

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE ALEVINOS DE TAMBACUI**

ALUNA: LOUIS RAMOS SILVA

**ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS
ANTONIO DELMONDES BOMFIM**

CHAPADINHA- MA

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ZOOTECNIA
MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE
AS CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE ALEVINOS DE
TAMBAQUI**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito indispensável para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aluna: Louis Ramos Silva

Orientador: Prof. Dr. Marcos
Antonio Delmondes Bomfim

CHAPADINHA, MA

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a)
autor(a).

Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Ramos Silva, Louis.

Níveis de triptofano digestível da ração sobre as características de carcaça de alevinos de Tambaqui / Louis Ramos Silva. - 2018.

32 f.

Orientador(a): Marcos Antonio Delmondes Bomfim. Monografia (Graduação) -
Curso de Zootecnia,

Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2018.

1. Aminoácidos essenciais. 2. Composição corporal. 3. Deposição de proteína.

I. Delmondes Bomfim, Marcos Antonio. II. Título.

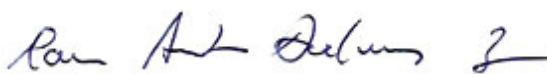
LOUIS RAMOS SILVA

**NÍVEIS DE TRIPTOFANO DIGESTÍVEL DA RAÇÃO SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE ALEVINOS DE TAMBACUI**

Monografia apresentada ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como requisito indispensável para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovada em: 20/12/2018

Banca examinadora



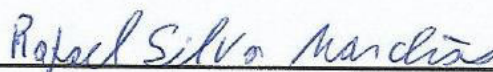
Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim (Orientador)

Universidade Federal do Maranhão



Prof. Dr. Alécio Matos Pereira

Universidade Federal do Maranhão



Msc. Rafael Silva Marchão

Universidade Federal do Maranhão

CHAPADINHA, MA

2018

DEDICO

Aos meus pais Pedro Marculino Silva e Sofia Rosilene Ramos Silva por todo amor, educação e suporte necessário para realização deste sonho, e aos meus irmãos pelo incentivo e inspiração.

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus, por ter me dado o dom da vida, por me conceder força e sabedoria pra vencer os obstáculos durante minha trajetória acadêmica.

Aos meus pais Pedro Marculino e Sofia Rosilene por todo amor, educação, apoio e ensinamentos construído ao longo da vida, vocês são meu maior orgulho e inspiração, todo esforço por cada dia lutar para ser uma pessoa melhor é dedicado a vocês.

Ao Prof. Dr. Marcos Antonio Delmondes Bomfim, pela oportunidade que me deu de desenvolver este trabalho, e principalmente pela paciência na orientação e pelo apoio e incentivo para que fosse possível a conclusão desta monografia. Muito obrigada, professor!

Aos meus irmãos Willyam Ramos e Raphael Ramos, pelo companheirismo, pelo incentivo e por sempre me dar todo apoio quando precisei.

Ao Tayson Santos, por toda compreensão pela minha ausência, por me incentivar a ser uma pessoa melhor e pelas palavras de conforto nos momentos difíceis.

Aos integrantes do grupo de pesquisa do laboratório de alimentação e nutrição de organismos aquáticos do Maranhão, LANUMA, da Universidade Federal do Maranhão – UFMA por ter me recebido de portas abertas, pela amizade e por tudo que pude aprender com eles.

Aos meus amigos e colegas de curso por cada momento vivido nessa trajetória e pela amizade, em especial a turma de 2014.1 de Zootecnia.

À Universidade Federal do Maranhão e todo seu corpo docente e demais funcionários pela base e ensinamentos repassados para que eu pudesse alcançar meus objetivos.

E por fim, por todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para realização desse sonho.

Muito Obrigada!

“O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dias após dia.”

(Robert Collier)

Níveis de triptofano digestível da ração sobre as características de carcaça de alevinos de tambaqui

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito dos níveis dietéticos de triptofano sobre as características de carcaça de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*). Foram utilizados 300 alevinos de tambaqui com peso em torno de 8,0 g em experimento com delineamento em blocos ao acaso composto por seis tratamentos e dez peixes por unidade experimental. Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoenergéticas, isocálcicas com diferentes níveis de triptofano digestível (0,225; 0,256; 0,288; 0,319; 0,350 e 0,381%), formuladas utilizando-se a técnica da “diluição de dietas”, com base no conceito de proteína ideal. Foi avaliada a composição corporal (teores de umidade, cinzas, proteínas e gorduras corporais), as deposições de proteína, gordura e cinzas corporais; e a eficiência de retenção de nitrogênio dos peixes. A elevação dos níveis de triptofano digestível proporcionou aumento para umidade da, proteína corporal, deposição de gordura corporal e cinza corporal de forma quadrática até os níveis estimados de 0,318, 0,291, 0,299 e 0,273%, respectivamente, e reduziu de forma linear o teor de gordura corporal. Para as deposições de proteína e cinzas corporais o modelo que melhor se ajustou foi o LRP, estimando em 0,275% e 283%, respectivamente, o nível de triptofano digestível a partir do qual ocorreram os platôs. A recomendação do nível de triptofano digestível em rações para alevinos de tambaqui é de 0,275% (0,092% Mcal de ED) por proporcionar maior deposição de proteína corporal, correspondente a uma relação triptofano:lisina digestível de 16%.

Palavras chave: Aminoácido essencial, composição corporal, deposição de proteína.

Digestible tryptophan levels of the ration on carcass characteristics of tambaqui fingerlings

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate dietary levels of tryptophan on characteristics of tambaqui fingerlings (*Colossoma macropomum*). 300 tambaqui fingerlings weighing around 8.0 g were used in a randomized block design with six treatments and ten fish per experimental unit. The treatments consisted of six isoenergetic, isocalcium and isophosphoric diets with different levels of digestible tryptophan (0.225, 0.256, 0.288, 0.319, 0.350 and 0.381%) formulated using the "diet dilution" technique, based on the concept of ideal protein. Body composition (moisture, ashes, proteins and body fat content), deposition of protein, fat and body ashes, and the nitrogen retention efficiency of the fish were evaluated. The increase in tryptophan digestible levels resulted in an increase in moisture, body protein, body fat deposition and body ash in a quadratic form up to the estimated levels of 0.318%, 0.291%, 0.299% and 0.273%, respectively; and linearly reduced body fat content. For body deposition of protein and ashes, LRP was the best fit model, estimating the level of digestible tryptophan from which plateaus occurred in 0.275% and 283%, respectively. The recommended level of tryptophan digestible in rations for tambaqui fingerlings is 0.275% (0.092% Mcal of ED) for providing higher deposition of body protein, corresponding to a tryptophan: digestible lysine ratio of 16%.

