

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Eric Noshiyuki Mizuno

**RETENÇÃO DE NUTRIENTES NA CARÇA DE TAMBAQUI
(*COLOSSOMA MACROPOMUM*) ALIMENTADOS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA E CARBOIDRATO**

Dracena

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP)
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Eric Noshiyuki Mizuno

**RETENÇÃO DE NUTRIENTES NA CARÇA DE TAMBQUI
(*COLOSSOMA MACROPOMUM*) ALIMENTADOS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA E CARBOIDRATO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas
– Unesp, Campus de Dracena como parte das
exigências para graduação em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Susumu Takahashi

Coorientadora: Gabriela Castellani Carli

Dracena

2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Dracena



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Retenção de nutrientes na carcaça de tambaqui (*Colossoma macropomum*)
alimentados com diferentes níveis de proteína e carboidrato

Modalidade: Trabalho de ... **Atividades de pesquisa**

Autor: Eric Noshiyuki Mizuno

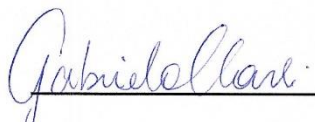
Orientador (a): Leonardo Susumu Takahashi

Co-orientador(es): Gabriela Castellani Carli

Número de Créditos: 15

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca:

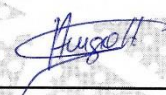
 5 / 12 / 2022



Nome membro da Banca



Nome membro da Banca



Nome membro da Banca

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Eric Noshiyuki Mizuno nascido em Guaimbê no dia 04 de outubro de 1999, onde os meus pais têm uma propriedade, em que sempre me ensinou sobre de manejo e nutrição de animais, em 2017 ingressou no curso de zootecnia na UNESP, campus de Dracena. Desde o início da graduação se identificou na área de piscicultura, e ingressou no GAUD para melhorar experiências na área e recebeu bolsa de iniciação científica PROEX, em que, foi ministrado um projeto de extensão universitária, proporcionando ao aluno o aprimoramento para se firmar no mercado de trabalho que se encontra cada vez mais concorrente.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais e meu irmão que sempre me incentivaram, e a Republica Viola em k.co que sempre foram meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado a oportunidade e saúde para chegar até aqui!

Aos meus pais e meu irmão que desde o início da graduação me incentivaram e me deram força para chegar aqui.

A turma XVI de Zootecnia, pelas brigas e companheirismo especialmente Guilherme Rugine (Muringa), Leandro Ferreira (Wrap), Ciro Neto (Umpa Lumpa), Leonardo Ozorio (Torresmo), Lucas Menezes (kçambinha), Beatriz Rodrigues (Guaxa), Lidiane Miranda.

Aos docentes da FCAT pelos ensinamentos transmitidos em sala de aula e outros laços que ultrapassaram a sala de aula, tornando verdadeiro amigos

Ao professor Leonardo Susumu Takahashi por esses anos de trabalho e orientações tornando um exemplo de profissional, tornando um amigo.

A Coorientadora Gabriela Carli pela oportunidade de ter trabalhado com você e ver como é uma grande profissional.

Ao Lucas Corassini (Chubaca) que sempre foi um parceiro, nas horas ruins e boas, só a gente sabe o que passamos kkk.

A Republica Viola em K.CO que me acolheu desde o primeiro dia, tomando minha segunda família principalmente ao, Pelego, Rathiofly, Peruano, Baxero, XS, Piqui, Xerengue, Sorriso, Adriel, Aldo, Kçambinha, Timon, Thiu, Bino, Molusco e Zoran.

A Guaxa e a Lidiane que sempre me ajudaram a estudar e sempre me apoiaram.

Ao GAUD que sempre me passaram muitos conhecimentos.

Ao Jeisson, Luana e a Vivi, por sempre me ajudar e me ensinando muito.

A Capo e a Magali, pela amizade e pelas brincadeiras nas festas.

RESUMO

A utilização de carboidratos em dietas para peixes está sendo cada vez mais estudada com a intenção de diminuir os custos das rações ricas em proteínas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química da carcaça e crescimento de tambaquis (*Colossoma macropomum*) alimentados com diferentes níveis de proteína digestível e carboidrato na dieta. Foram utilizados 216 juvenis de tambaquis com peso médio inicial de $30 \pm$ g, distribuídos em 18 caixas de 300 L sendo 12 peixes por unidade experimental em um delineamento totalmente ao acaso. Foram formuladas seis dietas experimentais isoenergéticas (4061 kcal/kg), contendo diferentes níveis de proteína digestível e carboidrato: 23%PD/25%CHO; 23%PD/35%CHO; 26%PD/25%CHO; 26%PD/35%CHO; 29%PD/25%CHO; 29%PD/35%CHO. Após o período de alimentação de 90 dias, os peixes foram submetidos a biometria e foram sacrificados 3 peixes de cada caixa por superdosagem de anestésico para a determinação da composição química da carcaça. Os parâmetros avaliados foram, de crescimento: ganho de peso (GP), comprimento total final (CTF) e taxa de eficiência proteica (TEP), de composição química da carcaça: matéria seca (MS), cinzas (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Os resultados, foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de normalidade (teste de Shapiro Willk), as médias foram comparados pelo de Teste Tukey (5%). Os resultados obtidos sugerem que a proteína da dieta pode ser diminuída até o nível de inclusão de 26%, através da adição de carboidratos como fonte energética, sem prejudicar o crescimento dos animais, nem a deposição de proteína e gordura na carcaça, e ainda melhor taxa de eficiência proteica. É recomendado o uso de rações contendo 26% de PD e 25% de inclusão de CHO na dieta.

Palavras chaves: Efeito poupador. Retenção de nutrientes. Carboidratos.

ABSTRACT

The use of carbohydrates in fish diets is being increasingly studied with the intention of reducing the cost of protein-rich diets. The objective of this work was to evaluate the chemical composition of the carcass and growth of tambaquis (*Colossoma macropomum*) fed with different levels of digestible protein and carbohydrate in the diet. A total of 216 tambaqui juveniles with an average initial weight of 30 g were used, distributed in 18 boxes of 300 L, with 12 fish per experimental unit in a completely randomized design. Six isoenergetic experimental diets (4061 kcal/kg) containing different levels of digestible protein and carbohydrate were formulated: 23%PD/25%CHO; 23%PD/35%CHO; 26%PD/25%CHO; 26%PD/35%CHO; 29%PD/25%CHO; 29%PD/35%CHO. After the 90-day feeding period, the fish were submitted to biometry and 3 fish from each box were sacrificed by overdose of anesthetic to determine the chemical composition of the carcass. The parameters evaluated were: growth: weight gain (GP), final total length (CTF) and protein efficiency rate (TEP), carcass chemical composition: dry matter (DM), ash (MM), crude protein (PB) and ether extract (EE). The results were submitted to analysis of variance (ANOVA) and normality test (Shapiro Willk test), the averages were compared by the Tukey test (5%). The results obtained suggest that the protein in the diet can be reduced up to the inclusion level of 26%, through the addition of carbohydrates as an energy source, without impairing the growth of the animals, nor the deposition of protein and fat in the carcass, even improving the protein efficiency rate. It is recommended to use diets containing 26% PD and 25% CHO inclusion in the diet.

