

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - UFMA

CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA – CCCh

CURSO DE ZOOTECNIA

VANILSA CHAVES DE SOUSA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL NA DIETA DE TAMBATINGA
DE 20 A 100 GRAMAS, SOBRE DEPOSIÇÕES CORPORAIS E EFICIÊNCIA
DE RETENÇÃO DE NITROGÊNIO**

CHAPADINHA - MA

2023

VANILSA CHAVES DE SOUSA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL NA DIETA DE TAMBATINGA
DE 20 A 100 GRAMAS, SOBRE DEPOSIÇÕES CORPORAIS E EFICIÊNCIA
DE RETENÇÃO DE NITROGÊNIO**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito para obtenção do grau em Bacharel em
Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio
Delmondes Bomfim

CHAPADINHA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Chaves de Sousa, Vanilisa.

NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL NA DIETA DE TAMBATINGA DE 20 A 100 GRAMAS, SOBRE DEPOSIÇÕES CORPORAIS E EFICIÊNCIA DE RETENÇÃO DE NITROGÊNIO / Vanilisa Chaves de Sousa. - 2023.

31 p.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim.
Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,
Universidade Federal do Maranhão, CCCh, 2023.

1. Aminoácidos essenciais. 2. Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus. 3. Proteína ideal. I. Delmondes Bomfim, Marcos Antonio. II. Título.

VANILSA CHAVES DE SOUSA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL NA DIETA DE TAMBATINGA
DE 20 A 100 GRAMAS, SOBRE DEPOSIÇÕES CORPORAIS E EFICIÊNCIA
DE RETENÇÃO DE NITROGÊNIO**

Trabalho apresentado ao Curso de Zootecnia da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito para obtenção do título de Zootecnista.

Aprovado em: ___/___/___

Banca examinadora:

Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Orientador)

Doutor em Zootecnia
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr^a. Jane Mello Lopes

Doutora em Ciências
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Maylanne Sousa de Lima

Zootecnista
Programa de Pós-graduação em Ciência Animal (PPGCA)

CHAPADINHA-MA

2023

Dedico aos meus pais, Sônia Chaves e Vicente Birmaques (*in memoriam*), por todo amor e apoio durante toda a vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre esteve comigo, e me manteve de pé diante de tantos obstáculos.

Aos meus pais, Sônia Chaves e Vicente Birmaques, por serem minha fortaleza, meu alicerce e por nunca deixarem desistir, me apoiando e me amando.

Aos meus irmãos Vinicius Chaves, Vanessa Chaves e Vladimir Chaves, por todo o amor e apoio recebido, por sempre torcerem pelo meu sucesso mesmo à distância.

A minha linda sobrinha Ayla de Sousa, por ser amor e luz, com toda sua pureza e carinho me manteve forte na jordana, por mesmo sem ter consciência foi o motivo de tudo.

As minhas amigas da vida, Katarina Lopes e Luana do Nascimento, que desde 2016 tem sido como irmãs, apoiando, amando e torcendo, por terem acreditado em mim mais do que eu.

Aos meus antigos companheiros de república que tornaram essa caminhada mais leve, José Augusto Furtado, Luiz Alberto Melo e Anailson Maciel e aos meus amigos, Amanda França, Fernando Freitas, Lourrana Diogo e Marlon Soares pelo companheirismo ao logo desses anos, fazendo total diferença em minha vida.

A minha dupla dinâmica, minha companheira e amiga, Gabrielle de Melo, compartilhamos lágrimas e risos, trabalhos e insônia, angústias e conquista, sem essa amizade, não teríamos concluído.

A recente amizade de Eryka Conceição e George Lima que foram pessoas fundamentais nessa etapa final do curso, trazendo risos e leveza nos momentos ruins.

Ao meu companheiro especial Bruno Gonçalves, pela paciência e carinho.

Ao Centro de Ciências de Chapadinha e todos os profissionais da instituição, por colaborarem de forma significativa.

Aos amigos do grupo de pesquisa LANUMA e todos os participantes e em especial Maylanne Lima, Maylla Lima, Vanessa Ferreira, Geisiane Sousa, Rafael Marchão, Maiane Ferreira, Marcos Vinicius, Milena Veiga, Luana Ferreira e demais integrantes, por toda contribuição de maneira significativa para minha formação acadêmica e profissional, pelos bons momentos e risos partilhados.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela paciência, disponibilidade e confiança em mim depositados.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelas bolsas de iniciação científica concedidas.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

“A vida é para quem é corajoso o suficiente para se arriscar e humilde o bastante para aprender.”

(Clarice Lispector)

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível sobre deposições corporais e eficiência de retenção de nitrogênio corporal de tambatinga com peso de 20 a 100 gramas. Foram utilizados 350 juvenis, com peso médio inicial de $27,74 \pm 0,42$ g, em experimento com delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, com cinco repetições por tratamento e dez peixes por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais com diferentes níveis de triptofano digestível (0,250; 0,275; 0,300; 0,325; 0,350; e 0,375%) formuladas utilizando-se a técnica da “diluição de dietas”. Para a dieta controle, adicionou-se um tratamento constituído do menor nível avaliado (0,250%) acrescido de 0,051% de L-triptofano (0,300%). Os peixes foram distribuídos e alimentados à vontade seis vezes ao dia, durante 55 dias ininterruptos. Observou-se que os animais alimentados com a dieta controle (0,300%) apresentaram maiores deposições de proteína corporal e eficiência de retenção de nitrogênio em relação aos alimentados com a ração contendo o menor nível de triptofano avaliado (0,250%). A elevação dos níveis de triptofano digestível aumentou de forma quadrática as deposições de umidade e proteína corporal até os níveis estimados de 0,318% e 0,326% de triptofano digestível, respectivamente. Para a eficiência de retenção de nitrogênio houve redução de forma quadrática até o nível estimado de 0,293% de triptofano digestível. Já para a deposição de gordura corporal, o aumento dos níveis de triptofano digestível nas dietas proporcionou redução de forma linear. Conclui-se que a recomendação do nível de triptofano digestível em rações para tambatinga na fase entre 20 e 100 g é de 0,326%, correspondendo a 0,352% de triptofano total, por proporcionar maior deposição de proteína corporal.