Key words: essential amino acids, body composition, protein deposition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>).....	15
3.2 Exigência de proteína e aminoácidos na nutrição de peixes.....	15
3.3 Triptofano	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	19
5 . RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO.....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-** Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais elaboradas na técnica da “diluição de dietas”, com base no conceito de proteína ideal, (matéria natural) 20
- Tabela 2-** Teor de umidade (UC), proteína (PC), gordura (GC) e cinza (CZC) corporal, deposição de proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de alevinos de tambaqui, em função do nível de triptofano digestível da ração 23
- Tabela 3** - Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis Teores de umidade (UC), proteína (PC), gordura (GC) e cinzas (CZC) corporal e deposição de proteínas (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais de alevinos de tambaqui, em função do nível de triptofano digestível da ração..... 26

1 . INTRODUÇÃO

A piscicultura é a atividade zootécnica que mais vem crescendo no Brasil nos últimos anos, devido o aumento da procura mundial pela carne de pescado. O crescimento da piscicultura nacional tem sido apoiado em uma variedade de espécies, com maior destaque para tilápia, tambaqui e seus híbridos, além de espécies tradicionais como as carpas e o pirarucu (IBGE,2016).

O Brasil é um dos países com maior capacidade de ampliação na aquicultura, uma vez que, possui a maior reserva de água doce do planeta, uma imensa variedade de espécies de peixes com potencial para produção em cativeiro e clima favorável a esta prática na maioria dos estados da nação (NASCIMENTO, 2015).

De acordo com dados do IBGE (2016) o tambaqui é a segunda maior espécie de peixe criada no Brasil com produção de 27,0 % do total dos peixes cultivados. Esta espécie, dentre as nativas, tem-se apresentado como uma das mais promissoras para piscicultura sustentável, devido à facilidade na obtenção de alevinos, bom potencial de crescimento, alta produtividade, rusticidade e grande aceitação pelo mercado consumidor (GOMES, et al.,2010).

A proteína é o principal constituinte orgânico do tecido dos peixes, correspondendo de 65 a 70% do total da matéria seca corporal e corresponde ao nutriente mais importante por ser responsável pela síntese de enzimas e hormônios, participa da formação e renovação do tecido proteico (PARDO, 2014). As proteínas são formadas por aminoácidos, sendo de extrema importância que este componente esteja em quantidades balanceadas nas dietas para manter o crescimento do peixe, permitir a máxima resposta produtiva, proporcionar saúde aos peixes confinados e minimizar os impactos ambientais (DAIRIKI; SILVA, 2011; FURUYA et al., 2013). O uso de dietas não balanceadas reduz a absorção de nutrientes pelos peixes, fazendo com que ocorra excesso de matéria orgânica nos sistemas de produção, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido no período noturno, induzindo estresses respiratórios e bioquímicos pondo em risco à saúde dos peixes e perdas nos sistemas de produção (CYRINO et al., 2010).

O triptofano é um aminoácido essencial para os animais, desta forma é necessário que seja obtido através da ingestão dietética ou da degradação proteica corporal (ROSSI & TIRAPUGUI, 2004). Ele contribui fundamentalmente no crescimento normal do peixe, além

de afetar o consumo de alimento, melhora a conversão alimentar, a taxa de crescimento, a homogeneidade do grupo e influencia na reprodução dos peixes (PARDO, 2014). O triptofano também é precursor da serotonina (neurotransmissor 5-hidroxitriptamina: 5-HT), da niacina (vitamina B3) e é um dos aminoácidos que estimula a secreção de insulina e do hormônio do crescimento (ROSSI; TIRAPEGUI, 2004).

Na literatura, são escassas as informações referente à exigência de triptofano para tambaqui, assim como os estudos que relatam os efeitos de níveis de triptofano sobre as características de carcaça e deposição de tecidos.

Em função do exposto, justifica-se a necessidade de avaliar os níveis dietéticos do triptofano digestível sobre as características de carcaça de alevinos de tambaqui.

2 . OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível sobre as características de carcaça de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*), utilizando a técnica da diluição das dietas na formulação das rações experimentais.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível na composição corporal de alevinos de tambaqui (*Colossoma macropomum*).
- Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível na deposição diária de proteína, gordura e cinzas de alevinos de tambaqui.
- Avaliar os efeitos dos níveis dietéticos de triptofano digestível na eficiência de retenção de nitrogênio de alevinos de tambaqui.
- Estimar a relação mínima dos níveis de triptofano: lisina digestível em rações para alevinos de tambaqui.

3 . REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tambaqui (*Colossoma macropomum*)

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é oriundo da América do Sul, originário da bacia dos rios Amazonas e nativos dos rios Solimões, Madeira e Orinoco (BALDISSEROTTO, 2010), é um caracídeo de hábito alimentar onívoro. A espécie possui inúmeras características favoráveis à piscicultura como a rusticidade, sabor da carne, crescimento rápido e boa oferta de juvenis. Seu melhor desempenho é obtido em águas ácidas com o pH entre 4 e 6, sendo a espécie resistente à ação tóxica de amônia (até 0,46 mg L⁻¹ de amônia não ionizada) (ARIDE, et al 2007; ISMINO – ORBE, 2003).

Atualmente, o tambaqui é a principal espécie nativa cultivada em âmbito nacional, perdendo em escala de produção apenas para a tilápia do Nilo e a carpa comum, duas espécies exóticas. No ano de 2016, registou-se no país uma produção de 136.991 toneladas, e no estado do Maranhão, o registro foi de 11.412 toneladas, sendo o terceiro maior estado produtor de tambaqui, atrás somente da Rondônia e Amazonas (IBGE, 2016).

As fases de criação do tambaqui estão divididas em larvicultura, criação de juvenis e a engorda. Na primeira fase são criados a partir da eclosão até o peso médio de 0,5 a 1g com duração de aproximadamente 30 a 40 dias; a fase de juvenis dura em torno de 60 dias com peso entre 40 e 50 g e na engorda ultima fase, o tempo varia dependendo do peso desejado ao abate (RAMOS, 2013).