Keywords: Sparing effect. Nutrient retention. Carbohydrates.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caixas de 300 L onde os peixes foram tratados.....	8
Figura 2 - Dietas experimentais.....	9
Figura 3 - Carcaças processadas em placa de petri.....	11
Figura 4 - Determinação da matéria seca (MS).....	12
Figura 5 - Determinação de Material Mineral em mufla.....	12
Figura 6 - Digestão das amostras em capela.....	14
Figura 7 - Processo de destilação das amostras digeridas.....	14
Figura 8 - Bureta eletrônica com mudança na coloração após ser adicionado HCl..	15
Figura 9 - Lavagem das amostras em éter de petróleo no extrator Soxhlet.....	16
Figura 10 - Efeito da interação entre PD e CHO nos parâmetros de GP e TEP.....	18
Figura 11 - Resultados obtidos da composição química da carcaça analisada de tambaquis alimentados com diferentes níveis de proteína e carboidrato na dieta....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulação das dietas experimentais e composição da dieta.....	9
Tabela 2 - Parâmetros da água durante o período experimental.....	10
Tabela 3 - Valores médios e valores de P dos parâmetros de crescimento e taxa de eficiência proteica dos juvenis de tambaqui (<i>C. macropomum</i>) após 90 dias de alimentação com níveis de proteínas e carboidratos.....	17
Tabela 4 - Valores médios e valores de P da composição corporal dos juvenis de tambaqui (<i>C. macropomum</i>) após 90 dias de alimentação com níveis de proteínas e carboidratos.....	19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVO.....	2
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
3.1 Efeito Pougador de Proteína.....	2
3.2 Tabaqui.....	5
3.3 Retenção na Carcaça	6
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
4.1 Local e Instalação.....	7
4.2 Formulação das Dietas.....	8
4.3 Qualidade de Água.....	10
4.4 Composição Química da Carcaça.....	11
4.4.1 Matéria seca e matéria mineral.....	11
4.4.2 Proteína bruta.....	13
4.4.3 Extrato etéreo.....	15
4.5 Delineamento e Análises Estatísticas.....	17
5 RESULTADOS DE DISCUSSÃO.....	17
6 CONCLUSÃO.....	21
7 REFERÊNCIAS.....	21

1. INTRODUÇÃO

A piscicultura Brasileira vem crescendo ano após ano com o objetivo o cultivo de peixes, exercendo o controle do cultivo e monitoramento do crescimento e reprodução, oferecendo ao consumidor um produto de alta qualidade. Segundo PEIXEBR (2022), a produção total de pescados do Brasil em 2021 foi de 841.005 toneladas, com o aumento de 4,7% sobre a produção calculada em 2020 com 802.930 toneladas. No Brasil, a principal espécie cultivada é a tilápia, sendo o país o quarto maior produtor mundial. A produção de peixes nativos consiste na segunda maior produção do Brasil, e é liderada pelo tambaqui, com 102 mil toneladas representando 20% da produção nacional. Desde 2013 a 2018 teve um aumento na produção de 15,6% passando de 88 mil para 102 toneladas, sendo Rondônia e o principal produtor de tambaqui, com 41.554 t, seguido pelo Maranhão e Roraima, com 10.735 t e 10.450 t, (EMBRAPA 2020).

Devido ao seu grande potencial hídrico, o Brasil consegue alavancar ainda mais a produção de peixes no país, mas para isto, alguns desafios devem ser superados. A alimentação dos peixes corresponde por volta de 60% dos custos totais da produção que está relacionado principalmente com as altas inclusões de proteína, ingrediente mais caro e menos disponível do que os demais. No entanto, a proteína é considerada um dos principais nutrientes da ração, pois quando digerida é quebrada para formar aminoácidos que são distribuídos pelo corpo destinados para a manutenção, crescimento e reprodução. Sua função é formação de anticorpos, hormônios, enzimas, transportes de minerais e manutenção de tecidos, e ainda pode ser utilizada como fonte de energia para os peixes (NRC, 2011).

Para determinar a exigência proteica fizeram pesquisas para cada espécie de peixe e desta forma, reduzir custos relacionados com a inclusão de níveis de proteína acima do necessário. Estudos recentes provam que é possível reduzir ainda mais os custos através do efeito poupador de proteínas, que visa reduzir a proteína da dieta, abaixo da exigência do animal, através da inclusão de alimentos energéticos, como os carboidratos e lipídios (RAMIREZ et al., 2005). A proteína é utilizada pelos peixes para crescimento e também como fonte de energia para manutenção do seu metabolismo, no

entanto, algumas espécies são capazes de utilizar outras fontes energéticas e desta forma, a proteína da dieta é voltada para o crescimento, podendo ser incluída em níveis inferiores (PEZZATO et al., 2004).

Tambaqui (*Colossoma macropomum*) é um peixe habito alimentar onívoro de clima tropical originário bacia da Amazônia, família characiforme e subfamília Serrasalminea (ARAÚJO-LIMA e GOULDING, 1998). Sendo a China é o maior produtor mundial da espécie. Buzollo et al (2018) determinou que a exigência proteica de juvenis de tambaqui é de 29% de proteína digestível, no entanto, em função do seu hábito alimentar e a alimentação em habitat natural composta por carboidratos, é possível que a espécie seja capaz de poupar a proteína da dieta.

2. OBJETIVOS

O objetivo desse trabalho, foi a avaliar o efeito da redução da proteína da dieta através da adição de carboidratos no crescimento e retenção de nutrientes na carcaça de tambaquis (*Colossoma macropomum*).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Efeito Pougador de Proteína

O alto custo com alimentação dos peixes tem preocupado nutricionistas no sentido de diminuir os excessos nas formulações de dietas, particularmente em nutrientes de preço mais elevado, como é o caso da proteína (LIMA et al, 2013). O nível exagerado de proteína na dieta, além de aumentar os custos das rações, resultará no aumento da excreção nitrogenada, diminuindo a qualidade da água (FRACALOSSO & CYRINO, 2013). O excesso de compostos nitrogenados pode causar crescimento descontrolado da comunidade de fitoplâncton no viveiro, que provoca florações de algas no ambiente, que gera a chamada eutrofização das águas, em que o aumento desenfreado de algas gera competição de oxigênio entre os organismos vivos presentes no ecossistema aquático e o resultado disto serão altas taxas de mortalidade na produção (PAERL E TUCKER, 1995).

O efeito pougador de proteínas é uma estratégia com objetivo diminuir os níveis de proteína da dieta que seria utilizada para produção de energia, através

da utilização de substratos de menor custo, como lipídios e carboidratos. Esse efeito resulta na utilização destas fontes de energia não proteica para melhor aproveitamento proteico para crescimento e retenção de proteína na carcaça (RAMÍREZ, 2005). Os peixes utilizam proteínas como fonte primária de energia, no entanto, o carboidrato e lipídeos são mais disponíveis na natureza, e quando utilizados em níveis adequados podem proporcionar o efeito poupador de proteína, que diminui também a excreção de amônia nas águas, e de custo comparado aos alimentos proteicos (GATLIN, 1999).

