode indicar melhores rendimentos de filé.

O rendimento de carcaça e o índice viscerossomático não foram influenciados pela suplementação enzimática ( $P > 0,05$ ). O índice hepatossomático das tilápias que receberam a dieta com a maior adição de enzimas (DCBlend4) foi menor do que o obtido pelas tilápias que receberam a dieta sem enzimas (Tabela 5).

O menor peso do fígado em relação a carcaça observado nas tilápia que receberam a dieta com a *blend4*, pode indicar que a maior disponibilidade de nutrientes associada com uma possível redução de fatores antinutricionais da dieta reduziu a sobrecarga de metabolização neste órgão.

O fígado é um órgão importante no metabolismo de nutrientes, sendo considerado ótimo indicador de patologias relacionadas a nutricional (Honorato et al., 2013). Alterações na aparência, tamanho e histologia estão geralmente associados a grande atividade das células do fígado em decorrência da presença de algum composto químico ou ausência de alguma substância (Takashima & Hibiya, 1995).

O índice lipossomático, que mede a porcentagem de gordura visceral, apresentou valores mais altos nos juvenis que receberam as dietas DCBlend3 (0,618%) e DCBlend4 (0,535 %). A gordura visceral está diretamente ligada ao teor de reservas energéticas dos peixes, uma deposição excessiva de gordura nas vísceras pode indicar desbalanço na relação energia/proteína das dietas, podendo reduzir o rendimento de carcaça (Figueiredo et al., 2014). No entanto, na presente pesquisa não foi observada deposição excessiva de gordura visceral, visto que, não houve diferença no rendimento de carcaça, evidenciando que o incremento do índice lipossomático pode está relacionado com a atuação eficiente da enzima alfa-amilase sobre o amido, disponibilizando maior quantidade de carboidratos simples que foram armazenados como reservas energéticas.

As tilápias que cosumiram as dietas DCBlend1 e DCBlend2 apresentaram menor índice lipossomático, ou seja, menor deposição de gordura visceral em relação a carcaça. Este parâmetro pode está relacionado a ausência de alfa-amilase nas dietas e a atuação da enzima protease na liberação de aminoácidos com utilização das cadeias de carbono destes para demandas energéticas, visto que, segundo o NRC (2011) uma particularidade dos peixes é utilizar proteína e lipídios da dieta como fonte energética devido a escassez de carboidratos no ambiente aquático.

A gordura presente nas vísceras da tilápia também pode ser direcionada para outros nichos de mercado visando atender uma demanda específica, como a produção de energias renováveis com a utilização do óleo extraído da gordura visceral para a produção de biodiesel (Mota et al., 2014).

**Tabela 4.** Medidas de crescimento corporal de tilápias do Nilo alimentadas com dietas contendo enzimas exógenas<sup>1</sup>.

Dietas <sup>2</sup>	Altura final	Ganho em altura	Largura final	Ganho em largura
	(cm)			
DC	3,095 <sup>b</sup>	1,970 <sup>b</sup>	1,301 <sup>b</sup>	0,601 <sup>b</sup>
DCBlend1	3,158 <sup>b</sup>	2,033 <sup>b</sup>	1,369 <sup>b</sup>	0,669 <sup>b</sup>
DCBlend2	3,180 <sup>b</sup>	2,055 <sup>b</sup>	1,386 <sup>b</sup>	0,686 <sup>b</sup>
DCBlend3	3,540 <sup>a</sup>	2,415 <sup>a</sup>	1,500 <sup>a</sup>	0,800 <sup>a</sup>
DCBlend4	3,610 <sup>a</sup>	2,485 <sup>a</sup>	1,600 <sup>a</sup>	0,900 <sup>a</sup>
CV (%)	2,75	4,17	3,29	6,36

<sup>1</sup>Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>2</sup>DC = dieta controle sem suplementação enzimática, DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease, DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease, DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase, DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase.

**Tabela 5.** Rendimento de carcaça (RC), Índice viscerossomático (IVS), Índice hepatossomático (IHS) e Índice lipossomático (ILS) de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo enzimas exógenas<sup>1</sup>.

Dietas <sup>2</sup>	Índices corporais (%)			
	RC	IVS	IHS	ILS
DC	80,95 <sup>a</sup>	12,34 <sup>a</sup>	2,455 <sup>a</sup>	0,589 <sup>ab</sup>
DCBlend1	81,52 <sup>a</sup>	12,74 <sup>a</sup>	2,090 <sup>ab</sup>	0,409 <sup>b</sup>
DCBlend2	81,57 <sup>a</sup>	11,01 <sup>a</sup>	1,977 <sup>ab</sup>	0,416 <sup>b</sup>
DCBlend3	81,57 <sup>a</sup>	12,74 <sup>a</sup>	2,174 <sup>ab</sup>	0,618 <sup>a</sup>
DCBlend4	81,99 <sup>a</sup>	12,50 <sup>a</sup>	1,758 <sup>b</sup>	0,535 <sup>ab</sup>
CV (%)	2,0	6,84	12,93	16,48

<sup>1</sup>Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>2</sup>DC = dieta controle sem suplementação enzimática, DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease, DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease, DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase, DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase.