A criação de espécies de peixes redondos tem sido feita com o intuito de minimizar os riscos, por ainda não existir tecnologias de produção definida para diferentes espécies (BARROS et al., 2011). As práticas de produção existentes estão fundamentadas em experiências empíricas e reduzidas informações científicas sobre a criação desta espécie, além de ainda existir poucas informações referente às exigências nutricionais para o tambaqui em especial de aminoácidos, como é destacado por Dairiki e Silva (2011). Sendo necessárias mais pesquisas para determinação adequada às exigências de aminoácidos em rações para a espécie.

3.2 Exigência de proteína e aminoácidos na nutrição de peixes

Os peixes na fase inicial de desenvolvimento exigem elevados níveis de nutrientes na ração, devido seu maior aporte de crescimento. Um desses nutrientes de maior requisição para o desenvolvimento do animal é a proteína que deve atender as exigências necessárias para o

máximo desempenho zootécnico, sem comprometer a qualidade da água (DIEMER et al., 2011).

As proteínas têm participação importante no organismo animal, tais como controle metabólico, função estrutural e protetora, matriz óssea, componente enzimático e participação no metabolismo hormonal (DEVLIM, 2003).

Por muito tempo as rações formuladas para peixes foram baseadas na exigência de proteína bruta. Com o avanço de novas tecnologias e o uso de aminoácidos industriais nas rações, tornou-se necessário a suplementação dos aminoácidos essenciais em cada fase de crescimento (FURUYA, 2012). Os aminoácidos desempenham papéis importantes e excepcionais na nutrição e no metabolismo dos peixes, o fornecimento deles em dietas equilibradas é necessário para o crescimento ideal e melhor conversão alimentar. A falta ou o desequilíbrio da quantidade de aminoácidos nas dietas é capaz de levar a redução do consumo de ração e utilização de proteína pra o crescimento e também causa efeitos negativos sobre a carga de nitrogênio da água (AHMED, 2012). Segundo o mesmo autor, quando os peixes são alimentados com rações deficientes em aminoácidos essenciais os outros aminoácidos presentes em níveis adequados são desaminados e oxidados (para energia), comprometendo a síntese de proteínas

A determinação da exigência de aminoácidos, principalmente dos aminoácidos essenciais limitantes nos ingredientes comumente utilizados nas rações para peixes, e a formulação de rações com base no atendimento das exigências em aminoácidos se fazem necessária, por interferir no uso da fração nitrogenada, na composição química e no rendimento de carcaça dos peixes, ocasionando diminuição da produtividade e aumento no custo de produção (FURUYA, et al., 2005; BOMFIM, et al., 2010).

Os aminoácidos procedentes da digestão podem seguir duas vias: a anabólica, onde ocorre a síntese de novas proteínas funcionais, ou a via catabólica, onde as proteínas desaminadas do músculo irão produzir esqueleto carbônico usado como fonte de energia, sendo esse processo nutricional indesejável (HEMRE, 2002).

O conceito de proteína ideal tem sido muito utilizada na formulação de rações como estratégia eficiente para atender as exigências nutricionais de diferentes espécies (TAKISHITA et al, 2009). O balanceamento exato dos aminoácidos, de forma a tender a exigências para a manutenção e produção, é definido como o termo de proteína ideal. Em conceito, cada aminoácido essencial é expresso em relação a um aminoácido de referência, a

lisina, pois considera-se a hipótese de que embora as exigências quantitativas dos aminoácidos possam ser influenciadas por diversos fatores, as proporções entre elas são praticamente constantes (FURUYA, 2001; PEZZATO et al., 2004; FURUYA, 2005).

3.3 Triptofano

O triptofano (Trp) $C_{11}H_{12}N_2O_2$, pertence ao grupo dos aminoácidos R- aromático, com cadeias laterais aromáticas, apolar e hidrofóbica (LEHNINGER, 2007), é um aminoácido essencial, ou seja, não é capaz de ser sintetizado pelo organismo, devendo ser fornecido aos animais através da dieta. O triptofano é um aminoácido em menor concentração na proteína dietética. Depois da lisina e metionina, o triptofano é o mais limitante nos alimentos comumente usados nas rações de peixes de origem vegetal, como o farelo de milho e farelo de trigo. Está presente em apenas 1% nas proteínas de origem animal e 1,4% nas proteínas de origem vegetal. Sua essencialidade não se deve apenas à sua contribuição para o crescimento e síntese proteica, também está envolvido em outras vias metabólicas importantes para o metabolismo do animal (ROSSI & TIRAPEGUI, 2004).

Este aminoácido possui o potencial mediador do comportamento animal e redutor do canibalismo e da agressividade na larvicultura (HOSHIBA, 2007). É precursor da serotonina (5- hidroxitriptamina, 5- HT), neurotransmissor que media uma ampla variedade de comportamentos (agressão, medo, estresse e a relação da interação social em muitos animais) por ação do sistema nervoso central e periférico (LEPAGE et al., 2005). A síntese da serotonina depende da disponibilidade do aminoácido precursor, por tanto o aumento dos níveis de triptofano no encéfalo pode resultar em biossíntese alta do neurotransmissor amplificando seus efeitos (HOSHIBA, 2011). O triptofano pode estar atuando no eixo hipotálamo- hipófise-interrenal, aumentando o nível de serotonina e dessa forma diminuindo a agressividade, minimizando o estresse causado pela perseguição entre os animais (HöGLUND et al., 2005).

Estudos feitos por Lapage et al. (2002, 2003, 2005), Winberg et al. (2001) e Wolkers et al. (2012) demonstraram que em dietas para peixes enriquecida com triptofano promoveram redução da resposta do estresse (cortisol) após estresse agudo e redução da agressão.

Martins (2013) fez uso da suplementação do triptofano em dietas pra matrinxã como estratégia de redução da resposta de estresse e de comportamento agressivo entre os peixes desta espécie. E afirmou que o entendimento dos mecanismos de atuação do triptofano pode

trazer subsídios para o desenvolvimento de tecnologias de produção que reduzem os efeitos negativos do estresse durante a prática de manejo.

Dietas com deficiência de triptofano pode ocasionar escoliose, lordose, cataratas, e o aumento dos níveis de Ca, Mg, Na e K no fígado e no rim (COLOSO et al., 2004). Portanto, a suplementação desse aminoácido limitantes na dieta de acordo com a exigência ótima do peixe é a primeira prioridade do nutricionista para a formulação de alimentos balanceados com aminoácidos essenciais, que não só melhoram o desempenho do crescimento e a rentabilidade, mas também reduzem a carga orgânica do sistema de cultura.