Quando há excesso de energia dietética, a saciedade dos animais é atingida mais rapidamente, e que reduz a ingestão de proteína e outros nutrientes e reduzindo também o crescimento, e ainda aumenta o depósito de gordura corporal (COLIN & YOUNG, 1993). No entanto, quando o fornecimento de energia está em déficit, não irá satisfazer a necessidade fisiológica do animal, o que aumenta o catabolismo de proteína para suprir a demanda energética, comprometendo o crescimento do animal. Portanto, o balanço correto de energia/proteína nas rações é importante para que o animal realize funções fisiológicas sem prejudicar o seu desenvolvimento (PEZZATO et al. 2004).

Pode-se utilizar carboidratos ou lipídios para poupar a proteína da dieta, irá depender da espécie estudada, em geral, os peixes onívoros e herbívoros aproveitam os carboidratos mais eficientemente pois apresentam o intestino mais longo, que permite que o alimento continue por um tempo maior no organismo para ser absorvido. Já os peixes carnívoros aproveitam mais eficientemente os lipídios na dieta, possivelmente por estarem menos adaptados a digerir carboidratos na sua alimentação natural (KAMALAM et al., 2017).

Os carboidratos consistem nos ingredientes mais baratos utilizados nas rações, e são bem utilizados como fonte de energia por peixes onívoros e herbívoros e de águas tropicais (KAMALAM et al., 2017). Apesar de os peixes não terem exigências dietéticas específicas para carboidratos, a inclusão desse nutriente na formulação das dietas é feita o tanto quanto possível, e representando uma considerável economia na produção de rações (GATLIN, 1999).

A inclusão de carboidratos nas dietas varia entre 7% até 40%, depende principalmente, o hábito alimentar das espécies, podendo ter redução moderada na taxa de crescimento quando alimentadas com dietas livres de carboidratos.

Os peixes herbívoros toleram níveis maiores de amido, até cerca de 40% da dieta, os peixes onívoros aceitam bem até 20% da dieta e os peixes carnívoros aproximadamente 10%, mas Hefher (1988) cita como limite máximo do desempenho produtivo, aproximadamente 25% de inclusão (MONTEIRO E LABARTA 1987). Em geral, os peixes aproveitam nutricionalmente melhor os carboidratos complexos, como o amido, do que os açúcares simples (NEW, 1987). O carboidrato é constituído por açúcares, em sua forma mais simples é chamado de monossacarídeo que são a glicose e frutose, se combinarmos dois açúcares é chamado de dissacarídeo (sacarose e maltose, por exemplo) e com maior número de moléculas de açúcares ligados entre si, são chamados de polissacarídeos (amido, glicogênio), alguns não são solúveis em água (celulose) (MELO et al., 1998) o que difere do carboidrato não só pelo tipo de ligação química como o tipo de monossacarídeo. O amido é composto por moléculas de glicose ligadas por ligações α -glicosídicas, enquanto que nos carboidratos estruturais predominam as ligações β -glicosídicas (STONE, 1996).

O uso de carboidrato tem contradições na alimentação de peixe, isso depende da espécie. Algumas espécies utilizam moléculas simples como complexos, enquanto outros não utilizam os açúcares como energia (SULLIVAN; REIGH, 1995). Outros motivos, depende de alguns fatores como temperatura de cultivo, regime alimentar associado a estação climática processamento da dieta dos nutrientes (KAUSHIK et al., 1989; VENOUE et al., 2003). Alguns processos pode afetar a propriedade do amido, como a gelatinização, que ocorre durante o processo de extrusão das dietas, o processo de transformar o amido granular em uma pasta elástica (JANG ; PYUN, 1996). Com o aquecimento e a umidade de dispersão amido ocorre a dilatação dos grânulos rompendo-os, e desta forma, o amido se torna mais digestível para os peixes. O que melhora o aproveitamento de carboidratos em rações o que contém ingredientes extrusados (TAKEUCHI et al.1990).

Os lipídeos são considerados a principal fonte de energia não proteica para peixes, particularmente os ácidos graxos livres derivados de gorduras e óleos (TACON, 1989). É também uma fonte de alimento de fácil obtenção no mercado, além de possuir uma quantidade considerável de energia e de ácidos graxos essenciais (STEFFENS, 1987). No entanto, no ponto de vista econômico, possui o custo um pouco mais elevado quando comparado com os carboidratos

(GARCIA et al., 2013). Com o aumento dos níveis de inclusão de lipídios na dieta, pode influenciar diretamente no tempo de passagem pelo trato digestório, podendo provocar diarreias nos peixes. Outra limitação está na parte técnica da produção de pellets que podem ser menos estáveis na água devido a problemas de agregação da partícula, demonstrando haver uma taxa limite de inclusão. Entretanto, independente da utilização ou não de carboidratos como fonte de energia, os organismos aquáticos usam os lipídios como a única fonte de ácidos graxos essenciais exigidas para o crescimento e desenvolvimento normais e manutenção da saúde (LIM et al., 2009).

A falta de conhecimentos sobre as exigências nutricionais dos peixes tropicais faz com que as dietas disponíveis no mercado, para a maioria das espécies, não sejam balanceadas. Por exemplo, inadequada relação entre as concentrações de energia e proteína, na dieta, pode conduzir à diminuição na taxa de crescimento, piora da conversão alimentar, além de favorecer maior acúmulo de gordura corporal, reduzindo o rendimento de carcaça no processamento (LOVELL, 1998). O conhecimento da composição corporal dos peixes é necessário para que a alimentação humana possa ser otimizada, e possibilitar a competição com outras fontes proteicas largamente utilizadas como a de carne bovina, suína e de aves (BELLO & RIVAS, 1992). Com este conhecimento também permitirá estimar a eficiência da transferência de nutrientes do alimento para o peixe (SHEARER, 1994), e a melhor escolha da tecnologia a ser utilizada no seu beneficiamento, processamento e conservação (MACHADO, 1984).

3.2 Composição Química da Carcaça

Os estudos da retenção dos nutrientes na carcaça dos peixes demonstram que as modificações qualitativas e quantitativas da ração podem alterar a composição corporal dos peixes (REINITZ et al., 1988). Geralmente, a composição química do pescado, pode variar 70 a 85% de umidade, 0,1 a 22% de gordura, 15 a 24% de proteína, e 1 a 2% de minerais (OGAWA & KOIKE, 1987). Os percentuais variam de espécie para outra e também dentro de uma mesma espécie, dependendo da época do ano, do tipo e quantidade de alimento disponível, da qualidade da dieta consumida, do estágio de maturação sexual,

da idade, das condições de cultivo e da parte do corpo analisada (LAGLER et al., 1977).

Higuera (1987) afirma que o valor nutricional do alimento depende não só do seu conteúdo em nutrientes, mas também da capacidade do animal em absorver esses nutrientes, a qual varia em função da espécie, condições ambientais, qualidade e quantidade, proporção relativa a outros nutrientes, processos tecnológicos, entre outros.