Palavras-chaves: Aminoácidos essenciais. *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*. Proteína ideal.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effects of dietary levels of digestible tryptophan on body deposition and efficiency of body nitrogen retention in tambatingas in the phase between 20 and 100 grams. 350 juveniles were used, with an average initial weight of 27.74 ± 0.42 g, in an experiment with a completely randomized design, consisting of seven treatments, with five replications per treatment and ten fish per plot. The treatments consisted of six experimental diets with different levels of digestible tryptophan. (0,250; 0,275; 0,300; 0,325; 0,350; e 0,375%) formulated using the “diet dilution” technique. For the control diet, a treatment consisting of the lowest level evaluated (0.250%) plus 0.051% L-tryptophan (0.300%) was added. The fish were distributed and fed ad libitum six times a day, for 55 uninterrupted days. It was observed that animals fed the control diet (0.300%) showed greater body protein deposition and nitrogen retention efficiency compared to those fed the diet containing the lowest level of tryptophan evaluated (0.250%). Increasing digestible tryptophan levels quadratically increased body moisture and protein depositions to estimated levels of 0.318% and 0.326% of digestible tryptophan, respectively. For nitrogen retention efficiency, there was a quadratic reduction to the estimated level of 0.293% of digestible tryptophan. As for body fat deposition, increasing levels of digestible tryptophan in diets provided a linear reduction. . It is concluded that the recommended level of digestible tryptophan in feed for tambatinga in the phase between 20 and 100 g is 0.326%, corresponding to 0.352% of total tryptophan, as it provides greater deposition of body protein.

Keywords: Essential amino acids. *Colossoma macropomum* x *Piaractus*. *Brachypomus*. Ideal protein.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Representação gráfica da deposição de proteína corporal de tambatinga com peso de 20 a 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração..... 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Aminoácidos essenciais e não essenciais, seguidos de suas siglas.....	15
Tabela 2 - Exigência de Triptofano digestível para diferentes espécies de peixes.....	17
Tabela 3 - Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural).....	20
Tabela 4 – Deposições de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.	22
Tabela 5 – Equações de regressão, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis deposição de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de tambatinga na fase entre 20 e 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.....	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
1.2	Tambatinga (<i>C. macropomum</i> x <i>P. brachypomus</i>).....	14
2.2	Proteína e aminoácidos para peixes	15
3.2	Triptofano.....	16
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Geral.....	17
3.2	Específicos	17
4	MATERIAL E MÉTODOS	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6	CONCLUSÃO	24
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXO ÚNICO.....	29

1. INTRODUÇÃO

Os peixes amazônicos redondos como o tambaqui, pirapitinga e pacu se destacam na piscicultura brasileira. Do cruzamento destas espécies surgem híbridos, com grande potencial para o cultivo comercial, como o tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomum*) que é um híbrido obtido do cruzamento da fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) com o macho da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) (Sousa *et al.*, 2021).

Quando comparado as suas espécies parentais, o peixe tambatinga apresenta superioridade em produtividade, crescimento e maior resistência as doenças. Ele pode apresentar melhor conversão alimentar e rendimento de carcaça do que o tambaqui (Paula *et al.*, 2009).

Apesar da proteína ser o item mais caro nas dietas para peixes, atualmente maior parte dos trabalhos estão voltados para a determinação das exigências de aminoácidos essenciais (Marchão *et al.*, 2020; Aroucha *et al.*, 2023; Costa *et al.*, 2021). Isso se justifica pelo fato de os peixes apresentarem exigência metabólica em aminoácidos (essenciais e não essenciais) e não em proteína. Além disso, uma ração formulada com base apenas em proteína pode não garantir o atendimento das necessidades nutricionais para todos os aminoácidos, em especial os essenciais (NRC, 2011; Silva *et al.*, 2018).

Dentre os aminoácidos essenciais que podem ser limitantes em rações práticas, o triptofano, além de ser um aminoácido utilizado na formação de proteína corporal, é precursor do neurotransmissor serotonina (5-hidroxitriptamina), que está relacionado com a diminuição ou supressão de interações agressivas e canibalismo em larvas e alevinos em espécies de peixes, e do antioxidante melatonina (Aldegunde *et al.*, 2000; Li *et al.*, 2008; Rostagno *et al.*, 2011; Takishita, 2012).

Ressalte-se que a exigência de um aminoácido varia em função da faixa de peso (Furuya *et al.*, 2010; NRC, 2011). Desta forma, para otimização da utilização da proteína dietética, os estudos para determinação de exigência em aminoácidos devem ser realizados considerando as diferentes fases/faixas de peso utilizadas durante a criação.

A formulação de dietas pela técnica de diluição das dietas proposta por Fisher; Morris (1970), consiste em diluir duas dietas, uma isenta de proteína com alto teor

energético e outra com alto teor de proteína e deficiência do aminoácido teste, assim se obtém dietas com níveis intermediários de aminoácido teste (Sousa *et al.*, 2021; Siqueira *et al.*, 2013, NRC, 2011).

Observa-se escassez sobre informações referente à exigência de triptofano para tambatinga, assim como estudos que relatam os efeitos de níveis de triptofanos sobre deposições corporais e retenção de nitrogênio. Em função do exposto, justifica-se a necessidade de determinar a exigência de triptofano para essa espécie, considerando que a mesma varia em função da faixa de peso.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*)

Dentre os peixes nativos, a produção de híbrido apresentou crescimento nos últimos anos. O cruzamento entre espécies de peixes nativas é uma técnica para produzir híbridos que possam expressar maiores índices zootécnicos quando comparado às espécies parentais (Bomfim *et al.*, 2020). Em 2020 (IBGE), os híbridos tambacu e tambatinga produziram 43,4 mil toneladas, correspondendo a 7,9% da produção nacional.

O tambatinga é um híbrido resultante do cruzamento entre a fêmea do tambaqui (*Colossoma macropomum*) e o macho pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) (Hashimoto *et al.*, 2012), apresenta hábito alimentar onívoro, podendo ser frugífero-herbívoro (Cruz *et al.*; 2006). O *Colossoma macropomum* (tambaqui) é considerado o segundo maior peixe de escama da bacia Amazônica (Gomes *et al.*; 2010) e o *Piaractus brachypomus* (pirapitinga) apresenta rápido crescimento, rusticidade, resistente a elevadas temperaturas, manejo e baixos níveis de oxigênio dissolvido (Vásquez-Torres, 2005).

Como características anatômicas, o tambatinga apresenta o corpo alto comprimido lateralmente, de coloração clara com a extremidade das nadadeiras caudal e anal avermelhadas (Silva, 2016), seu aparelho bucal é composto por oito dentes, sendo distribuídos por seis na parte dentígera inferior e dois dentes pronunciados (Alencar Araripe, 2009).