Estudos vem sendo feitos com a complementação do triptofano na dieta dos peixes, de forma que venha melhorar o desempenho dos animais, reduzindo o estresse e consequentemente manter a homeostase do peixe.

Estudos referentes às exigência nutricionais de triptofano para o tambaqui ainda são escassas, entretanto a importância produtiva e econômica desta pesquisa torna ferramenta importante para um melhor cultivo desta espécie. Visto que o excesso ou a deficiência de aminoácidos essenciais pode levar um desequilíbrio causando sintomas metabólicos afetando a taxa de ingestão, o transporte de nutrientes, catabolismo e degradação do tecido muscular nos peixes (FURUYA, 2012).

4 . MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Alimentação e Nutrição de Organismos Aquáticos do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), localizado no município de Chapadinha, Maranhão, com duração de 30 dias experimentais, e conduzidos de acordo com as normas éticas de pesquisa com animais após aprovação pelo comitê de Ética no Uso Animal da Universidade Federal do Maranhão (Nº do Protocolo: 23115007623/2014-25).

Foram utilizados 300 alevinos de tambaqui com peso em torno de 8,0 g em experimento com delineamento em blocos ao acaso, composto por seis tratamentos, com cinco repetições e dez peixes por unidade experimental. Para a formação dos blocos, foi levado em consideração o peso médio inicial dos peixes.

Os tratamentos foram constituídos de seis rações experimentais isoenergéticas, isocálcicas e isofosfóricas, com diferentes níveis de triptofano digestível (0,225; 0,256; 0,288; 0,319; 0,350; e 0,381%), formuladas utilizando-se a técnica da “diluição de dietas”, com base no conceito de proteína ideal (Tabela 1).

Esta técnica consiste na diluição sequencial de uma ração com alto teor de proteína e deficiente em triptofano digestível (ração referência) com outra isoenergética livre de proteína (dieta isenta de proteína – DIP), obtendo-se as rações com níveis intermediários de triptofano digestível, conforme procedimentos descritos por Gous (1980) e Siqueira (2009).

Para estimativa da relação do triptofano com a lisina digestíveis foi utilizado como referência o nível mínimo de 1,73% de lisina digestível proposto por Silva et al. (2018) em experimento com alevinos de tambaqui realizado em condições experimentais similares (manejo alimentar e condições ambientais), para que os resultados possam ser comparados, conforme preconizado por Lemme (2013).

Os peixes foram mantidos em 30 caixas de polietileno (aquários) com capacidade volumétrica de 500 litros em sistema fechado de circulação de água, dotadas de sistema de abastecimento, aeração suplementar e drenagem individual. A água de abastecimento usada foi proveniente de poço artesiano. As limpezas das caixas eram realizadas diariamente por sifonagem, sempre após a aferição da temperatura da água.

Tabela 1- Composição percentual e química da ração isenta de proteína e das rações experimentais elaboradas na técnica da “diluição de dietas”, com base no conceito de proteína ideal, (matéria natural)

Ingredientes (%)	DIP*	Nível de Triptofano Digestível (%)					
		0,225	0,256	0,288	0,319	0,350	0,381 (RR**)
Farelo de soja	0,000	36,233	41,250	46,267	51,284	56,301	61,318
Milho	0,000	16,427	18,701	20,976	23,250	25,525	27,800
Amido de milho	80,816	32,762	26,210	19,657	13,105	6,552	0,000
Óleo de soja	10,154	6,714	6,206	5,698	5,190	4,682	4,174
Casca de arroz	4,029	1,854	1,483	1,112	0,742	0,371	0,000
Lisina-HCl	0,000	0,515	0,587	0,658	0,729	0,801	0,872
DL-Metionina	0,000	0,344	0,392	0,440	0,488	0,535	0,583
L-Treonina	0,000	0,433	0,493	0,553	0,613	0,673	0,733
L-Isoleucina	0,000	0,098	0,112	0,126	0,139	0,153	0,166
Calcáreo Calcítico	0,059	0,024	0,019	0,015	0,010	0,005	0,000
Fosfato Bicálcico	3,827	3,506	3,462	3,417	3,373	3,328	3,284
Premix Vitamínico e Mineral ⁴	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
Vitamina C ⁵	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Sal	0,545	0,518	0,515	0,511	0,507	0,504	0,500
Antioxidante (BHT)	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Diluição (%)							
DIP*	100,00	40,91	32,73	24,55	16,36	8,18	0,00
RR**	0,00	59,09	67,27	75,45	83,64	91,82	100,00
Composição calculada ¹							
Proteína Bruta (%)	0,00	18,73	21,33	23,92	26,51	29,11	31,70
Proteína Digestível (%) ³	0,00	17,19	19,57	21,95	24,33	26,71	29,09
Energia Digestível (kcal/kg) ^{2,3}	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Extrato Etéreo (%)	10,20	7,93	7,59	7,24	6,90	6,55	6,21
Fibra Bruta (%)	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73	3,73
Ca Total (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
P disp (%) ²	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Lisina (%) Digest ²	0,000	1,300	1,480	1,660	1,840	2,020	2,200
Met. + Cist (%) Digest. ²	0,000	0,819	0,932	1,046	1,159	1,273	1,386
Treonina Digest. (%) ²	0,000	1,040	1,184	1,328	1,472	1,616	1,760
Triptofano Total (%)	0,000	0,238	0,271	0,304	0,337	0,370	0,403
Triptofano Digest. (%) ²	0,000	0,225	0,256	0,288	0,319	0,350	0,381
Isoleucina Digest. (%) ²	0,000	0,832	0,947	1,062	1,178	1,293	1,408
Relação Trip. Dig./ED (g/Mcal)	0,000	0,075	0,085	0,096	0,106	0,117	0,127
Relação Met+Cist /Lisina Dig.	0	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000	63,000
Relação Treonina./Lisina Dig.	0	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000	80,000
Relação Triptofano/Lisina Dig.	0	17,324	17,324	17,324	17,324	17,324	17,324
Relação Isoleucina/Lisina Dig.	0	64,000	64,000	64,000	64,000	64,000	64,000

* Dieta isenta de proteína;

** Ração referencia (0,381% de triptofano digestível);

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, farelo de soja e fosfato bicálcico propostos por Furuya et al. (2010) para tilápia do Nilo;

³ Com base nos coeficientes de digestibilidade para o amido de milho 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 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;

⁵ Vit. C: sal cálcica 2-monofosfato de ácido ascórbico, 42% de princípio ativo.