3.3 Tambaqui

O tambaqui (*Colossoma macropomum*) é a espécie nativa mais cultivada no Brasil, sendo também cultivada em outros países como Panamá, Peru, Venezuela e Colômbia (CHELLAPPA et al., 1995). Essa espécie tem grande importância para o setor produtivo por ser rustico e pelo seu potencial de crescimento (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998), além de possuir uma excelente aceitação ao consumidor (ALMEIDA et al., 2006).

É uma espécie de hábito alimentar onívoro-frugívoro, e se alimenta na natureza de frutos e sementes. Araújo-Golding (1998) analisaram o trato digestório da espécie e encontraram que o tambaqui consome estes alimentos principalmente na época de cheia quando há frutificação na floresta inundada, enquanto que, nos períodos de seca, conseguem aproveitar o zooplâncton, demonstrando a capacidade da espécie em lidar com diferentes tipos de alimentos (EMBRAPA, 2018).

Sua característica anatômica é marcante por sua dentição e mandíbula bem desenvolvida para quebrar sementes e frutos mesmo que esteja com casca duras. O sistema digestório tem a característica diversificada, estômago alongado esôfago mais curto, intestino longo e presença de ceco pilórico. Em ambiente natural, existe variadas opções de alimento da Bacia Amazônica, essa espécie pode consumir até 133 tipos de frutos e sementes (ARAÚJO-LIMA; GOULDING, 1998).

4 MATERIAIS MÉTODOS

4.1 Local e Instalação.

O experimento foi realizado no Laboratório de Aquicultura da UNESP, Campus de Dracena – Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT-UNESP, em sistema fechado de recirculação de água com decantador e filtro biológico (Figura 1). Os peixes foram adquiridos no Centro de Aquicultura da Unesp de Jaboticabal. Foram utilizados 216 peixes, com peso médio de 30 gramas, distribuídos em 18 caixas de polietileno de 300 L, e realizados sifonagens do fundo dos tanques para a retirar os resíduos de alimento e fezes uma vez por semana, e submetidos a um período de aclimação durante 15 dias, para adaptação de ração extruzadas para alimentos peletizadas comerciais, duas vezes ao dia (9:30 e 15:30), até a saciedade aparente.

Para o início do experimento foi feito uma biometria. Durante todo período experimental foi anotado o consumo de cada caixa para determinar a proteína total ingerida por cada uma. Ao fim período de 90 dias, foi realizada a biometria final onde os peixes foram novamente anestesiados em solução de eugenol (100 mg L^{-1}), pesados e medidos para a determinação dos parâmetros de crescimento, com quantificação do:

- Ganho de Peso (GP);
- Comprimento Total Final (CTF);
- Taxa de eficiência proteica (TEP)

Figura 1 - Caixas de 300 L onde os peixes foram tratados



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Formulação das Dietas

Tabela 1- Formulação das dietas experimentais e composição da dieta.

Ingredientes	Dietas					
	23/25%	23/35%	26/25%	26/35%	29/25%	29/35%
Farelo de soja ¹	24,00	24,00	27,20	27,20	28,70	28,70
Far. resid. proc. Tilapia ¹	10,00	10,00	11,30	11,30	12,60	12,60
Milho ¹	30,00	30,00	26,70	26,70	13,00	13,00
Farelo de trigo ¹	11,00	11,00	6,30	6,30	1,80	1,80
Farelo de Arroz	6,50	3,80	5,00	3,10	3,00	0,90
Glúten de milho ²	3,00	3,00	6,00	6,00	13,07	13,07
Amido ²	0,70	12,10	4,50	15,67	15,50	26,70
Óleo de soja	4,80	1,80	4,70	1,40	4,60	1,20
Fosfato Bicálcico	2,25	2,25	1,80	1,80	1,50	1,50
Premix ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Vit. C	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Caolin	7,22	1,52	5,97	0,00	5,70	0,00
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
<i>Composição analisada *</i>						
Matéria seca %	93,45	93,69	94,07	93,05	94,54	93,78
Proteína bruta %	26,18	24,87	26,78	27,26	31,25	31,02
Proteína digestível** %	23,63	23,34	26,29	26,08	29,39	29,16
Extrato etéreo %	10,97	6,54	10,66	8,34	5,60	6,68
Matéria mineral %	15,47	9,80	14,31	7,77	14,17	7,80
Energia bruta kcal/kg	4.020	4.009	4.122	4.117	4.247	4.215
Energia digestível kcal/kg	3.277	3.202	3.351	3.275	3.373	3.281
Amido	38,81	57,63	36,32	56,83	40,51	60,59

¹Raguife Ind. Com. de Rações LTDA (Santa Fé do Sul, SP, Brasil). ²Ingredion Brasil (São Paulo, SP, Brasil). ³O premix vitamínico e mineral forneceu por Kg⁻¹: manganês (2.000,00 mg); ferro (7.500,00 mg); zinco (7.500,00 mg); cobre (1.000,00 mg); cobalto (30,00 mg); selênio (70 mg); iodo (250 mg); potássio (2.000,00 mg); magnésio (600,00 mg); Vit. A (2.000.000,00 U.I); Vit. D3 (600.000,00 U.I); Vit. K3 (700,00 mg); biotina (50,00 mg); ac. fólico (250,00 mg); colina (80.000,00 mg); Vit. B1 (2.000,00 mg); Vit. B12 (10.000,00 mcg); Vit. B2 (4.000,00 mg); Vit. B6 (5.000,00 mg); Vit. E (15.000,00 U.I); Ac. pant. (5.000,00 mg); Ac. nicotínico (10.000,00 mg); Vit. C (80.000,00 mg); BHT (20.000,00 mg); Etoxiquin (10.000,00 mg); Inositol (4.000.00). *Com base na composição avaliada de cada ingrediente. **Dados de digestibilidade obtidos por Buzollo et al. (2018). *** ENN: matéria seca - (proteína bruta + extrato etéreo + fibra bruta + matéria mineral).

As seis dietas experimentais foram formuladas para serem isoenergéticas (4.061 kcal EB kg⁻¹), contendo 23/25%; 23/35%; 26/25%; 26/35%; 29/25%; 29/35% em porcentagem de proteína digestível e carboidratos, respectivamente. A formulação das dietas experimentais está demonstrada na Tabela 1. Os ingredientes das dietas foram moídos em moinho de facas nas dimensões de 0,8

mm, foram pesados e separados de acordo com a formulação de cada dieta. Estes ingredientes foram então misturados em misturador tipo Y e peletizados com adição de 30% de água e 0,1% de gelatina (Figura 2). Os grânulos obtidos no processo foram secos em estufa de circulação de ar por um período de 24 horas e armazenados em sacos plásticos a -20°C.

Figura 2 - Dietas experimentais.



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Qualidade de Água

O experimento foi conduzido durante 90 dias, sendo monitoradas semanalmente no mesmo período as 16 h. os parâmetros de temperatura e oxigênio dissolvido (YSI - Pro ODO oxímetro, Yellow Springs Instrument, Ohio, USA), os parâmetros pH, dureza total e alcalinidade total através de kits comerciais (Acqua Supre, Jundiaí, São Paulo, Brasil) e amônia, nitrito e nitrato (HANNA Instruments Ltda, Tamboré Barueri, São Paulo, Brasil) . Os valores alcançados para os parâmetros físico-químicos da água, em todos os tratamentos estão de acordo com os indicados para peixes de regiões tropicais e para a espécie (KUBITZA, 2000), observados na (tabela 2).

