

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES  
CENTRO DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS E ENGENHARIAS – CCAE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS – PGCV**

**FARINHA DE MINHOCÃO E GLÚTEN DE TRIGO 90 NA  
ALIMENTAÇÃO DE CARPA COMUM**

**ALEGRE**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES  
CENTRO DE CIÊNCIAS ÁGRARIAS E ENGENHARIAS – CCAE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS – PGCV**

**IARA EVELIM DA SILVA FERREIRA**

**FARINHA DE MINHOCA E GLÚTEN DE TRIGO 90 NA  
ALIMENTAÇÃO DE CARPA COMUM**

**ALEGRE**

**2022**

**IARA EVELIM DA SILVA FERREIRA**

**FARINHA DE MINHOCA E GLÚTEN DE TRIGO 90 NA  
ALIMENTAÇÃO DE CARPA COMUM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa Biociência Aplicada a Produção e Saúde Animal.

Orientador(a): Prof. Dr. Pedro Pierro Mendonça

**ALEGRE**

**2022**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

D111f da Silva Ferreira, Iara Evelim, 1986-  
Farinha de Minhoca e Glúten de Trigo 90 na alimentação de Carpa comum. / Iara Evelim da Silva Ferreira. - 2022.  
45 f.

Orientador: Pedro Pierro Mendonça.  
Tese (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Carpa comum. 2. Glúten de Trigo 90. 3. Aquicultura. 4. Nutrição. 5. Minhoca. I. Pierro Mendonça, Pedro. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. III. Título.

CDU: 619

---

IARA EVELIM DA SILVA FERREIRA

## FARINHA DE MINHOÇA E GLÚTEN DE TRIGO 90 NA ALIMENTAÇÃO DE CARPA COMUM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa Bociência Aplicada a Produção e Saúde Animal.

Aprovado em 15 de setembro de 2022

### COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof.(a) Dr. Pedro Pierro Mendonça (Orientador)**  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

**Prof.(a) Dr. José Geraldo de Vargas Júnior.**  
Universidade Federal do Espírito Santo



Documento assinado digitalmente

LEONARDO DEMIER CARDOSO  
Data: 16/12/2022 18:23:32-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

**Prof.(a) Dr. Leonardo Demier Cardoso.**  
Universidade Federal de Juiz de Fora



Documento assinado digitalmente

PEDRO PIERRO MENDONCA  
Data: 16/12/2022 17:19:26-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>



Documento assinado digitalmente

JOSE GERALDO DE VARGAS JUNIOR  
Data: 16/12/2022 17:56:26-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dedico este trabalho a meus pais e principalmente a minha filha Rhianna Evelim.

\*\*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar e me auxiliar até aqui, tornando possível a realização de anseios do meu coração, tal como a conclusão desta etapa tão importante para minha vivência.

À Universidade Federal do Espírito Santo por esta oportunidade e pelas as várias experiências de aprendizado disponibilizadas.

Agradeço ao meu Orientador, Professor Dr. Pedro Pierro Mendonça, por me instruir e me auxiliar neste processo em meio a tempos pandêmicos, por acreditar neste estudo e não só compreender as dificuldades encontradas, mas também por conduzir e apresentar soluções que respeitavam minha forma de trabalho, minha individualidade e minhas limitações “reais e imaginárias”.

Aos meus pais por me criarem em mar de cultura musical e literária, por tornarem minhas lembranças cenários de diálogos ricos de histórias políticas, geográficas, folclóricas e familiares. Com certeza esse gosto quase palatável por todas as vertentes literárias surgiu de vocês.

Aos amigos e amigas do Laboratório LNPEO (Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais) por estarem presentes em fases essenciais para a conclusão deste estudo. Ao amigo César Oliveira Liesner por ser meu conselheiro e meu apoio a qualquer hora que sua presença se fez necessária neste estudo e na minha vida. A amiga Letícia Ramalho que chorou, riu e sentiu comigo todo o processo do mestrado e da execução experimental.

À FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo) pela concessão de auxílio durante o ano de execução experimental deste estudo, o que permitiu total exclusividade e dedicação, promovendo uma formação diferenciada e de qualidade.

Finalmente agradeço a minha maior motivadora, minha filha Rhianna Evelim, agradeço pelas várias noites e dias em que ela cheia de amor e saudade compreendeu minha ausência, mesmo quando de corpo eu estava presente. Rhianna sem dúvida alguma é o motivo mais forte para prosseguir firme na crença de que cultura e educação são as responsáveis por qualquer esperança de dias mais pacíficos, saudáveis e prósperos.