A temperatura da água foi aferida diariamente, às 7:30 e 17:30 horas, com o auxílio de um termômetro de bulbo de mercúrio, graduado de 0 a 50°C. Os controles do pH e do teor de oxigênio dissolvido e da amônia na água foram aferidos a cada sete dias, respectivamente, por intermédio de um pHmetro, oxímetro e kit comercial para teste de amônia tóxica, respectivamente.

As rações experimentais foram peletizadas e, para minimizar a possibilidade de lixiviação de ingredientes, foram fornecidas diariamente até a saciedade aparente em seis refeições (08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 h), sendo que, em cada refeição, foram fornecidas em pequenas quantidades, com sucessivos repasses, possibilitando a ingestão máxima, até a aparente saciedade.

Todos os peixes foram pesados no início e ao final do experimento. Para as análises de composição corporal (teores de umidade, proteína bruta e lipídeos), foi separada uma amostra inicial em torno de 50 peixes e todos os peixes de cada unidade experimental no final do período de alimentação, foram insensibilizados, eutanasiados por overdose de benzocaína (500 mg/L) e congelados. Após o congelamento, os peixes (carcaças e vísceras) foram secos em estufa com circulação forçada de ar, pré-desengordurados, moídos em moinho de bola e acondicionadas em recipientes para as respectivas análises laboratoriais no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, conforme procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Com base na composição corporal, complementarmente, foram determinadas as taxas de deposição diária de proteína e gordura corporais, deposição de cinzas corporal e a eficiência de retenção corporal de nitrogênio, de acordo com as equações abaixo:

- Deposição de proteína corporal (mg/dia) = [(quantidade de proteína corporal final (mg)) – (quantidade de proteína corporal inicial (mg))] / (período experimental);
- Deposição de gordura corporal (mg/dia) = [(quantidade de gordura corporal final (mg)) – (quantidade de gordura corporal inicial (mg))] / (período experimental);
- Deposição de cinzas corporal (mg/dia) = [(quantidade de cinzas corporal final (mg)) – (quantidade de cinzas corporal inicial (mg))] / (período experimental);
- Eficiência de retenção de nitrogênio (%) = {[N corporal final) – (N corporal inicial)] x 100} / consumo de N;

As análises estatísticas foram realizadas valendo-se do programa SAEG - Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, desenvolvido na UFV (1997). Os dados foram interpretados

por meio de análise de variância. Os efeitos do nível de triptofano digestível nas rações foram explorados por meio da decomposição dos graus de liberdade dos níveis de triptofano digestível em polinômios ortogonais de primeira e segunda ordem ($P < 0,10$), conforme melhor ajuste. Também foi verificado ajuste para o modelo descontinuo “Linear Response Plateau” (LRP). Para a escolha do modelo de melhor ajuste levou-se em consideração o valor de P (significância) e/ou R^2 (SQ do modelo/SQ do tratamento).

5 . RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para a criação da espécie, conforme preconizado por Gomes et al. (2010) e Mendonça et al. (2012). As temperaturas máximas e mínimas da água mantiveram-se em torno de $27,08 \pm 0,50$ °C e $24,79 \pm 0,88$ °C, respectivamente. A concentração de oxigênio dissolvido na água ficou em torno de $8,64 \pm 0,48$ ppm, pH $6,72 \pm 0,14$ e amônia total $\leq 1,00$ ppm.

Tabela 2. Teor de umidade (UC), proteína (PC), gordura (GC) e cinza (CZC) corporal, deposição de proteína (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais e eficiência de retenção de nitrogênio (ERN) de alevinos de tambaqui, em função do nível de triptofano digestível da ração

Nível de triptofano digestível (%)	Variável							
	UC (%)	PC (%)	GC (%)	CZC (%)	DPC (mg/dia)	DGC (mg/dia)	DCZC (mg/dia)	ERN (%)
Inicial	77,92	14,14	2,43	2,47	---	---	---	---
0,225	78,68	10,92	7,79	2,00	58,66	59,43	11,01	34,49
0,256	79,59	10,53	7,36	1,90	81,47	74,58	15,03	41,52
0,288	79,62	10,36	7,47	2,02	96,74	89,67	19,77	45,84
0,319	79,72	10,45	6,74	1,99	97,72	77,71	18,97	34,78
0,350	79,96	10,83	5,76	2,00	91,64	63,39	17,74	30,07
0,381	79,30	11,43	5,72	2,24	96,08	61,21	20,04	31,41
Efeito	Q	Q	L	Q	L	Q	L	NS
<i>P > F</i>	0,067	0,001	0,001	0,017	0,074	0,009	0,036	0,177
CV (%)	1,11	4,32	7,23	5,59	35,74	24,28	36,58	28,77

L – Efeito Linear

Q – Efeito Quadrático

NS – Sem efeito de tratamento ($P > 0,10$)

CV – Coeficiente de variação

A umidade da carcaça (UC) aumentou de forma quadrática ($P < 0,10$) em função da elevação da concentração de triptofano digestível até o nível estimado de 0,318%. Este efeito assemelhou-se com os teores de proteína corporal, que aumentou até o nível estimado de 0,291% de triptofano digestível (Tabela 2). Este se deve a deposição de tecido magro, já que o

mesmo agrega cerca de três partes de água na sua composição (BUREAU et al., 2000). O efeito obtido da umidade também está correlacionado com o teor de gordura na carcaça que apresentou redução linear ($P < 0,10$) conforme o aumento dos níveis de triptofano digestível foi possível observar menores percentagens de gordura na carcaça, pois à medida que se teve menor gordura corporal nos maiores níveis de Triptofano (0,350 e 0,381%) aumentou-se o teor de umidade corporal (Tabela 2). Comportamento semelhante foi relatado por Abmorad et al. (2010) trabalhando com diferentes níveis de lisina em dietas para pacu, que é uma espécie onívora e com características morfométricas similares ao tambaqui, relatou que os peixes alimentados com os maiores níveis de lisina digestível (16,1 e 19,6 g/kg) apresentaram menor lipídio corporal e maior teor de umidade comparado aos demais níveis testados.