2.2 Proteína e aminoácidos para peixes

As proteínas são constituídas por aminoácidos que apresentam importantes funções para o organismo dos peixes. Elas participam na formação e manutenção de tecidos e órgãos, na formação de anticorpos, hormônios, enzimas e atuam no transporte de minerais (Lima *et al.*, 2015; Paulino, 2018).

A proteína é o nutriente mais exigido nas dietas e o mais oneroso, contudo, os peixes só conseguem utilizar a proteína da dieta de forma eficaz se os aminoácidos que a compõem estiverem em devido equilíbrio (Bomfim *et al.*, 2020), pois assim como outros animais não ruminantes, os peixes não possuem exigência metabólica nutricional em proteína bruta especificamente, mas do balanceamento adequado de aminoácidos essenciais e não essenciais (Wilson, 2002; Gonçalves *et al.*, 2009; Takishita *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2016).

Nutricionalmente, os aminoácidos são classificados em essenciais e não essenciais (Tabela 1). Os aminoácidos que podem ser sintetizados endogenamente por peixes, através da proteína da dieta são classificados de aminoácidos não essenciais (Wilson, 2002). Os aminoácidos essenciais não são sintetizados ou apresentam uma síntese abaixo da exigência do animal, portanto, obrigatoriamente devem ser suplementados na dieta, (Marchão, 2018) em níveis suficientes que consigam suprir a exigência do animal e possa garantir as funções fisiológicas, metabólicas e de crescimento (Li *et al.*, 2009).

Tabela 1- Aminoácidos essenciais e não essenciais, seguidos de suas siglas.

Aminoácidos essenciais	Abreviação	Aminoácidos não essenciais	Abreviação
Lisina	Lys	Cisteína	Cys
Metiona	Met	Tirosina	Tyr
Treonina	Thr	Glicina	Gly
Triptofano	Trp	Serina	Ser
Valina	Val	Alanina	Ala
Histidina	His	Ácido Aspártico	Asp
Isoleucina	Ile	Glutamina	Glu
Leucina	Leu	Prolina	Pro
Arginina	Arg	Ácido Glutâmico	Gln
Fenilalanina	Phe		

Adaptado: NRC (2011); Sakomura *et al.* (2014)

2.3 Triptofano

O triptofano é classificado como um aminoácido essencial, ou seja, os animais não podem sintetizá-lo ou sintetizam em quantidade insuficiente para manutenção e crescimento. Seu fornecimento é indispensável para melhorar o desempenho dos peixes (Cavalheiro *et al.*, 2014). O triptofano contribui na síntese de proteínas corporais e está envolvido em outras vias metabólicas importantes dos animais (Rossi; Tirapegui, 2004).

Sendo precursor da serotonina, melatonina e niacina (vitamina B3), o triptofano também é um dos aminoácidos que impulsiona a secreção do hormônio de crescimento e insulina (Marchão *et al.*, 2020). A serotonina é um importante neurotransmissor que afeta as funções fisiológicas e respostas comportamentais dos peixes, reduzindo o estresse e a agressividade em peixes (Rossi *et al.*, 2004; Basic *et al.*, 2013; Lepage *et al.*, 2005), e seus níveis no cérebro dependem da suplementação de triptofano nas dietas (Rossi; Tirapegui, 2004).

Além disso, a suplementação dietética do triptofano está relacionada com a síntese do hormônio melatonina, sendo importante para eventos fisiológicos relacionados a nutrição, reprodução e crescimento (Dias *et al.*, 2013). O aumento de níveis de triptofano na dieta de peixes aumenta o crescimento e regula a ingestão de alimentos, modulação de respostas imunológicas nos animais por diminuir os níveis de cortisol (Le Floc'h *et al.*, 2010; Hosseini; Hoseini, 2013).

Ingredientes de origem vegetal utilizados na formulação de dietas para peixes, como farelo de soja e o milho, geralmente são limitantes em aminoácidos: lisina, metionina e triptofano (Coloso *et al.*, 2004). As dietas deficientes em triptofano limitam a síntese proteica, ocasionando redução no crescimento e retenção de nutrientes, levando a problemas anatômicos (escoliose e lordose) e altos níveis de minerais (Ca, Mg, Na) no fígado e rim de algumas espécies de peixes, portanto, a utilização desse aminoácido é indispensável não só pela melhora dos índices de crescimento e de rentabilidade, como também contribui para redução da carga orgânica no sistema de criação (Pianesso *et al.*, 2015). Na Tabela 2 consta a exigência de triptofano digestível determinado para outras espécies de peixes.

Tabela 2- Exigência de triptofano digestível para diferentes espécies de peixes

Espécie	Peso médio (g)	Exigência (%)	Critério de resposta
Tambaqui	2,12 – 32,76	0,323	GP e DPC
Gato fóssil	4,44 ± 0,50	0,320	DPC, CA e EFG
Jundiá	4,65 ± 0,68	0,250	GP e EFG
Peixe gato indiano	6,66 ± 0,08	0,240	GP, EFG e DPC
Tilápia do nilo	7,9 ± 0,1	0,310	EA

GP= Ganho de peso; DPC= Deposição de proteína corporal; EPG= Eficiência de proteína para ganho de peso; EA= Eficiência alimentar. Bomfim *et al.* (2020); Ahmed; Khan (2005); Pianesso *et al.* (2015); Farhat *et al.* (2014); L. Nguyen *et al.* (2019)

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível sobre as deposições corporais e a eficiência de retenção de nitrogênio do tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) com peso 20 a 100 gramas.

3.2 Específicos

- Determinar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre as deposições diárias de proteína, gordura e cinza corporais de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) com peso 20 a 100 gramas, utilizando a técnica da diluição das dietas na formulação das rações experimentais;
- Verificar os efeitos da variação dietética dos níveis de triptofano digestível sobre a eficiência de retenção de nitrogênio de tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) com peso 20 a 100 gramas, utilizando a técnica da diluição das dietas na formulação das rações experimentais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências de Chapadinha – CCCh, da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, localizado no município de Chapadinha, Maranhão, com duração de 55 dias. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA – UFMA), registrada como o nº 23115.010759/2021-41.

Foram utilizados 350 juvenis de tambatinga com peso médio inicial de $27,74 \pm 0,42$ g. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos, cinco repetições por tratamento e dez peixes por unidade experimental.

Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas com diferentes níveis de triptofano digestível (0,250; 0,275; 0,300; 0,325; 0,350; 0,375) formuladas com base no conceito de proteína ideal, utilizando a técnica da “diluição” (Fisher; Morris, 1970; NRC, 2011). A relação do triptofano com a lisina foi mantida em 16%, correspondendo a dois pontos percentuais abaixo da estimada para tambaqui (Bomfim, *et al.*, 2020) e três pontos percentuais abaixo dos valores de exigência para tilápia do Nilo (Furuya, *et al.*, 2010; NRC, 2011). A relação dos demais aminoácidos essenciais com a lisina foi mantida, no mínimo, três pontos percentuais acima daquelas propostas para tilápias pelo NRC, (2011), com o intuito de evitar a possibilidade de que possa ter outro aminoácido limitante para cada nível de suplementação de triptofano digestível avaliado (Tabela 3).

Para constatar que o triptofano está em nível subótimo em cada dieta experimental avaliada (primeiro aminoácido limitante), foi utilizado um tratamento adicional (dieta controle) constituído da ração com menor nível de triptofano digestível testado (0,250%), acrescido de 0,051% de L-Triptofano.

Os peixes foram mantidos em 35 caixas de polietileno de 500 litros em sistema fechado de circulação de água, dotadas de sistema de abastecimento, aeração suplementar e drenagem individual, com água proveniente de poço artesiano. Os ingredientes foram peletizadas e os peixes foram alimentados em seis refeições diárias (08h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h), em pequenas quantidades, com sucessivos repasses até a saciedade aparente.

A limpeza das caixas foi realizada diariamente por sifonagem, sempre após a aferição da temperatura da água. A temperatura da água foi monitorada diariamente, às 7h30 e 18h30. O monitoramento de pH, o oxigênio dissolvido e amônia total na água foram realizados a cada sete dias.

Tabela 3– Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais (matéria natural).

Ingredientes (%)	DIP*	Nível de Triptofano Digestível (%)						
		0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375 RR**	0,300 DC***
Farelo de soja	0,000	41,178	45,296	49,414	53,532	57,649	61,767	41,178
Milho	0,000	17,826	19,608	21,391	23,174	24,956	26,739	17,826
Amido de milho	80,254	26,751	21,401	16,051	10,701	5,350	0,000	26,700
Óleo de soja	10,329	6,214	5,802	5,391	4,979	4,568	4,156	6,214
Celulose	4,030	1,345	1,076	0,807	0,538	0,269	0,000	1,345
Lisina-HCl	0,000	0,574	0,631	0,689	0,746	0,803	0,861	0,574
DL-Metionina	0,000	0,537	0,591	0,644	0,698	0,752	0,806	0,537
L-Treonina	0,000	0,500	0,550	0,600	0,651	0,701	0,751	0,500
L-Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051
L-Isoleucina	0,000	0,154	0,169	0,185	0,200	0,216	0,230	0,154
Calcáreo Calcítico	0,431	0,443	0,444	0,445	0,446	0,447	0,448	0,443
Fosfato Bicálcico	3,827	3,384	3,339	3,295	3,251	3,206	3,162	3,384
Premix vitamínico e Mineral ⁵	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ⁴	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal	0,554	0,524	0,521	0,518	0,516	0,513	0,510	0,524
Antioxidante (BHT)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Diluição (%)								
		D1	D2	D3	D4	D5		
DIP*	100,00	33,33	26,67	20,00	13,33	6,67	0,00	
RR**	0,00	66,67	73,33	80,00	86,67	93,33	100,00	DC***
Composição calculada								
Proteína Bruta (%)	0,00	21,33	23,47	25,60	27,73	29,87	32,00	21,37
Proteína Digestível (%) ³	0,00	19,59	21,55	23,51	25,47	27,43	29,39	19,63
Energia Digestível (kcal/kg) ³	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0	3000,0
Extrato Etéreo (%)	10,37	7,55	7,26	6,98	6,70	6,42	6,13	7,55
Fibra Bruta (%)	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74
Ca Total (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
P disp (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Lisina Digest. (%) ²	0,000	1,563	1,719	1,875	2,031	2,188	2,344	1,563
Met. + Cis Digest. (%) ²	0,000	1,063	1,169	1,275	1,381	1,488	1,594	1,063
Treonina Digest. (%) ²	0,000	1,203	1,323	1,444	1,564	1,684	1,805	1,203
Triptofano Total (%) ²	0,000	0,270	0,297	0,324	0,351	0,378	0,405	0,321
Triptofano Digest. (%) ²	0,000	0,250	0,275	0,300	0,325	0,350	0,375	0,300
Isoleucina Digest. (%) ²	0,000	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,000
Relação Trip. Dig. /ED (g/Mcal)	0,000	0,083	0,092	0,100	0,108	0,117	0,125	0,100
Relação Met+Cist /Lis Dig.	0,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00
Relação Treonina. /Lis Dig.	0,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00
Relação Triptofano. /Lis Dig.	0,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	19,20
Relação Isoleucina. /Lis Dig	0,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00

* Dieta isenta de proteína;

** Ração referencia (0,375% de triptofano digestível);

*** Dieta controle = D1 + 0,051% de L-Triptofano;

¹ Com base nos valores propostos por Rostagno et al. (2011);

² Com base nos coeficientes de digestibilidade para os aminoácidos industriais propostos por Rostagno et al. (2011) e para os aminoácidos e da disponibilidade para o fósforo do milho e farelo de soja propostos por Furuya et al. (2010);

³ Com base nos coeficientes de digestibilidade para o amido propostos por Furuya et al. (2010) para tilápia do Nilo; e do milho, farelo de soja e óleo de soja propostos por Vidal Júnior (2000);

⁴ Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo;

⁵ Suplemento vitamínico e mineral comercial (5 kg/t), com níveis de garantia por quilograma do produto: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D3, 200.000 UI; Vit. E, 1.200 mg; Vit. K3, 2.400 mg; Vit. B1, 4.800 mg; Vit.B2, 4.800 mg; Vit.B6, 4.800 mg; Vit.B12, 4.800 mg; Vit.C, 48 g; ác. Fólico, 1.200 mg; pantotenato de Ca, 12.000 mg; Vit. C, 48.000 mg; biotina, 48 mg; cloreto de colina, 108 g; niacina, 24.000 mg; Fe, 50.000 mg; Cu, 3.000 mg; Mn, 20.000 mg; Zn, 30.000 mg; I, 100 mg; Co, 10 mg; Se, 100 mg.