Tabela 2 – Parâmetros físico e quimicoda água durante o período experimental.

Parâmetros	Valores médios ± Desvio Padrão
-------------------	---

Temperatura (°C)	28,0 ± 1,01
OD (mg L ⁻¹)	7,6 ± 0,52
pH	7,4 ± 0,15
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	84,0 ± 2,30
Dureza total (mg L ⁻¹)	228,0 ± 6,42
Amônia (mg L ⁻¹)	0,2 ± 0,06
Nitrato (mg L ⁻¹)	2,2 ± 0,05
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,0

4.4 Composição Química da Carçaça

Após a biometria final, foram utilizados três peixes de cada caixa, submetidos a um jejum de 24 horas, sacrificados em superdosagem de anestésico Eugenol (1g 10 L⁻¹) e congelados em freezer a -20°C. Os peixes foram moídos em moedor de carne e secos em estufa a 50°C por 36 horas ou até peso constante, observados na (figura 3).

Figura 3- Carçaças processadas em placa de petri.



Fonte: Autoria própria (2021).

As análises centesimais foram dirigidas no Laboratório de Bromatologia da UNESP- FCAT. Foram efetivadas análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), seguindo a metodologia de AOAC (2000).

4.4.1 Matéria seca e matéria mineral

As análises de matéria seca (MS) e material mineral (MM) foram analisados por método gravimétrico de AOAC, (2000). As amostras foram pesadas 0,5g de amostra e levadas por 24 horas em estufa a 105°C (Figura 4).

Figura 4 - Determinação da matéria seca (MS).



Fonte: Autoria própria (2021).

Ao passar às 24 horas, os cadinhos foram retirados e levado ao dessecador por volta de 30 minutos até estabilizar em temperatura ambiente e foram pesagem as amostras na balança analítica. Em seguida, os mesmos cadinhos foram para o forno mufla (Figura 5) onde passaram 4 horas para a determinação da matéria mineral. Durante esse período a temperatura foi sendo aumentada gradativamente até que atingissem a temperatura máxima de 550° C, onde permaneceram por 4 horas.

Figura 5 – Determinação de Material Mineral em mufla.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Ao passar as 4 horas e resfriamento da mufla, os cadinhos levados novamente para o dessecador onde ficaram por mais 30 minutos atingisse temperatura ambiente e pudessem ser pesados na balança analítica.

Para realização da Matéria Seca (MS) e Material Mineral, foram seguidos os seguintes cálculos:

Cálculos para a determinação da matéria seca:

$$MS(\%) = \frac{100X(PE - PC)}{AM}$$

Em que:

MS = Matéria seca;

PC = peso do cadinho após estufa (105° C);

PE = peso do cadinho + amostra após estufa (105° C);

AM = peso da amostra.

Cálculos usados para a determinação das cinzas:

$$MM(\%) = \frac{100X(PM - PC)}{AM}$$

Em que:

MM = Matéria mineral;

PC = peso do cadinho após estufa (105° C);

PM = peso do cadinho + amostra após mufla (600° C).

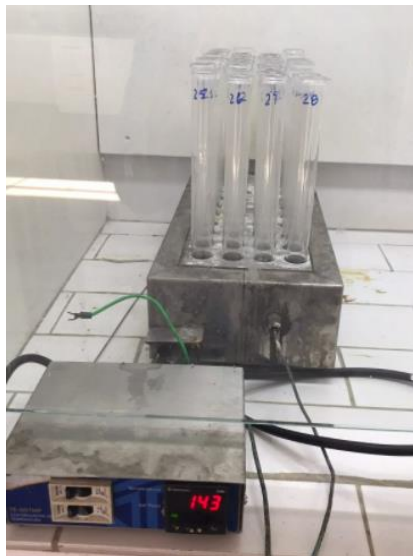
AM = peso da amostra.

4.4.2 Proteína bruta

Foi realizada a pesagem de 0,1 g de amostra em tubo de digestão e adicionando 1 g de mistura digestora (composta por sulfato de sódio, sulfato de cobre e selenito de sódio) e 4 ml de ácido sulfúrico concentrado. A digestão no bloco digestor foi iniciada com 150°C por uma hora, após 400°C por

aproximadamente 4 horas de digestão, até a solução atingir a coloração verde (Figura 6).

Figura 6 - Digestão das amostras em capela.



Fonte: Autoria própria (2021).

Após ser feita a digestão adicionou-se 20 ml de água destilada no tubo, as amostras foram levadas para o destilador de nitrogênio para o começo do processo de destilação, adicionou-se 25 mL de solução de hidróxido de sódio 15M (Figura 7).

Figura 7- Processo de destilação das amostras digeridas.



Fonte: Autoria própria (2021).

Após a solução destilada completar o volume de 40 mL, a solução foi titulada com solução de ácido clorídrico 0,1M com uma bureta eletrônica (Figura 8). A titulação é finalizada quando a mistura do béquer que até então se encontrava na coloração esverdeada passa a ser rosada, demonstrando a neutralização da solução e quantificando a quantidade de nitrogênio na solução.

Figura 8 - Bureta eletrônica com mudança na coloração após ser adicionado HCl.



Fonte: Autoria própria (2021).

A quantidade gasta na titulação foi utilizada para o cálculo de porcentagem de proteína bruta contida na amostra de carcaça através da Equação:

$$PB(\%) = \frac{N_{ac} \times Vol_{ac} \times 14 \times fc}{\text{peso da amostra em (mg)}} \times 100$$

Em que:

N ac = normalidade do HCl padronizado com carbonato de cálcio;

Vol ac = volume do HCl gasto na titulação;

14 = equivalente grama no nitrogênio;

fc = fator de conversão do nitrogênio em proteína bruta (6,25).

4.4.3 Extrato etéreo

Para determinar a quantidade de extrato etéreo (EE) na carcaça, foram pesados aproximadamente 1 g de amostra e posto no papel filtro e levados para Extrator Soxhlet. Os copos coletores foram limpos e secos em estufa de alta temperatura (105° C) por 12 horas e após esse período, resfriados no dessecador deixando 30 minutos até estabilizar a temperatura, identificados e pesados para se obter a peso do copo. Feito isso, foi montado no extrator soxhlet às respectivas amostras (Figura 9).

Figura 9 - Lavagem das amostras em éter de petróleo no extrator Soxhlet.



Fonte: A autoria própria (2021).

Os copos foram completados com éter de petróleo sendo observado a cada hora se havia a necessidade de reposição. Os filtros de papel com as amostras foram colocados dentro de cestos pendurados no condensador, que se acoplavam nos copos coletores, fazendo com que a amostra ficasse mergulhada no éter de petróleo. Em seguida o aparelho foi ligado com a temperatura para 90° C por 6 horas garantindo a volatilização do éter. Após, aumentou-se a temperatura para 105° C para a recuperação do éter.