*Alguns sentem a chuva outros apenas se molham.”*

Roger Miller.

## RESUMO

FERREIRA, IARA. E. S. **Ingredientes alternativos à farinha de peixe na formulação de dietas para carpa comum (*Cyprinus carpio*)**. 2022. p. (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Centro de Ciências Agrárias e Engenharias - CCAE, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Alegre, ES, 2022. **RESUMO**. A carpa comum, *Cyprinus carpio*, é peixe de grande demanda no mercado, além da facilidade de sua produção, porém os estudos nutricionais da espécie ainda apresentam lacunas para novas pesquisas. Desta forma, objetivou-se avaliar a aplicabilidade de diferentes níveis de inclusão da farinha de minhoca e da farinha de glúten em substituição à farinha de peixe na formulação de dietas práticas para a carpa comum (*Cyprinus carpio*). Os experimentos foram realizados no Instituto Federal do Espírito Santo no período de dezembro de 2021 a fevereiro 2022, em delineamento inteiramente ao acaso (DIC), onde os tratamentos corresponderam aos níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% da proteína bruta oriunda da farinha de minhoca (experimento 1) e 0, 25, 50, 75 e 100% da proteína bruta oriunda da farinha de glúten. As unidades experimentais foram compostas por doze juvenis de carpa colorida em caixas de volume útil de 40L em sistema de recirculação de água, equipado por filtragem biológica. O desempenho produtivo foi avaliado pelo ganho de peso (GP), taxa de eficiência proteica (TEP) e a taxa de crescimento específico (TCE). Com base nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir que níveis de até cem por cento de substituição da farinha de peixe por farinha de minhoca ou de trigo pode ser utilizado na alimentação de juvenis de carpa comum sem que haja prejuízo ao desenvolvimento zootécnico dos animais.

**Palavras-chave:** carpa, nutrição, glúten, minhoca, aquicultura.

## ABSTRACT

FERREIRA, IARA. E. S. **Alternative ingredients to fish meal in the formulation of diets for common carp (*Cyprinus carpio*)**. 2022. p. (Master in Veterinary Sciences) - Center for Agricultural Sciences and Engineering - CCAE, Federal University of Espírito Santo - UFES, Alegre, ES, 2022. **ABSTRACT**. The common carp, *Cyprinus carpio*, is a fish of great demand in the market, in addition to the ease of its production, but the nutritional studies of the species still have gaps for further research. Thus, the objective was to evaluate the applicability of different levels of inclusion of earthworm meal and gluten meal replacing fish meal in the formulation of practical diets for common carp (*Cyprinus carpio*). The experiments were carried out at the Instituto Federal do Espírito Santo from December 2021 to February 2022, in a completely randomized design (DIC), where the treatments corresponded to levels of 0, 25, 50, 75 and 100% of the crude protein derived from of earthworm flour (experiment 1) and 0, 25, 50, 75 and 100% of crude protein derived from gluten flour. The experimental units consisted of twelve juveniles of colored carp in boxes with a useful volume of 40L in a water recirculation system, equipped with biological filtration. Productive performance was evaluated by weight gain (GP), protein efficiency rate (TEP) and specific growth rate (TCE). Based on the results obtained in the present study, it can be concluded that levels of up to one hundred percent replacement of fish meal by worm or wheat meal can be used in the feeding of juvenile common carp without harming the zootechnical development of the animals. animals.

**Keywords:** carp, nutrition, gluten, earthworm, aquaculture.

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

### Artigo 1:

Tabela 1- Composição centesimal das dietas experimentais, na matéria natural de farinha de minhoca.....30

Tabela 2 – Dados de desempenho de carpas comuns em relação aos níveis de substituição da farinha de peixe com farinha de minhoca.....31

### Artigo 2:

Tabela 1- Composição centesimal das dietas experimentais, na matéria natural de farinha de glúten de trigo.....39

Tabela 2 – Dados de desempenho de carpas comuns em relação aos níveis de substituição da farinha de peixe com farinha de glúten de trigo.....39