**Tabela 6.** Composição físico-química da carcaça de juvenis de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo enzimas exógenas<sup>1</sup>.

Dietas <sup>2</sup>	Umidade	Cinzas	Lipídeos totais	Proteína bruta
	(% )			
DC	73,98 <sup>ab</sup>	13,75 <sup>a</sup>	24,92 <sup>a</sup>	52,01 <sup>b</sup>
DCBlend1	68,26 <sup>b</sup>	13,51 <sup>a</sup>	26,85 <sup>a</sup>	52,67 <sup>b</sup>
DCBlend2	74,52 <sup>a</sup>	13,17 <sup>a</sup>	24,90 <sup>a</sup>	56,14 <sup>a</sup>
DCBlend3	73,94 <sup>ab</sup>	12,87 <sup>a</sup>	26,19 <sup>a</sup>	53,59 <sup>ab</sup>
DCBlend4	73,58 <sup>ab</sup>	13,77 <sup>a</sup>	25,69 <sup>a</sup>	53,35 <sup>ab</sup>
CV (%)	3,61	3,82	3,26	5,45

<sup>1</sup>Médias na mesma coluna seguidas de letras distintas diferem ( $P \leq 0,05$ ) pelo teste Tukey. <sup>2</sup>DC = dieta controle sem suplementação enzimática, DCBlend1 = DC + 100ppm fitase + 200ppm protease, DCBlend2 = DC + 100ppm fitase + 400ppm protease, DCBlend3 = DC + 200ppm fitase + 200ppm protease + 133ppm alfa-amilase, DCBlend4 = DC + 200ppm fitase + 400ppm protease + 200ppm alfa-amilase.

Os teores de umidade da carcaça dos juvenis não apresentaram diferença entre a dieta controle (DC) e as dietas suplementadas com enzimas exógenas, havendo diferença apenas entre as dietas DCBlend1 (Dieta controle + 100ppm fitase + 200ppm protease) e DC Blend2 (Dieta controle + 100ppm fitase + 400ppm protease), as quais variavam em sua composição quanto a quantidade da enzima protease (Tabela 6).

As tilápias não apresentaram diferença entre os teores de cinzas e lipídeos da carcaça em função da suplementação ou não com aditivos enzimáticos. Signor et al. (2010), ao testar a eficiência de um complexo enzimático (composto por protease, fitase, lipase e carboidrases) na alimentação de tilápias do nilo, também não observaram efeito significativo do complexo em função dos teores de umidade, proteína bruta e material mineral da carcaça. Embora não significativo, os teores de lipídeos nas carcaças das tilápias aumentaram, respectivamente, em 5,1 e 3,0% com a adição dos *blends* enzimáticos 3 e 4 que, além de fitase e protease, continham amilase.

As tilápias que consumiram a dieta DCBlend2 (Dieta controle + 100ppm fitase + 400ppm protease) obtiveram aumento na quantidade de proteína bruta (%) da carcaça, quando comparadas a dieta sem suplementação enzimática (DC) e a dieta DCBlend1 (Dieta controle + 100ppm fitase + 200ppm protease).

A maior disponibilidade de aminoácidos obtida através da adição, em maior quantidade, de protease nas rações pode ter contribuído para o aumento da deposição de proteína na carcaça dos peixes alimentados com as dietas DCBlend2, quando comparadas as tilápias alimentadas com as dietas DC e DCBlend1. Porém, não houve diferença na porcentagem de umidade e proteína bruta na carcaça das tilápias que consumiram as dietas contendo as três enzimas (protease, fitase e alfa-amilase).

A adição conjunta de enzimas na dieta de peixes demanda benefícios como os destacados por Oliveira et al. (2007) ao observarem que a adição de misturas enzimáticas permite que enzimas atuem de forma simultânea, cada uma em seu substrato específico, possibilitando maior disponibilidade de nutrientes que podem ser prontamente absorvidos.

## CONCLUSÃO

Tilápias juvenis têm melhor desempenho produtivo alimentadas com dietas “on top” suplementadas com *blend* composto por 200ppm de fitase, 400ppm de protease e 200ppm de alfa-amilase.

## LITERATURA CITADA

Adeoye, A. A., Jaramillo-Torres, A., Fox, S. W., Merrifield, D. L., Davies, S. J. Supplementation of formulated diets for tilapia (*Oreochromis niloticus*) with selected exogenous enzymes: Overall performance and effects on intestinal histology and microbiota. *Animal Feed Science and Technology*, v. 215, p. 133-143, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2016.03.002>

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official methods of analysis. 16th ed. Arlington (VA), USA: Association of Official Analytical Chemists. 2000.