Quanto à deposição de proteína corporal (DPC) o modelo que melhor se ajustou foi o “Linear Response Plateau” – LRP ($P < 0,10$), onde houve um aumento da deposição até o nível 0,275% e a partir daí estabilizando (Figura 1). Os peixes submetidos ao menor nível de Triptofano na dieta apresentaram a menor DPC, isso acontece devido às dietas que contém níveis mais baixos de proteína e, conseqüentemente, de triptofano (primeiro aminoácido limitante para cada nível proteico avaliado), estarem limitantes para a máxima capacidade de formação de proteína corporal (PIANESSO, 2015).

De acordo com as equações (Tabela 3), os alevinos alimentados com o nível de 0,275% de triptofano apresentaram maiores valores de PC e DPC e redução no conteúdo lipídico corporal. Isto indica que nesse nível ocorreu melhor balanceamento de aminoácidos nas dietas, minimizando o catabolismo seletivo de aminoácidos, aumentando a disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteínas, enquanto diminui o acúmulo de reservas lipídicas (CONCEIÇÃO et al., 2003).

As proteínas e os lipídios são nutrientes importantes para a formação do tecido corporal, sendo eles os principais responsáveis pelo ganho de peso e crescimento dos peixes, esses nutrientes podem ser depositados em diferentes tecidos ou órgãos de acordo com a espécie e a idade do animal (REGOST et al., 2001).

Já para deposição de gordura corporal (DGC), foi verificado efeito quadrático ($P < 0,10$) aumentando até o nível de 0,299%. Nos maiores níveis de triptofano observou-se menor teor de gordura corporal e redução na DGC na carcaça. Esse fato deve-se ao maior gasto energético envolvido no catabolismo dos aminoácidos excedentes com a elevação do nível proteico da dieta (redução da relação energia:proteína), semelhante ao que foi relatado por Zehra e Khan (2014) trabalhando com *Catla catla*. Rações com maiores relações da

energia com a proteína proporcionam aumento da deposição de gordura em função da menor quantidade de aminoácidos para deposição de proteína corporal. Por outro lado, rações com níveis excedentes de proteína (baixa relação da energia com a proteína) proporcionam menores deposições de gordura, em função do gasto calórico dispendido no catabolismo dos aminoácidos excedentes.

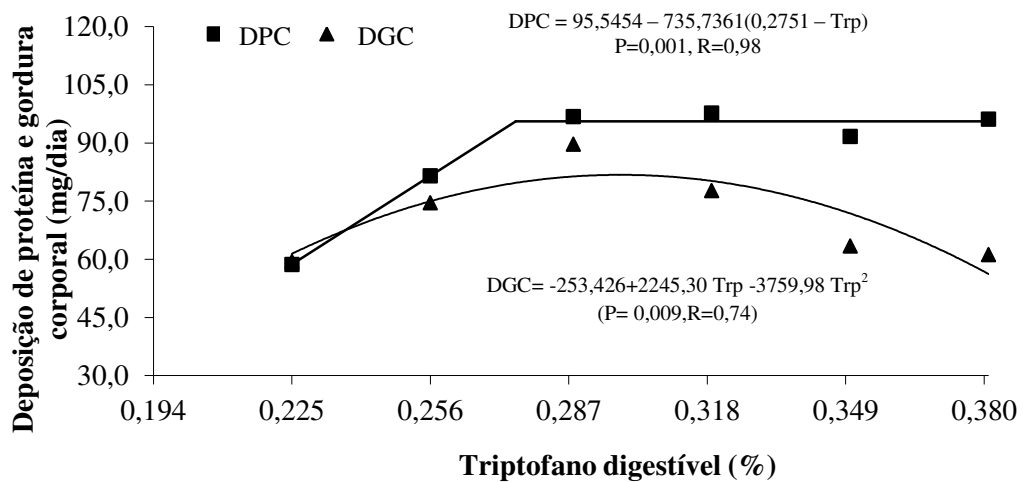


Figura 1- Representação gráfica de deposição de proteína e gordura corporal para tambaqui, em função do nível de triptofano digestível da ração.

Para variável cinza corporal (CZ) houve efeito quadrático ($P < 0,10$) (Tabela 2), onde o maior teor de cinza foi observado no nível 0,273%. O teor de cinza corporal é componente essencial na estrutura corporal d^{DPC} ial e essencial para formação da estrutura óssea (SANTOS, 2012).

Já deposição de cinza corporal (DCZC) apresentou aumento linear ($P < 0,10$), verificando o aumento de 7,31% pra cada 0,1% de triptofano digestível adicionado à dieta (Tabela 2). Contudo, o modelo que melhor se ajustou também foi o “Linear Response Plateau” – LRP ($P < 0,01$), demonstrando que houve um aumento desta variável até o nível 0,283%. De acordo com Pianesso (2015) a menor deposição de cinza corporal nos peixes que receberam menor nível de Triptofano pode estar relacionada com a menor deposição muscular, que correlaciona proporcionalmente o conteúdo de matéria mineral.

Tabela 3 –Equações de regressão ajustadas, coeficientes de determinação e valores de exigência para as variáveis Teores de umidade (UC), proteína (PC), gordura (GC) e cinzas (CZC) corporal e deposição de proteínas (DPC), gordura (DGC) e cinzas (DCZC) corporais de alevinos de tambaqui, em função do nível de triptofano digestível da ração

Variável	Modelo	Equação	P < F	R ²	Exigência (%)
UC (%)	Quadrático	$UC = 66,9005 + 81,4764Trp - 127,954Trp^2$	0,067	0,86	0,318
PC (%)	Linear	$PC = 9,77886 + 3,21862Trp$	0,055	0,23	-----
PC (%)	Quadrático	$PC = 21,5157 - 76,7469Trp - 131,983Trp^2$	0,001	0,99	0,291
GC (%)	Linear	$GC = 11,2060 - 14,5074Trp$	0,001	0,90	-----
CZC (%)	Linear	$CZC = 1,62484 + 1,31948Trp$	0,003	0,48	-----
CZC (%)	Quadrático	$CZC = 3,58755 - 12,0528Trp + 22,0711Trp^2$	0,017	0,76	0,273
DPC (mg/dia)	Linear	$DPC = 26,2728 + 200,478Trp$	0,074	0,59	-----
DPC (mg/dia)	LRP	$DPC = 95,5454 - 735,7361(0,2751 - Trp)$	0,001	0,98	0,275
DGC (mg/dia)	Quadrático	$DGC = - 253,426 + 2.245,30Trp - 3.759,98Trp^2$	0,009	0,74	0,299
DCZC (mg/dia)	Linear	$DCZC = 2,49528 + 48,1535Trp$	0,034	0,64	-----
DCZC (mg/dia)	LRP	$DCZC = 18,9169 - 139,1237(0,2825 - Trp)$	0,001	0,96	0,283

Os tambaquis conseguiram manter suas funções vitais com o menor nível de Triptofano na dieta, porém esse foi insuficiente para garantir a melhor deposição corporal.