Os copos coletores foram levados para a estufa para secagem a 50° C por 12 horas, foi colocado dessecador e resfriado e posteriormente pesados em balança analítica. A determinação do extrato etéreo das amostras foi determinada pela equação:

$$\text{Peso EE} = (\text{copo} + \text{EE}) - (\text{Peso copo}).$$

$$\% \text{ EE} = (\text{Peso EE} / \text{Peso amostra}) * 100$$

Em que:

EE = Extrato etéreo;

Copo + EE = Peso do copo coletor com extrato etéreo;

Peso do copo = Peso do copo coletor sem extrato etéreo.

4.5 Delineamento e Análises Estatísticas

O experimento foi executado com seis tratamentos em arranjo fatorial (2x3) foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições com tratamento contendo: 23/25%, 23/35%, 26/25%, 26/35%, 29/25% e 29/35% PD/CHO. Cada caixa foi analisada como uma unidade experimental. Os resultados, foram analisados na variância (ANOVA) e teste de normalidade (teste de Shapiro Willk). As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (5%), através do programa Rstudio, v.4.1.1.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de Peso Inicial (PI), Comprimento Total Inicial (CTI), Comprimento Total Final (CTF), Ganho de Peso (GP) e Taxa de Eficiência proteica (TEP) estão dispostos na Tabela 3. Não foram encontradas diferenças estatísticas no CTF dos peixes alimentados com diferentes inclusões de proteína e carboidrato na dieta. Os resultados de ganho de peso e taxa de eficiência proteica tiveram interação entre proteína e carboidrato, sendo observados maior ganho de peso em peixes alimentados com as dietas contendo 26PD/25CHO e 29PD/35CHO, com maior TEP nos peixes alimentados com dieta 26PD/25CHO.

Tabela 3- Valores médios e valores de P dos parâmetros de crescimento e taxa de eficiência proteica dos juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) após 90 dias de alimentação com níveis de proteínas e carboidratos.

Variáveis	PD			CHO		SEM	Two-way ANOVA		
	23	26	29	25	35		PD	CHO	PD*CHO
PI (g)	30,33	30,32	30,51	30,41	30,37	0,0576	0,215	0,724	0,457
CTI (cm)	10,61	10,64	10,83	10,75	10,64	0,0452	0,103	0,202	0,387
GP (g)	88,43 ^b	92,13 ^b	98,43 ^a	89,28 ^b	96,74 ^a	1,6168	<0,001	<0,001	0,003
CTF (cm)	19,36	19,70	19,72	19,57	19,61	0,1058	0,376	0,844	0,745
PTO (g)	426,03 ^c	441,78 ^b	537,34 ^a	445,92 ^b	490,84 ^a	11,78	<0,001	<0,001	<0,001
TEP	19,88 ^b	21,75 ^a	18,08 ^c	20,75	19,05	0,6339	<0,001	0,003	<0,001

Média agrupadas. Letras distintas nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Abreviações: PI= Peso inicial; GP = Ganho de peso; CTI= Comprimento total inicial; CTF= Comprimento total final; FC = fator de condição; PTO= proteína total ofertada; TEP= Taxa de eficiência proteica;

Figura 10- Efeito da interação entre PD e CHO nos parâmetros de GP e TEP.



Letras minúsculas indicam médias estatisticamente diferente entre os níveis de CHOs pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Letras maiúsculas indicam médias estatisticamente diferente entre os níveis de PD pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A relação proteína:energia é um dos fatores decisivos para a produção de rações de qualidade (KABIR et al., 2019), interferindo diretamente nas exigências proteicas do animal. Assim é necessário estabelecer uma relação eficiente para não comprometer o crescimento ou metabolismo dos peixes, devendo sempre se atentar ao perfil de aminoácidos exigidos por cada espécie (CHO, 1992). Buzollo et al., (2018) determinaram que, a exigência proteica de juvenis de tambaqui de peso médio de 7g até aproximadamente 200 gramas é de 29% de PD na dieta. Através dos dados obtidos neste trabalho, observou-se que, os peixes alimentados com 26PD/25CHO não variaram estatisticamente no

ganho de peso com relação aos alimentados com 29% de PD, apresentando ainda maior taxa de eficiência proteica, demonstrando que neste caso, o carboidrato foi utilizado como fonte de energia e a proteína ficou disponível para o crescimento. Assim, é possível a redução da proteína de 29% para 26% de PD através da adição de 25% de carboidrato na dieta. Em contrapartida, os peixes alimentados com 23% de PD apresentaram ganho de peso inferior quando comparado com os demais, demonstrando a deficiência de aminoácidos para crescimento neste caso. Pereira et al., (2020), determinaram que o pacu, peixe de mesmo hábito alimentar do tambaqui não consegue poupar a proteína da dieta de 21% PD para 19% PD através da inclusão de 35% ou 40% de carboidratos.

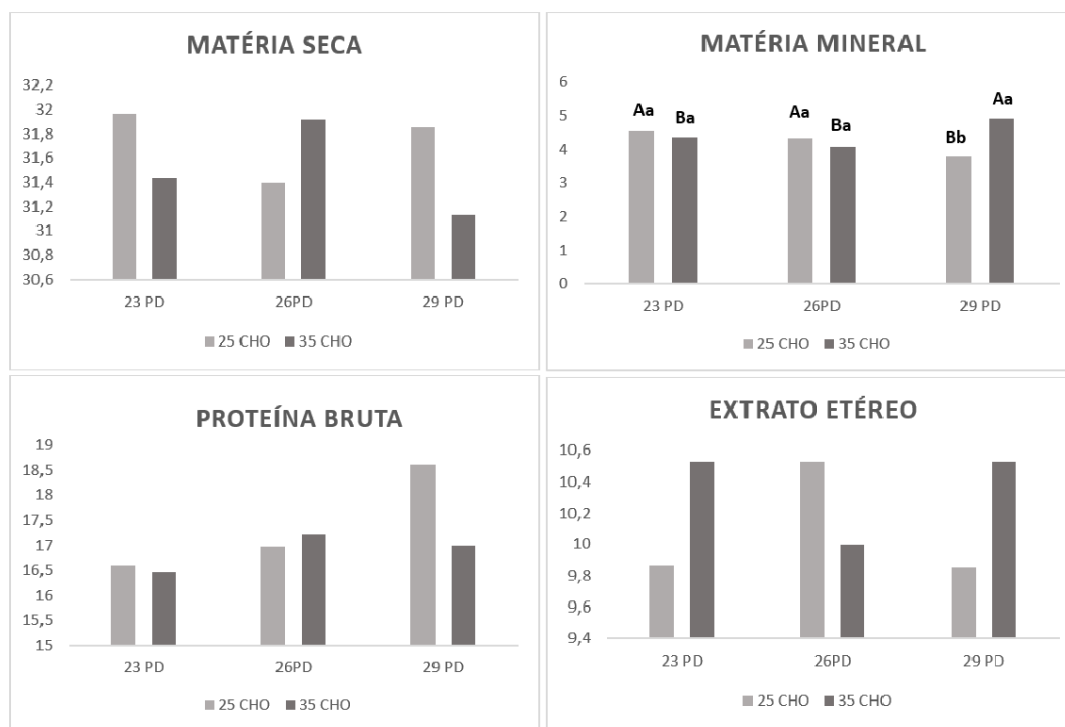
Os resultados obtidos para a composição química da carcaça dos tambaquis alimentados com as diferentes dietas estão dispostos na Tabela 4. Não foram detectadas diferenças estatísticas ($P < 0,05$) nos parâmetros de matéria seca e extrato etéreo entre os diferentes tratamentos. A proteína bruta da carcaça foi inferior nos peixes alimentados com 23% de PD e superior nos peixes alimentados com 29% de PD. Já as cinzas sofreram interação entre os níveis de carboidrato e proteína na dieta, sendo superior nos peixes alimentados com dieta contendo 29%PD e 35%CHO.