Baldissarroto, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. 2 ed. Santa Maria: Editora da UFSM, 2009.

Boscolo, W. R.; Hayashi, C.; Soares, C. M. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000600001>

Brandão, L. V., Tenório, G. L. O., Brandão, V. M. D., de Oliveira Costa, L. C., Junior, G. P. P., Roubach, R. Influência da adição de fitase em dietas para tambaqui. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 41, n. 4, p. 1025-1032, 2015.

Carmo, J. L., Ferreira, D. A., da Silva Júnior, R. F., de Souza Santos, R. M., de Souza Correia, E. Crescimento de três linhagens de tilápia sob cultivo semi-intensivo em viveiros. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 2, 2008.

Cyrino, J. E. P.; Bicudo, A. J. A.; Sado, R. Y.; Borghesi, R.; Dairiki, J. K. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.68-87, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300009>

Figueiredo, R. A. C. R., Souza, R. C., Bezerra, K. S., Campeche, D. F. B., Campos, R. M. L., Souza, A. M., Melo, J. F. B. Relação proteína:carboidrato no desempenho e metabolismo de juvenis de pacamã (*Lophiosilurus alexandri*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 66, n. 5, p. 1567-1576, 2014. <https://doi.org/10.1590/1678-6454>

Furuya, W. M. Tabelas Brasileiras para a Nutrição de Tilápias. Toledo: GFM. 100p. 2010.

Honorato C.A., Assano M., Cruz C., Carneiro D.J., Machado M.R.F. Histologia do intestino de tilápia do Nilo alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. *Nucleus Animalium*. v. 1, n. 5, p. 85-92. 2013. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.771>

Kubitza, F. Tilápia: tecnologia e planejamento na produção comercial. Jundiaí SP edição do autor, p.19, 2000.

Martins, M. G., de Souza Moura, G., Ferreira, T. A., Ferreira, A. L., Santos, T. G., Pedreira, M. M. Inclusão de complexo enzimático SSF em rações para juvenis de tambacu. *Archives of Veterinary Science*, v. 21, n. 1, 2016.

Mota, F. A., dos Santos, F. F. P., da Silva, A. A., Malveira, J. Q., Costa Filho, J. T. Desenvolvimento de uma unidade piloto destinada a extração do óleo de vísceras de tilápia para posterior utilização na cadeia produtiva de biodiesel. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, v. 4, n. 3, p. 1252-1269, 2014. <https://doi.org/10.7198/S2237-0722201400030019>

Moura, G.S.; Lanna, E.A.T.; Filer, K.; Falkoski, D.L.; Donzele, J.L.; Oliveira, M.G.A.; Rezende, S.T. Effects of enzyme complex SSF (solid state fermentation) in pellet diets for Nile tilapia. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.41, n.10, p.2139-2143, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012001000001>

NRC. Nutrient Requirement of Warm Fishes and Shellfishes. Washington, D.C. Nutrient Requirement of domestic Animals National Academy of Science – National Research Council, 2011.

- Nunes, E.S.S.; Cavero, A.S.; Manoel Pereira-Filho, M.; Roubach, R. Enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de tambaqui. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.41, n.1, p.139-143, jan. 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000100019>
- Oliveira, G. R.; Logato, P. V. R.; Freitas, R. T. F.; Rodrigues, P. B.; Elias Tadeu Fialho, E. T.; Diodatti, F. C. Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia-do-nylo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.6, p.1945-1952, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000900001>
- Signor, A. A.; Boscolo, W.R.; Bittencourt, F.; Feiden, A.; Gonçalves, G.S.; Freitas, J.M.A. Desempenho de juvenis de Tilápia-do-nylo alimentados com rações contendo complexo enzimático. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.5, p.977-983, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000500006>
- Soares, E.C.; Pereira Filho, M.; Roubach, R.; Silva, R.C.S. Protease exógena em dietas para juvenis de tucunaré-paca (*Cichla sp.*). Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.6, p.971-976, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600003>
- Takashima, F.; Hibiya, T. An atlas of fish histology normal and pathological features. 2.ed. Kodansha: Gustav Fischer Verlag, 1995.
- Tesser, M. B.; Flores-Quintana, C. I.; Carneiro, D. J.; Pizauro Junior, J. M.; Portella, M. C. Suplementação de enzimas exógenas em dieta microparticulada para larvicultura do pacu. Revista Brasileira de Zootecia, v.35, n.6, p.2211-2218, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000800003>
- Yigit, N. O., Bahadir Koca, S., Didinen, B. I., Diler, I. Effect of protease and phytase supplementation on growth performance and nutrient digestibility of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) fed soybean meal-based diets. Journal of Applied Animal Research, p. 1- 4, 2016. <https://doi.org/10.1080/09712119.2016.1256292>