Para determinação das características de carcaça, uma amostra inicial, em torno de 10 peixes, e 2 peixes ao final do período de alimentação, por unidade experimental, foram insensibilizados, eutanasiados com overdose de benzocaína (200 a 500 mg/L), e congeladas. Sendo que a amostra inicial foi para obter a composição inicial e o abate final para obter a composição final.

Posteriormente, as amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar, moídas em moinho de bola e analisados quanto a sua composição corporal (teores de umidade, proteína, cinza e gordura) conforme procedimentos descritos por Detmann *et al.* (2012). Com base na composição corporal, foram calculadas as taxas de deposição diária de proteína, cinza e gordura corporal, e a eficiência de retenção de nitrogênio de acordo com as equações abaixo:

• Deposição de proteína corporal (mg/dia) = [(proteína corporal final, mg) – (proteína corporal inicial, mg)] / (período de observação experimental, dias);

• Deposição de gordura corporal (mg/dia) = [(gordura corporal final, mg) – (gordura corporal inicial, mg)] / (período de observação experimental, dias);

• Deposição de cinza corporal (mg/dia) = [(cinza corporal final, mg) – (cinza corporal inicial, mg)] / (período de observação experimental, dias);

• Eficiência de retenção de nitrogênio (%) = {[N corporal final, g) – (N corporal inicial, g)] x 100} / consumo de N (g).

As análises estatísticas foram realizadas valendo-se do programa SAEG 9.1 (2007). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância ao nível de cinco por cento de probabilidade. Os efeitos dos níveis de triptofano sobre as variáveis foram analisados mediante o uso dos modelos de regressão linear, quadrático ou descontínuo “Linear Response Plateau” (LRP), conforme o melhor ajustamento obtido para cada

variável. Os efeitos da dieta controle com a ração de menor nível avaliado foi avaliado mediante o teste de T, ao nível de cinco por cento de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas máximas e mínimas da água mantiveram-se em torno de $26,71 \pm 0,55$ ° C e $25,23 \pm 1,44$ ° C, respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido na água ficou em torno de $8,43 \pm 0,53$ ppm, pH $6,57 \pm 0,40$ e amônia total $\leq 1,00$ ppm. Os parâmetros da água se mantiveram adequados de acordo com recomendado para o tambaqui preconizado por Gomes, *et al.* (2010) e Mendonça, *et al.* (2012).

O aumento dos níveis de triptofano digestível não influenciou a deposição de cinza corporal (Tabela 4). Por outro lado, os animais alimentados com a dieta controle (0,300%) apresentaram maiores valores nas deposições de proteína e umidade corporal, e eficiência de retenção de nitrogênio em relação aos alimentados com a ração contendo o menor nível de triptofano avaliado (0,250%). Considerando que o triptofano é um aminoácido relacionado diretamente com a síntese proteica (nitrogenado), isto também confirma que o triptofano foi o primeiro aminoácido essencial limitante em cada nível proteico avaliado (Tabela 4).

Tabela 4- Deposições de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de tambatinga com peso 20 a 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.

Nível de Triptofano digestível (%)	Variável				
	DUC (mg dia ⁻¹)	DPC (mg dia ⁻¹)	DGC (mg dia ⁻¹)	DCZC (mg dia ⁻¹)	ERN (%)
DC	991,81	203,14	249,14	47,48	44,21
0,250	928,12*	164,23*	233,63	40,84	36,20*
0,275	1065,14	187,15	197,99	45,79	41,10
0,300	1050,24	193,11	198,26	45,55	38,61
0,325	1068,32	206,21	169,12	46,96	38,59
0,350	1003,24	199,08	178,22	45,89	34,76
0,375	1001,35	186,10	175,17	47,69	28,10
<i>P > F</i>	0,083	0,049	0,006	0,575	0,003
Regressão	Q e LRP	L, Q e LRP	L e LRP	NS	L e Q
CV (%)	6,99	9,25	11,59	12,18	12,05

DC – Dieta Controle (0,250 + 0,051% L-Triptofano);

L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático (P<0,10); LRP – *Linear Response Plateau*; NS - Sem Ajuste de Modelo (P>0,10).

CV – Coeficiente de variação;

* Difere da dieta controle (DC) pelo teste T (P<0,05).

O aumento dos níveis de triptofano digestível nas dietas promoveu aumento na deposição de umidade corporal, com ajustes para os modelos *Linear Reponse Plateau* – LRP e quadrática ($p < 0,05$). No entanto, o modelo que melhor se ajustou foi o quadrático, estimando exigência de 0,318% de triptofano digestível (Tabelas 4 e 5). O aumento do teor de umidade corporal pode estar relacionado com o aumento da deposição de proteína corporal, isto porque durante a formação de tecido magro também há incorporação de água (Sousa *et al.*, 2018). O resultado encontrado neste estudo foi abaixo do valor descrito para carpa indiana maior (*Labeo rohita*), onde estimaram o valor ótimo em 0,350% de triptofano digestível (Abidi; Khan, 2010).

A deposição de proteína corporal aumentou, tendo ajustes para os modelos linear, quadrático e LRP ($p < 0,05$) com a elevação dos níveis de triptofano digestível da dieta. No entanto, o modelo quadrático foi o que melhor se ajustou aos dados estimando a exigência em 0,326% de triptofano digestível (Tabelas 4 e 5, Figura 1). Espera-se que a concentração dietética de triptofano para otimizar a deposição de proteína corporal seja maior em animais jovens em relação aos adultos, em função das diferentes capacidades e velocidades de deposição corporal (Portz; Furuya, 2012; Pianesso *et al.*, 2015).

Tabela 5- Equações de regressão, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis deposição de umidade (DUC), proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de tambatinga com peso 20 a 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.

Variável	Modelo	Equação	R ²	P > F	Exigência (%)
DUC (mg dia ⁻¹)	Q	$\hat{Y} = -24745,4126X^2 + 15719,5753X - 1430,9129$	0,70	0,009	0,318
DUC (mg dia ⁻¹)	LRP	$\hat{Y} = 1030,7860 - 5480,5960(0,2687 - X)$	0,70	0,019	0,269
DPC (mg dia ⁻¹)	L	$\hat{Y} = 160,6417X + 138,8263$	0,34	0,036	-----
DPC (mg dia ⁻¹)	Q	$\hat{Y} = -6519,1656X^2 + 4255,6466X - 492,2766$	0,96	0,007	0,326
DPC (mg dia ⁻¹)	LRP	$\hat{Y} = 192,5936 - 527,6315(0,2968 - X)$	0,76	0,012	0,297
DGC (mg dia ⁻¹)	L	$\hat{Y} = -422,3050X + 324,4350$	0,74	<0,001	-----
DGC (mg dia ⁻¹)	LRP	$\hat{Y} = 176,6945 + 773,0396(0,3173 - X)$	0,90	0,002	0,317
ERN (%)	L	$\hat{Y} = -73,4140X + 59,0890$	0,49	0,003	-----
ERN (%)	Q	$\hat{Y} = -1771,5899X^2 + 1039,4078X - 112,4139$	0,95	0,003	0,293

L – Linear; Q – Quadrático; LRP – *Linear Response Plateau*.