Tabela 4- Valores médios e valores de P da composição corporal dos juvenis de tambaqui (*C. macropomum*) após 90 dias de alimentação com níveis de proteínas e carboidratos.

Variáveis	PD			CHO		SEM	Two-way ANOVA		
	23	26	29	25	35		PD	CHO	PD*CHO
Matéria									
Seca	31,70	31,66	31,49	31,74	31,49	0,1289	0,745	0,308	0,090
Materia									
Mineral	4,47	4,20	4,35	4,23 ^b	4,45 ^a	0,0931	0,053	0,018	<0,001
Proteína									
Bruta	16,53 ^b	17,09 ^{ab}	17,80 ^a	17,39	16,89	0,2192	0,026	0,154	0,088
Extrato									
Etéreo	10,89	10,26	10,19	10,37	10,53	0,1599	0,147	0,594	0,266

Média agrupadas. Letras distintas nas linhas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 11 – Resultados obtidos da composição química da carcaça analisada de tambaquis alimentados com diferentes níveis de proteína e carboidrato na dieta.



Letras minúsculas indicam médias estatisticamente diferente entre os níveis de CHOs pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Letras maiúsculas indicam médias estatisticamente diferente entre os níveis de PD pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

A alimentação balanceada tem grande importância na qualidade da carcaça, diminuindo os custos de produção. A dieta deve ser analisada para cada espécie de peixe, além da fase de crescimento, sexo, pesos corporais podem influenciar no processamento final (MACEDO-VIEGAS et al., 2000;). Estudos com características de carcaça de peixes são importantes no ponto de vista econômico, uma vez que, por meio dessas propriedades, a indústria de beneficiamento de pescado pode estimar a qualidade do produto (Souza, et al., 1999). O aumento no nível de lipídios da ração reduziu o teor de proteína e elevou a quantidade de gordura na carcaça da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), (HANLEY,1991). O aproveitamento da energia da dieta depende da fonte de energia e dos níveis adotados: o pacu, peixe da mesma família do tambaqui, aproveita eficientemente a gordura da dieta, e a inclusão desta possibilita maior retenção de proteína corporal (PEZZATO, 1990). Este mesmo efeito é observado quando se aumenta o carboidrato na dieta, como encontrado

por Pereira et al., (2020), quando aumentou a proteína digestível de 19% para 21% e o carboidrato de 35% para 40% houve aumento na deposição de proteína bruta na carcaça.

A proteína bruta (PB) da carcaça é um parâmetro importante, pois aponta a quantidade da proteína da dieta utilizada para retenção muscular, resultando em um produto de melhor qualidade (PENZ, 1996). A dieta com 23% de proteína digestível, teve o menor teor de proteína na carcaça, que pode sugerir que este nível proteico, que proporciona menor crescimento e retenção de proteica não supre as exigências de aminoácidos para o melhor crescimento dos animais. Em contrapartida, os peixes alimentados com 26% de proteína digestível não variaram estatisticamente na retenção de proteínas com os peixes alimentados com 29%, demonstrando que a diminuição da proteína na dieta não irá prejudicar na composição do produto final.

O extrato etéreo (EE) corresponde à quantidade lipídica das amostras, sendo um importante indicativo sobre o metabolismo do animal, podendo indicar acúmulo indesejável de gordura, comprometendo a qualidade da carne (RIBEIRO et al., 2008). Normalmente, o excesso de carboidratos na dieta resulta em maior lipídio nos tecidos. Em nosso estudo não foram encontradas diferenças estatísticas entre os níveis de carboidrato na dieta, provavelmente em função das dietas formuladas serem isoenergéticas, portanto, as dietas que possuíam menor carboidrato também tinham maior lipídio, e vice-versa, comprovando que o tambaqui é capaz de aproveitar bem ambas as fontes de energia, sem prejudicar a qualidade do produto com excesso de gorduras. Em relação às cinzas, poderia ser esperado que as dietas que continha maior material mineral resultariam em maior deposição de cinzas, no entanto, este efeito não foi observado.

6 CONCLUSÃO

É possível reduzir a inclusão da proteína digestível da dieta de 29% para 26% através da inclusão de carboidratos como fonte de energia para juvenis de tambaqui, sem prejudicar o crescimento e a qualidade do produto final e com melhora na taxa de eficiência proteica, tornando possível a produção de rações economicamente viáveis para a produção de tambaquis, além de serem menos nocivas ao meio ambiente.

7 REFERENCIAS

ALMEIDA, N. M.; BATISTA, G. M.; KODAIRA, M.; LESSI, E. Alterações post-mortem em tambaqui (*Colossoma macropomum*) conservados em gelo.

Ciência Rural, 1288-1293p, 2006.

ARAÚJO-LIMA, C.; GOULDING, M. Os frutos do tambaqui: **ecologia, conservação e cultivo na Amazônia. Brasília: MCT-CNPq**, 186 p., 1998.

BELLO, R.A.; RIVAS, W. G. Evaluación y aprovechamiento de la cachama, *Colossoma macropomum* cultivada, como fuente de alimento. **México: FAO, Proyecto Aquila II**,. 113p. 1992

BUZOLLO, H.; NASCIMENTO, T.M.T.; SANDRE, L.C.G.; NEIRA, L.M.; JOMORI, R.K.; CARNEIRO, D.J. Apparent digestibility coefficients of feedstuff used in tambaqui diets. **Boletim do Instituto de Pesca**, .547-555p, 2018.

CHELLAPPA, S.; CHELLAPPA, N. T.; BARBOSA, W. B.; HUNTINGFORD, F. A.; BEVERIDGE, M. C. M. Growth and production of the Amazonian tambaqui in fixed cages under diferente feeding regimes. **Aquaculture International**, 11-21p, 1995.

COLIN, B.C. & YOUNG, C.Y. Nutritional requirements of fish. In:NRC. Proceedings nutrition society of London: **Cambridge University Press**. 417-417p. 1993

EMBRAPA Amazonia Oriental, Criação de tambaquis, 10-12p 2018.

EMBRAPA Pesca e Aquicultura, Tambaqui Benefícios econômicos com a adoção do Tambaplus Parentesco, 03-05p, 2020.

GARCIA, A.S.; GONÇALVES, L.U.; CAVALLI, R.O.; VIEGAS, E.M.M. Lipídios. In: FRACALOSI, D.M.; CYRINO, J.E.P. Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira. 1. ed. **Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática**.79-95p, 2013.

GATLIN, D. M. Nutrition and feeding of red drum and hybrid striped bass. In: CHAND; WANG, S. S. (Eds.). Advances in extrusion technology, Lancaster: **Technomic**. 43-52p, 1999.