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	13
2.	OBJETIVOS .....	15
2.1.	Objetivo geral .....	15
2.2.	Objetivos específicos .....	15
3.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1.	Espécies nativas e exóticas .....	16
3.2.	Carpa comum ( <i>Cyprinus carpio</i> ).....	16
3.3.	Ingredientes alternativos à farinha de peixe .....	18
3.4.	Farinha de minhoca .....	19
3.5.	Farinha de glúten de trigo .....	20
4.	REFERÊNCIAS .....	21
5.	CAPÍTULO 1 .....	27
6.	CAPÍTULO 2 .....	36
	INTRODUÇÃO.....	37
	MATERIAL E MÉTODOS.....	37
	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
	CONCLUSÕES .....	40
	REFERÊNCIAS .....	40
	ANEXO I – NORMAS PARA SUBMISSÃO .....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é a prática de cultivo de organismos aquáticos, onde processos como criação e reprodução sofrem interferência, a fim de intensificar a produtividade (FAO, 2018). O cultivo de peixes pode ser destinado a prática esportiva, ao repovoamento e a geração de alimentos, ambas podem gerar boa rentabilidade, além de mitigar impactos da pesca extrativista. No Brasil, desde os anos 1960 consideráveis transformações têm ocorrido no setor agrícola onde incentivos oriundos de políticas públicas tem propiciado o desenvolvimento, inovação e fortalecimento do setor aquícola (VIEIRA FILHO *et al.*, 2017). Em 2015, o Brasil atingiu a marca de 9,6 kg/hab/ano em consumo de pescado, após incentivos políticos, crescimento da produção e boa aceitação no mercado. Em 2019 o Brasil registrou pela primeira vez, o consumo de 20 kg/hab/ano, um crescimento significativo que por sua vez incentiva os investimentos tanto públicos, quanto privados na pesca e aquicultura (FAO, 2019).

No entanto, ainda há muito trabalho a se fazer e alguns entraves a serem resolvidos, sendo necessário investimentos em infraestrutura, plano de escoamento de produção, realização de licenciamentos ambientais, amplitude do controle sanitário e formação de parcerias entre governo e instituições privadas.

Segundo a FAO (2018), a tilápia já ocupa a quarta posição no ranking de peixes mais cultivados. Sendo superada pela carpa (*Ciprinus carpius*) que ocupa os primeiros lugares, devido a características atrativas para a criação e reprodução, tais como: adaptabilidade ao clima, fácil manejo alimentar e reprodutivo e boa tolerância a baixos níveis de oxigênio dissolvido em água. Tais características fazem da carpa um peixe de água doce fácil produção, bom valor mercadológico e certa popularidade no mercado internacional principalmente com algumas de suas variações coloridas (YANUHAR *et al.*, 2021). As carpas coloridas apresentam cores vivas e podem ser cultivadas em diferentes habitats e diversos tipos de cultivo (LAKSONO *et al.*, 2021). Por ser animal onívoro aceita diversos tipos de alimentos e os converte de forma satisfatória (CYRINO *et al.*, 2004).

De todos os aspectos e setores necessários à piscicultura um dos maiores desafios tem sido desenvolver dietas de boa qualidade, baixo custo e que permitam bom desempenho zootécnico.

O uso da farinha de peixe é um dos principais dificultadores para o alcance da

sustentabilidade neste setor, uma vez que a maior parte da farinha de peixe hoje utilizada nas rações é oriunda da pesca extrativista e são necessários seis quilos de peixe não cultivado para produzir um quilo de peixe cultivado, justificando sua ineficiência quanto à sustentabilidade. (HARDY, 2006).

Desde o ano de 1996 estudos mostram a viabilidade na redução parcial ou total da farinha de peixe na dieta de peixes cultivados. Possíveis alternativas de fontes proteicas vêm sendo estudadas, entre elas destacam-se, a farinha de vísceras de frango (SIGNOR *et al.*, 2007), a farinha de carne e ossos (PEZZATO, 1996), a farinha de minhoca (FERRUZI, 2001), a farinha de glúten (APPER-BOSSARD *et al.*, 2013; ROSTAGNO *et al.*, 2011), e a farinha de sangue (BARROS *et al.*, 2004). Dentre estas a farinha de minhoca chama a atenção devido ao seu alto valor proteico e aos percentuais de digestibilidade aparente (TABOGA, 1980). Objetivou-se assim, neste trabalho avaliar a aplicabilidade de diferentes níveis de inclusão da farinha de minhoca e da farinha de glúten de trigo (91%) em substituição à farinha de peixe na formulação de dietas para a carpa colorida (*Cyprinus carpio*) que apresentem bom desempenho zootécnico.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivou-se avaliar a aplicabilidade de diferentes níveis de inclusão da farinha de minhoca e da farinha de glúten de trigo como fontes alternativas à farinha de peixe na formulação de dietas práticas para a carpa comum (*Cyprinus carpio*). Além disso, desenvolver dietas práticas com diferentes níveis de inclusão como fonte alternativa de proteínas para peixes.