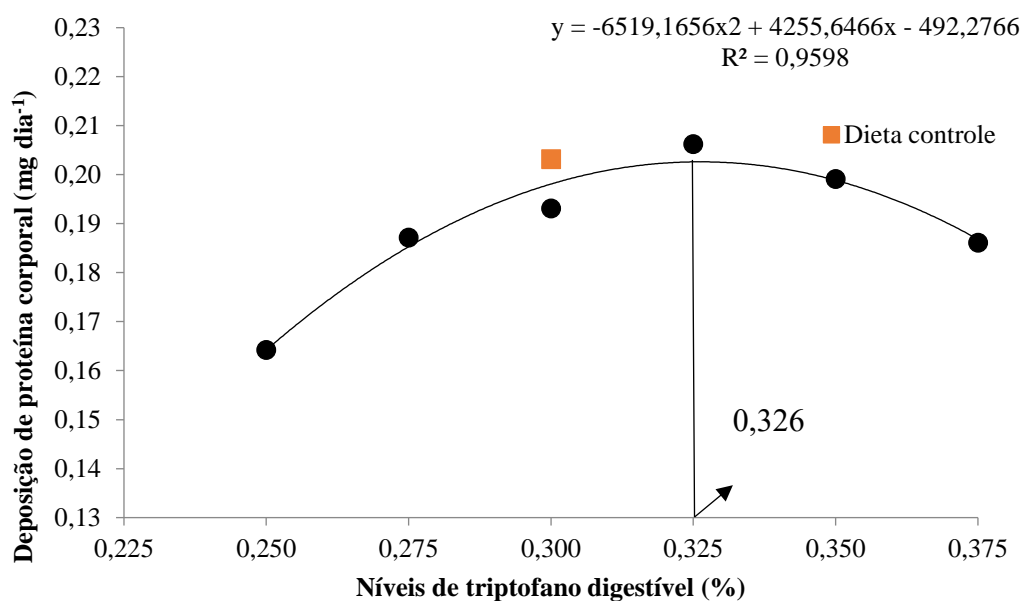


Figura 1- Representação gráfica da deposição de proteína corporal de tambatinga com peso de 20 a 100 gramas em função do nível de triptofano digestível da ração.

Os níveis de triptofano digestível abaixo da exigência determinada (0,326%) estavam limitantes, e a suplementação de triptofano na dieta promoveu aumento da deposição de proteína corporal. Efeito semelhante foi observado por Bomfim *et al.* (2020) que determinaram a exigência em 0,323% de triptofano digestível para alevinos de tambaqui. No entanto, para outras espécies foi observado exigência inferior de triptofano digestível ao determinado nesse estudo. Para *Catla Catla* a exigência foi estimada em 0,230% de triptofano digestível por otimizar a deposição de proteína corporal (Zehra; Khan, 2014) e para alevinos de tilápia do Nilo foi determinado em 0,298% de triptofano digestível (Takishita, 2012).

Essas divergências podem estar relacionadas pelas diferenças da espécie, nível de energia na dieta, faixa de peso dos animais, e o modelo estatístico utilizado para determinar as exigências. A deficiência de um aminoácido essencial em dietas experimentais pode ser limitante para a síntese proteica (Bomfim *et al.*, 2010; Pianesso *et al.*, 2015; Silva *et al.*, 2018; Siqueira *et al.*, 2009).

Para a deposição de gordura corporal, o aumento dos níveis de triptofano digestível nas dietas proporcionou redução de forma linear ($p < 0,05$) (Tabelas 3 e 4). No entanto, o modelo *Linear Reponse Plateau* – LRP foi o que melhor se ajustou aos dados estimando a exigência em 0,317% de triptofano digestível. Isso indica que a energia pode ter sido melhor utilizada para a deposição de aminoácidos na formação de tecido magro, restando pouca energia para ser depositada na forma de gordura (Bomfim *et al.*, 2008; Zehra; Khan, 2015).

Em relação a eficiência de retenção de nitrogênio, o aumento dos níveis de triptofano digestível nas dietas proporcionou redução de forma linear ($p < 0,05$). Porém, o modelo quadrático ($p < 0,05$) foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando a exigência em 0,293% de triptofano digestível (Tabelas 4 e 5). Essa redução pode ser explicada pelo fato que, quando há excesso de aminoácidos na dieta que não tem sua utilização direcionada para a deposição de proteína, estes são catabolizados e com isso há redução na retenção de nitrogênio (Marchão *et al.*, 2020; Siqueira *et al.*, 2013).

6. CONCLUSÃO

A recomendação do nível de triptofano digestível em rações para tambatinga com peso de 20 a 100 gramas é de 0,326%, correspondendo a 0,352% de triptofano total, por proporcionar maior deposição de proteína corporal.

REFERÊNCIAS

ALDEGUNDE, M.; SOENGAS, J. L., ROZAS, G. Acute effects of L-tryptophan on tryptophan hydroxylation rate in brain regions (Hypothalamus and Medulla) of Rainbow Trout. **Journal of Experimental Zoology**; v.286, p.131-135, 2000.

ALENCAR ARARIPE, M. N. B. A. Redução de proteína bruta e relações metionina + cistina e treonina digestíveis com a lisina digestível em rações para alevinos de tambatinga. **Tese** (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal do Piauí, Teresinha-PI, p. 77. 2009.