HANLEY, F. Effects of feedings supplementary diets containing varying levels of lipid on growth, food conversion, and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). **Aquaculture**, .323-334p, 1991.

HEPHER, B. **Nutrition of pond fishes**. Cambridge. Cambridge University Press, 1988.

HIGUERA, M. de la. **Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas**. In: MONTEROS, J.A.E. de los, LABARTA, M. (ed.). *Nutrición en Acuicultura II*. Madrid: Comisión Asesora de Investigación Científica y Técnica, 291-318p. 1987.

JANG, J.K.; PYUN, Y.R. - **Starch**, 48p, 1996.

JOBLING, M.; KOSKELA, J.; SAVOLAINEN, R. Influence of dietary fat level and increased adiposity on growth and fat deposition in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Aquaculture Research**, p.601-607, 1998.

KABIR, K.A.; SCHARMA, J.W.; VERRETH, J.A.J.; PHILLIPS, M.J.; VERDEGEM, M.C.J. Effect of dietary protein to energy ratio on performance of Nile tilapia and food web enhancement in semi-intensive pond aquaculture. **Aquaculture**, 235-242p, 2019.

KAMALAM, B.S.; MEDALE, F.; PANSERAT, S. Utilisation of dietary carbohydrates in farmed fishes: New insights on influencing factors, biological limitations and future strategies. **Aquaculture**, 3-27p, 2017.

KAUSHIK, S.J. Use of alternative protein sources for intensive rearing of carnivorous fishes. In: SHIAU, S.Y. (Ed). **Progress in Fish Nutrition**. Proceedings of the Fish Nutrition Symposium, September 6-7, 1989, Keelung, Taiwan ROC, p.181-208.

KAUSHIK, S.J., OLIVA-TELES, A.. Effect of digestible energy on nitrogen and energy balance in rainbow trout. **Aquaculture**, 89-101p, 1985.

LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER, et al. *Ictiologia*. **México: John Wiley & Sons**, 489 p, 1977.

LIM, C.; YILDIRIM-AKSOY, M.; LI, M.H.; WELKER, T.L.; KLESIOUS, P.H. Influence of dietary levels of lipid and vitamin E on growth and resistance of Nile tilapia to *Streptococcus initiae* challenge. **Aquaculture**, 76-82p, 2009.

LOVELL, R.T. *Nutrition and feeding of fish*. **Boston, Kluwer Academic Publishing**, 267p. 1998.

MACEDO-VIEGAS, E. M.; FRASCÁ-SCORVO, C.M.D.; VIDOTTE, R.M.; SECCO, E.M. Efeito das classes de peso sobre a composição corporal e rendimento de processamento da matrinxã cultivada (*B.cephalus*). **Acta Scientiarum, Maringá** , 729-732p, 2000

MACHADO, Zeneudo Luna. Tecnologia de recursos pesqueiros. **Recife: Sudene**. 277p 1984.

MELO, W. J.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; MELO, G. M. P.; MELO, V. P. Carboidratos. **Jaboticabal: FUNEP**,. 213 p, 1998.

MONTEIRO, J. E.; LABARTA, U. **Nutricion em Acuicultura I**. Madri, 303p. 1987.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of Fish. Washington, **National Academy Press**,. 376p, 2011.

NEW, M.B. Feed and feeding of fish and shrimp. **Rome**, , 275p. 1987.

OGAWA, M.; KOIKE, J.. **Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará Manual de pesca**, 800p.1987.

PAERL, H.W. e TUCKER, C.S. Ecology of bluegreen algae in aquaculture ponds. **Journal of the Aquaculture Society**, 26p, 1995.

PEIXE BR ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PISCICULTURA. **Anuário da Piscicultura 2022**.

PENZ JR. A.M. O conceito de proteína ideal para monogástricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, Porto Alegre. **Anais**.71-84p, 1996.

PEREIRA, M.M.; NEGATA, M.M.; ENES, P.; OLIVA-TELES, A.; URBINATI, E.C.; TAKAHASHI, L.S. Growth performance and metabolic responses to dietary protein/carbohydrate ratios in pacu (*Piaractus mesopotamicus*) juveniles. **Aquaculture Research**, .5203-5211p, 2020.

PEZZATO, L.E. Efeito de diferentes níveis de gordura de origem animal e vegetal sobre o desempenho e deposição de ácidos graxos em pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Jaboticabal, SP: FCAVJ/UNESP, Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de São Paulo** 91p, 1990.

PEZZATO, L.E., BARROS, M.M., FRACALOSSO, D.M. Nutrição de peixes. In:PIEDRAS, S.R.N., POUHEY, J.L.O. & RUTZ, F. Efeito de diferentes níveis de

proteína bruta e de energia digestível na dieta sobre o desempenho de alevinos de peixe-rei. **Revista Brasileira de Agrociência**, :97-101p, 2004

RAMÍREZ, A. P.. Utilização de carboidratos digestíveis em dietas para pacu, (*Piaractus mesopotamicus*). **Tese (Doutorado), Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil, 2005.**

REINITZ, ILENE M.; ROSSMAN, GEORGE R. Role of natural radiation in tourmaline coloration. **American Mineralogist**. 822-825p, 1988.

RIBEIRO, P.A.P.; LOGATO, P.V.R.; PAULA, D.A.J.; COSTA, A.C.; FREITAS, R.T.F. Efeito do uso de óleo na dieta sobre a lipogênese e o perfil lipídico de tilápias-donilo. **Revista Brasileira de Zootecnia** .1331-1337p, 2008.

SALLUM, W. B.; BERTECHINI, A. G.; CANTELMO, O. A.; PEZZATO, L. E.; LOGATO, P. V. R. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de ingredientes de ração para o matrinhã (*Brycon cephalus*, gunther 1869). **Ciência e Agrotecnologia** .174-181p, 2002.

SHEARER, K.D. Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. **Aquaculture**.63-88p, 1994.

STEFFENS, W. Principios fundamentales de la alimentación de los peces Madri: **Acribia**, 275p, 1987.

STONE, B. A: HENRY, R.; KETTLEWELL, P. Cereal grain carbohydrate. In. Cereal Grain Quality. **London: Chapman and Hall**, 251-288p 1996.

SULLIVAN, J. A.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis x Morone chrysops*). **Aquaculture**, 313-322p, 1995.

TACON, A. G. J. Nutrición y Alimentación de Peces y Camarones **Cultivados. Manual de capacitación. Brasilia: FAO**, 572 p, 1989.

TAKEUCHI, T.; JEONG, K. S.; WATANABE, T. Availability of extruded carbohydrate ingredients to rainbow trout *oncorhynchus mykiss* and carp *cyprinus carpio*. **Bulletin Japanese Society Science Fish, Tokio**. 1839-1845p, 1990.

VENOU, B.; ALEXIS, M.N.; FOUNTOULAKI, E.; NENGAS, I.; APOSTOLOPOULOU, M.; CASTRITSI-CATHARIOU, I. Effect of extrusion of

wheat and corn on gilthead sea bream (*Sparus aurata*) growth, nutrient utilization efficiency, rates of gastric evacuation and digestive enzyme activities. **Aquaculture, Amsterdam**.207-223p, 2003.