Não houve efeito significativo ($P > 0,10$) para a eficiência de retenção de nitrogênio (ERN). Apesar disso, observa-se que o menor e o maior nível de triptofano digestível avaliados (24,76% e 31,48%, respectivamente) proporcionaram retenções de nitrogênio dos peixes inferiores em relação ao nível 0,288%, que é o nível aproximado da maior DPC. Isto indica que nos níveis inferiores houve uma maior proporção dos aminoácidos para

atendimento das necessidades de manutenção em detrimento à deposição de proteína. Nos níveis superiores, a redução da retenção de nitrogênio deve-se ao aumento do catabolismo dos aminoácidos em virtude dos níveis excedentes de proteína. Provavelmente, não foi observada diferença significativa em virtude do coeficiente de variação observado para esta variável (28,77%).

O triptofano por ser um aminoácido essencial em dietas para peixes e ter concentração limitada na grande parte dos vegetais (ABIDI ;KHAN,2010), determina a eficiência de utilização da proteína, influenciando a qualidade da carcaça dos peixes (ZEHRA;KHAN, 2014).

Com base nos resultados, a elevação dos níveis dietéticos de triptofano estimado até o nível de 0,275% aumentou a deposição de proteína e a eficiência de retenção de nitrogênio. Por outro lado níveis mais altos diminuí a eficiência de retenção de nitrogênio, havendo maior excreção do mesmo no ambiente. Considerando a exigência de lisina digestível de 1,78% (Silva et al., 2018), a relação mínima dos níveis de triptofano com a lisina digestível para otimizar a deposição de proteína corporal é de 16%.

6. CONCLUSÃO

A recomendação do nível de triptofano digestível em rações para alevinos de tambaqui é de 0,275% (0,092% Mcal de ED) por proporcionar maior deposição de proteína corporal, correspondente a uma relação triptofano: lisina digestível de 16%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABMORAD, E.G.; FAVERO, G.C.; SQUASSONI, G.G.; CERNEIRO, D. Dietary digestible lysine ratio for pacu *Piaractus mesopotamicus*. **Aquaculture Nutrition**, v.16, p. 370-377, 2010.
- AHMED, I.; KHAN, M.A. Dietary amino acid L-tryptophan requirement of fingerling Indian catfish *Heteropneustes fossilis* (Bloch), estimativa by growth and haemato- biochemical parameters. **Fish Physiology Biochemistry**, New York, v. 38, n4, p. 1195- 1209, 2012.
- ARIDE, P.H.R.; ROUBACH, R.; VAL, A.L. Tolerance response of tambaqui *Colossoma macropomum* (cuvier) to water pH. **Aquaculture Research**, v.38: p.588-594, 2007.
- BALDISSEROTTO, B. **Fisiologia de peixes aplicado à piscicultura**. 2 ed. Santa Maria: UFSM, 2010.
- BARROS. A.F.; MARTINS, M.I.E.G.; SOUZA. O.M. Caracterização da piscicultura na microrregião da baixada cuiabana, Mato Grosso, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.37, n.3, p.261- 273, 2011.
- BOMFIM, M.A.D.; LANNA, E.A.T.; DONZELLE, J.L.; 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.
- BUREAU, B.P.; AZEVEDO, P.A.; TAPIA-SALAZAR, M.; CUZON, G. Pattern and cost of growth and nutrient deposition in fish and shrimp: Potential implications and applications. In: Cruz -Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Olvera-Novoa, M.A. y Civera-Cerecedo, R., (Eds.). Avances en Nutrición Acuícola V. **Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola**. P.19-22, 2000.
- COLOSO, R.M.; MURILLO-GURREA, D.P.; BORLONGAN, I.G.; CATA CUTAN, M.R. Tryptophan requirement of Asian juvenile sea bass *Lateolabrax niloticus*. **British Journal of Nutrition**, n. 51, p. 279-287, 2004.
- CONCEIÇÃO, L.E.C.; GRASDALEN, H.; RØNNESTAD, I. Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: new tools and recent findings. **Aquaculture**, v.227, p.221-232, 2003.
- CYRINO, J.E.P.; BICUDO, A.J.A.; SADO, R.Y.; BORGHESI, R.; DAIRIKI, J.H. A piscicultura e o ambiente – o uso de alimentos ambientalmente corretos em piscicultura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 68-87, 2010.
- DAIRIKI, J. K.; SILVA, T.B.A. Revisão de literatura: exigências nutricionais do tambaqui – compilação de trabalhos, formulação de ração adequada e desafios futuros. Manaus: **Embrapa Amazônia Ocidental** (Embrapa Amazônia Ocidental, 91). 44p, 2011.
- DEVLIN, T.M. **Manual de bioquímica em correlação clínica**. 5ed. São Paulo. Edgar Blucher, p. 108, 2003.

DIAS, C.A.G.M.; FAGUNDES, D.S.; AMAURI, G.J.; SILANES, M.D.M.L.; OLIVEIRA, J.C.S. Luz, melatonina e estresse oxidativo na Piscicultura. **Biota Amazonia**, Macapá, v. 3, n. 3, p. 169-176, 2013.

DIEMER, O. **Fósforo na alimentação de pacus (*Piaractus mesopotamicus*) criados em tanques- redes**. 35f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2011.

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 nutrição de tilápias**. Toledo: GFM, 100p, 2010.

FURUYA, W.M.; BOTARO, D.; MACEDO, R.M.G. Aplicação do conceito de proteína ideal para redução dos níveis de proteína em dietas para Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p. 1433-1441. 2005.

FURUYA, W.M.; GRACIANO, T.S.; VIDAL, L.V.O.; Digestible lysine requirement of Nile tilapia *Fingrlins* arginine to lysine balanced diets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, 2013.

FURUYA, W. M. ; MICHELATO, M.; GRACIANO, T. S. et al. Exigência de lisina digestível para a tilápia do Nilo de 87 a 226g alimentada com dietas balanceadas para a relação arginina:lisina. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1945-1954, 2013.