AROUCHA, R. J. N.; RIBEIRO, F. B.; BOMFOM, M. A. D.; SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; NASCIMENTO, D. C. N. Digestible methionine plus cystine requirement in tambaqui (*Colossoma macropomum*) diets: Growth performance and plasma biochemistry. **Aquaculture Reports**, 32:101725, 2023

- BASIC, D.; KROGDAHL, A.; SCHJOLDEN, J.; WINBERG, S.; VINDAS, M. A.; HILLESTAD, M.; MAYER, I.; SKJERVE, E.; HÖGLUD, E. Short- and long-term effects of dietary l-tryptophan supplementation on the neuroendocrine stress response in seawater-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, Amsterdam, v. 388–391, p. 8- 13, 2013.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. D.; ABREU, M. L.; RIBEIRO, F. B.; QUADROS, M. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 10, p. 1713-1720, 2008.
- BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. D.; QUADROS, M.; RIBEIRO, F. B.; SOUSA, M. P. Níveis de lisina, com base no conceito de proteína ideal, em rações para alevinos de Tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2010.
- BOMFIM, M. A. D.; MARCHÃO, R. S.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C. SILVA, L. R.; TAKISHITA, S. S. Digestible tryptophan requirement for tambaqui (*Colossoma macropomum*) fingerlings. **Revista Ciência Agronômica**. v.51, n.2, 2020.
- CAVALHEIRO, A. C. M.; CASTRO, M. L. S.; EINHARDT, M. D. S.; POUHEY, J. L. O. F.; PIEDRAS, S. N.; XAVIER, E. G. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro revisão use of microingredients in farmed fish feeding – a review. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. RCPV 109 (589-590) 11-20, 2014.
- COLOSO, R. M.; MURILLO-GURREA, D. P.; BORLONGAN, I. G.; CATA CUTAN, M. R. Tryptophan requirement of juvenile Asian sea bass *Lates calcarifer*. **Journal Applied Ichthyology**, Berlim, v. 20, n. 1, p. 43-47, 2004.
- COSTA, D. C. BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. .B.; SIQUEIRA, J. C.; PORTO, N. G.; MMARCHÃO, R. S. Methionine plus cystine to lysine ratio in diets for tambatinga fingerlings. **Ciência e Agrotecnologia**, 45:e000721, 2021
- CRUZ, A. G.; MELO, A. E. E. F.; SOBREIRA, C. B.; MAZETO, M. D.; NAOE, L. K. Densidade x biomassa: piscicultura. **Seagro Boletim Técnico**, Palmas (TO), 13, 2006.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S ;CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G.. Métodos para análise de alimentos. 214p, Visconde do Rio Branco:Suprema, 2012.
- DIAS, C. A. M.; FAGUNDES, D. S.; GOUVEIA JUNIOR, A.; SILANES, M. L.; OLIVEIRA, J. C. S. Luz, melatonina e estresse oxidativo na piscicultura. **Biota Amazônica**, Macapá, v. 3, n. 3, p. 169-176, 2013.
- FARHAT; MUKHTAR; KHAN, A. Dietary amino acid L-tryptophan requirement of fingerling Indian catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), **Aquaculture Research**, 45, 1224–1235, 2014
- FISHER, C.; MORRIS, T. R. The determination of the methionine requirements of laying pullets by a diet dilution technique. **British Poultry Science**, v.11, p.67-82, 1970.
- FURUYA, W. M.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; BOSCOLO, W. R.; CYRINO, J. E. P.; FURUYA, V. R. B.; FEIDEN, A. Tabelas brasileiras para a nutrição de tilápias. 2010.
- GOMES, L. C.; SIMÕES, L. N.; ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. Tambaqui (*Colossoma macropomum*), p.175-204. In: Baldisserotto, B.; Gomes, L.C. (Org.). Espécies nativas

- para piscicultura no Brasil. 2^a. Ed. **Editora UFSM**, Santa Maria. 2010.
- GONÇALVES, G. S.; PEZZATO, L. E.; BARROS, M. M.; HISANO, H.; ROSA, M. J. S. Níveis de proteína digestível e energia digestível em dietas para tilápias-do- nilo formuladas com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2289-2298. 2009.
- HASHIMOTO, D. T.; SENHORINI, J. A.; FORESTI, F.; PORTO-FORESTI, F. Interspecific fish hybrids in brazil: management of genetic resources for sustainable use. **Reviews in Aquaculture**. v.4, p.108 – 118, 2012.
- HOSSEINI, S. A.; HOSEINI, S. M. Efeito do triptofano na dieta sobre a resposta ao estresse da carpa comum selvagem *Cyprinus carpio L.* **World Journal Fish and Marine Sciences**, v. 5, p. 49-55, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- **IBGE**, Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, v. 48, p.1-12, 2020.
- LE FLOC’H, N.; OTTEN, W.; MERLOT, E. Tryptophan metabolism, from nutrition to potential therapeutic applications. **Amino Acids**, v. 41, p. 1195 – 1205, 2011.
- LEPAGE, O.; LARSON, E. T.; MAYER, I.; WINBERG, S. Tryptophan affects both gastrointestinal melatonin production and interrenal activity in stressed and nonstressed rainbow trout. **Journal of Pineal Research**, Copenhagen, v. 38, n. 4, p. 264-271, 2005.
- LI, P.; MAI, K.; TRUSHENSKI, J. New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. **Amino Acids**, p. 11. 2008.,
- LIMA, C.S.; BOMFIM, M. A. D.; SIQUEIRA, J. C. D.; RIBEIRO, F. B.; LANNA, E. A. T. Crude protein levels in the diets of tambaqui, *Colossoma macropomum* (cuvier, 1818), fingerli. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.29, n.1, p. 183-190, 2016.
- LIMA, C.S.; SIVEIRA, M.M; TUESTA, G.M.R. Nutrição proteica para peixes. **Ciência Animal**, v.25. n.4 p. 27-34, 2015.
- MARCHÃO, R. S. Exigência de lisina para manutenção de tambaqui. **Dissertação** (mestrado) – Programa de Pós-graduação e Ciência Animal, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha-MA. 2018.
- MARCHÃO, R. S., RIBEIRO, F. B., DE SIQUEIRA, J. C., BOMFIM, M. A. D., SILVA, J. C., DE SOUSA, T. J. R.; NASCIMENTO, D. C. N.; DA COSTA SOUSA, M. Digestible lysine requirement for Tambaqui (*Colossoma macropomum*) juveniles using the diet dilution technique. **Aquaculture Reports**, 18, 100482. 2020.
- MENDONÇA, P. P.; COSTA, P. C.; POLESE, M. F.; VIDAL JÚNIOR, M. V.; ANDRADE, D. R. Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 61, n. 235, p. 437-448, 2012
- NGUYEN, L.; SALEMB, S. M. R.; SALZEA, G. P.; SINHC, H.; DAVIS, D. A. Tryptophan requirement in semi-purified diets of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. **Aquaculture** 502 258–267, 2019
- NRC (National Research Council). **Nutrient requirements of fish and shrimp**. Washington. 2011.
- PAULA, F.G.; SILVA, P.C.; OLIVEIRA, R.P.; et al. Desempenho produtivo do tambaqui (*Colossoma macropomum*), da pirapitinga (*Piaractus brachypomum*) e do híbrido tambatinga (*C. macropomum* fêmea x *P. brachypomum* macho) mantidos em

- viveiros fertilizados. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Maringá. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2009b. 1CD-ROM. 2009.
- PAULINO, G. S. F. Exigência de energia digestível para o crescimento inicial do tambaqui (*Colossoma macropomum*). **Dissertação** (Pós-graduação), Centro de Aquicultura da UNESP, Jaboticabal-São Paulo. 2018.
- PEIXE BR. Anuário Brasileiro da piscicultura. **Associação brasileira de piscicultura**. Pinheiros-SP, 79p. 2023. Acesso em: 12 de setembro de 2023.
- PIANESSO, D.; NETO, J. R.; DA SILVA, L. P.; GOULART, F. R.; ADORIAN, T. J.; MOMBACH, P. I.; LOUREIRO, N. B.; DALCIN, M. O.; ROTILI, D. A.; LAZZARI, R. Determinação das necessidades de triptofano para juvenis de jundiás (*Rhamdia quelen*) e seus efeitos no desempenho de crescimento, metabólitos plasmáticos e hepáticos e atividade de enzimas digestivas. **Animal Feed Science and Technology**, 210, 172-183. 2015.
- PORTZ, L.; FURUYA W. M. Energia, proteína e aminoácidos. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, Florianópolis, cap. 4, p. 65-77. 2012.
- RODRIGUES, A.T. Perfil ideal de aminoácidos essenciais em dietas para tilápia-donilo, na fase de terminação, pelo método de deleção. **Dissertação** (Pós-graduação). Centro de Aquicultura da UNESP- CAUNESP, Jaboticabal, São Paulo. 2019.
- ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do Sistema Serotoninérgico no exercício físico. **Arq Bras Endocrinol**. São Paulo, v.48, n.2, p.227-233, 2004
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. D.; LOPES, D. C., & EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais, 2, 186, 2011.
- SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal, SP. Funep, p. 116. 2014
- SILVA, J. C., BOMFIM, M. A. D., LÂNNA, E. A. T., RIBEIRO, F. B., DE SIQUEIRA, J. C., DE SOUSA, T. J. R., MARCHÃO, R. S., DO NASCIMENTO, D. C. N. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(5), 2157-2168. 2018.
- SILVA, R.R.S. Óleo essencial de lippia alba como promotor de crescimento para tambatinga. **Monografia** – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha. 2016.
- SIQUEIRA, J. C. D.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; EZEQUIEL, J. M. B.; BARBOSA, N. A. A.; FERNANDES, J. B. K. Técnicas de formulação de dietas e exigências de lisina de frangos de corte de 1 a 22 dias de idade. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 15, 123-134. 2013.
- SIQUEIRA, J. C.; KAKOMURA, N. K. NASCIMENTO, D. C. N.; FERNANDES, J. B. K. Modelos matemáticos para estimar as exigências de lisina digestível para aves de corte ISA Label. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1732-1737, 2009.
- SOUSA, M. C.; BOMFIM, M. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; MARCHÃO, R. S.; SOUSA, T. J. R.; TAKISHITA, S. S. Lysine requirements of tambatinga (♀ *Colossoma macropomum* × ♂ *Piaractus brachypomus*) fingerlings using different diet formulation techniques. **Aquaculture Nutrition**, 27(6), 1825-1836. 2021.

TAKISHITA, S. S.; LANNA, E. A. T.; DONZELE, J. L.; BOMFIM, M. A. D.; QUADROS, M.; de SOUSA, M. P. Níveis de lisina digestível em rações para alevinos de tilápia-do-Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n. 11, p. 2099-2105, 2009.

TAKISHITA, S.S. Relações de treonina e triptofano com a lisina digestível em rações para alevinos de tilápia do nilo. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, p. 72. 2012.

VÁSQUEZ-TORRES, W. A pirapitinga, reprodução e cultivo. **Espécies Nativas para Piscicultura no Brasil**. Santa Maria, UFSM, 470p, p. 203-223, 2005.

WILSON, R. P. Amino acids and proteins. In: Halver, J.E. e Hsrdy, R. W. (Ed). **Fish Nutrition**. Orlando: Academic Press, p.144-179. 2002.

ZEHRA, S.; KHAN, M. A. Dietary tryptophan requirement of fingerling *Catla Catla* (Hamilton) based on growth, protein gain, RNA/DNA ratio, haematological parameters and carcass composition. **Aquaculture Nutrition**, v. 21, n. 5, p. 690-701, 2015.

ANEXO ÚNICO

C E R T I F I C A D O (18/2021)

Certificamos que a proposta intitulada: "**Exigência de triptofano digestível em rações para Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) em diferentes fases de criação**" Processo n. 23115.010759/2021-41, sob a responsabilidade da **Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi considerado **APROVADO** pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFMA) da Universidade Federal do Maranhão, na reunião realizada em 04 de junho de 2021.

We certify that the proposal: "**Digestible tryptophan requirement in diets for Tambatinga (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomum*) at different rearing stages**", Process n. 23115.010759/2021-41, under the responsibility of **Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim**, which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, sub phylum Vertebrata (except humans beings) for scientific research purposes (or teaching) - is in accordance with Law No. 11,794, of October 8, 2008, Decree No. 6.899, of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethics Committee on Animals Use of the Federal University of Maranhão (CEUA - UFMA), in meeting of June 04, 2021.

PROPOSTA

Finalidade: Pesquisa **Área:** Zootecnia

Vigência: 01/11/2021 a 01/11/2022

ANIMAIS

Origem: Pisciculturas registradas

Espécie: *Tambatinga (C. macropomum*
x P. brachypomus)

Idade: Alevinos e juvenis
Peso: 1 e 20 g, respectivamente
Sexo: Ambos sexos

AMOSTRA
1225

Local do experimento: Centro de Ciências Agrárias e Ambientais - CCAA da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, Campus Chapadinha.

São Luís, 09 de novembro de 2021.

Bruno Araújo Serra Pinto

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFMA



Documento assinado digitalmente

Bruno Araújo Serra Pinto

Data: 09/11/2021 10:12:42-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>