FURUYA, W.M.; PEZZATO, L.E.; PEZZATO, A.C.; Coeficientes de digestibilidade e valores de aminoácidos digestíveis de alguns ingredientes para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1143-1149, 2001.

GOMES, L.C.; SIMÕES, L.N.; ARAUJÚ-LIMA, C.A.R.M.; BALDISSEROTTO, B. **Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Espécies nativas para a piscicultura no Brasil**. 2ª.Ed. Editora: UFSM, Santa Maria, p.175-204, 2010.

GOUS, R.M. An improved method for measuring the response of broiler chickens to increasing dietary concentrations of an amino acid. European Poultry Conference, Hamburg. Proceeding Hamburg: **World's Poultry Science Association**. v.3, p.32–39, 1980.

HEMRE, G-I; MOMMSEN, T.P.; KROGDAHL, A. Carbohydrates in fish nutrition: effects on growth, glucose metabolism and hepatic enzymes. **Aquaculture Nutrition**, Oxford, v.8, n.3, p.175-194. 2002.

HÖGLUND, E. et al. Suppression of aggressive behaviour in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) by L-tryptophan supplementation. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 249, n. 1-4, p. 525-531, 2005.

HOSHIBA, M.A. **Enriquecimento da alimentação das larvas de Matrinxã (*Brycon amazonicus*) com aminoácidos**. Influência no crescimento inicial e sobrevivência das larvas. 103 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) p. 103. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2007.

HOSHIBA, M.A.; **Influência do Triptofano, da Fluoxetina e da Paraclorofenilalanina no desenvolvimento inicial e na sobrevivência de Larvas de Marinxã**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária- UNESP, Jaboticabal, p.125, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Produção da pecuária mundial**. Rio de Janeiro, v.41, 2016, p.108.

ISMINO – ORBE, R.A.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M.; GOMES, L.G. Excreção e efeito da amônia sobre o crescimento do Tambaqui (*Colossoma macropomum*) de acordo com variações na temperatura da água e massa do peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.10, p.1243-1247, 2003.

LAPAGE, O.; LARSON, E.T.; MAYER, I.; WINBERG, S. Serotonin, but not melatonin, plays a role in shaping dominant- subordinate relationships and aggression in rainbow trout. **Hormes and Behavior**, v.48. p. 233-242, 2002.

LAPAGE, O.; TOTTMAR, O.; WINBERG, S. Elevated dietary L-tryptophan counteracts the stress-induced elevation of plasma cortisol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Jornal Experimental Biology**, v.206, p.3589-3594, 2002.

LEHNINGER, A.; NELSON, D.L.; COX, M.M.; Aminoácidos, peptídeos e proteínas. **Lehninger: Princípios de bioquímica**. 4.ed. São Paulo. Salvier, cap. 2, p. 74-111. 2007.

LEPAGE, O. et al. Time course of the effect of dietary L-tryptophan on plasma cortisol levels in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **Jornal Experimental Biology**, v.206, p.3589- 3599, 2003.

MARTINS P.T. **Efeito do L-triptofano na mediação do estresse de transporte e social do matrinxã (*Brycon amazonicus*)**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, UNESP, Jaboticabal, p.56, 2013.

NASCIMENTO, T.M.T. **Níveis de aminoácidos digestíveis para juvenis de Tambaqui, *Colossoma macropomum* e turnover isotópico do carbono -13 e do nitrogênio – 15 no tecido muscular**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, 2015.

PARDO, A.M.C.Q. **Influência da ingestão de triptofano dietético sobre a preferência na escolha do macho pela fêmea, auto balanceamento da dieta e desempenho zootécnico em Tilápia-do-Nilo e Pirapitinga**. Tese (Doutorado em Aquicultura), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. P.76, 2014.

PEZZATO, L.E.; EZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; FRACALLOSSI, D.M. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALLOSSI, D.M. **Tópicos essenciais em piscicultura de água doce tropical itentensiva**. São Paulo. Ed. Tecart. P 79, 2004.

PIANESSO, D. **Exigência nutricional de triptofano para o Jundiá**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. P.60, 2015.

RAMOS, C. A. M. **Relação das medidas de amplitude bucal de tambaqui (*Colossoma Macropomum*, 1818) com algumas variáveis biométricas.** Monografia (graduação) – Universidade Federal de Roraima. – Boa Vista, p.40, 2013.

REGOST C.; ARZEL J.; CARDINAL M.; LAROCHE M, KAUSHIK S. J. Fat deposition and flesh quality in seawater reared, triploid brown trout (*Salmo Trutta*) as affected by dietary fat levels and starvation. **Aquaculture**, 193:325-345, 2001.

ROSSI, L.; TIRAPEGUI, J. Implicações do Sistema Serotoninérgico no exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia**, São Paulo, v.48, n.2, p.227-233, 2004.

ROSTAGNO, R. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. G.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. E EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 141p, 2011.

SANTOS, J.G.A. **Exigência em fósforo digestível para tambaqui (*Colossoma macropomum*).** Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia, 2012.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3.ed. Vicoso: Universidade Federal de Vicoso, 235p, 2002.

SILVA, J. C.; BOMFIM, M. A. D.; LANNA, E. A. D.; RIBEIRO, F. B.; SIQUEIRA, J. C.; SOUSA, T. J. R.; MARCHÃO, R. S.; NASCIMENTO, D. C. N. Lysine requirement for tambaqui juveniles. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 5, p. 2157-2168, 2018.

SIQUEIRA, J. C. **Estimativas das exigências de lisina de frangos de corte pelos métodos dose resposta e fatorial.** Jaboticabal, SP: UNESP. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 154p, 2009.

TAKISHITA,S.S.; LANNA, E.A.T.; DONZELE,J.L.; Níveis de lisina digestível em ração para alevinos de Tilápia do Nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38,n.11,p. 2099- 2105, 2009.

WILSON, R.P.; HALVER, J.E.; HARDY, R.W. WINBERG, S.; OVERLI, O. Supression of aggression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) by dietary L triptophan. **The Journal of Experimental Biology**, v.204, p. 3867-3876, 2001.

WOLKERS, C.P.B. **Controle neuroendócrino do comportamento agressivo de juvenis de juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*).** Dissertação (Mestrado Aquicultura). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Centro de Aquicultura Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, p.115, 2010.

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**, Oxford, v. 20, 7/oct., 2014.