### **2.2. Objetivos específicos**

Os seguintes objetivos específicos foram definidos para possibilitar o alcance do objetivo geral:

- Desenvolvimento de dietas praticas com diferentes níveis de inclusão da farinha de minhoca em substituição a fração proteica da farinha de peixe.
- Desenvolvimento de dietas práticas com diferentes níveis de substituição de farinha de glúten de trigo em substituição a farinha de peixe.
- Avaliar o desempenho zootécnico de Carpas comuns alimentados com dietas práticas com diferentes níveis de inclusão da farinha de minhoca em alternativa a farinha de peixes.
- Avaliar o desempenho zootécnico de Carpas comuns alimentados com dietas práticas com diferentes níveis de inclusão da farinha de glúten de trigo em alternativa a farinha de peixe.
- Avaliar a farinha de minhoca e a farinha do glúten de trigo como alternativa de fonte proteica para o desenvolvimento de dietas a serem utilizadas na produção de Carpas.

## **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

### 3.1. Espécies nativas e exóticas

A produção aquícola em 2020 atingiu 214 milhões de toneladas em 2020, sendo um pequeno aumento (3%) em relação aos dados anteriores de 2018 (213 milhões de toneladas). Esse baixo crescimento foi associado principalmente pelos impactos da pandemia de COVID-19 em 2020 (FAO, 2022).

No início dos anos 80 vários avanços tecnológicos viabilizaram a produção de peixes nativos e exóticos no Brasil, tendo destaque inicial a produção de peixes redondos, como pacu e tambaqui. Por outro lado como espécies exóticas tem-se como os principais as carpas e a tilápia. Estas espécies dominam a piscicultura brasileira, representando juntas uma grande porcentagem da produção. Hoje, após décadas de pesquisas, a produção e difusão de tecnologia embasadas em cultivos experimentais em instituições de pesquisa e fomento, dados de produções comerciais, além de um esforço crescente e ainda sem números por parte de produtores individuais em todo o Brasil, podemos já visualizar o crescimento e o fortalecimento da produção de peixes nativos e exóticos em todo o país (KUBITZA, 2007).

No extrativismo, algumas espécies devido a sua fácil aquisição e ao seu abate precoce, muitas vezes não respeitando a fase adulta e reprodutiva, tendem a escassez. Há algumas décadas acreditava-se que diversas espécies de peixes poderiam ser de fato extintas pela ausência de domínio das técnicas de produção e reprodução em cativeiro (PEREIRA, 2020). No Brasil, algumas espécies se destacaram e conquistaram maior produção sendo assim: no Norte do país destacam-se tambaqui, pirarucu, pirapitinga, tilápia e camarão marinho; no Nordeste, o tambaqui, pacu e o pintado; na região Centro-Oeste, a tilápia, pacu e o pintado; no Sudeste a carpa, a tilápia e o jundiá. E por fim na região Sul do país, evidencia-se a ostra e o mexilhão (EMBRAPA, 2016).

Em todo o mundo destacam-se 98 espécies de peixes para o mercado produtivo (CAMARGO e POUEY, 2005), sendo a carpa a espécie de peixe mais produzida no mundo e a segunda mais cultivada no Brasil (MAPA, 2012).

### 3.2. Carpa comum (*Cyprinus carpio*)

A família Cyprinidae conta com 194 gêneros e 2070 espécies, sendo conhecida como a maior família de peixes (NAKATANI et al., 2001). Representa importância tanto no mercado da pesca como na aquicultura. A captura de carpas e outros

ciprinídeos em 2010 ultrapassou 0,7 milhões de toneladas por ano em meados da década de 2000 para quase 1,9 milhões de toneladas em 2020 e a carpa comum atingiu uma produção de 4.236,3 toneladas no ano de 2020 (FAO, 2020).

Historicamente a carpa comum (*Cyprinus carpio*) é o peixe mais antigo do qual se tem registro de sua produção e reprodução influenciada pelo homem, com criação na China há mais de 2.000 anos. A China é responsável por 80 % da produção mundial de carpas provenientes da aquicultura, sendo seguida pela Indonésia, Vietnã, União Europeia (U.E), Rússia, Bangladesh e Brasil. Os povos orientais são grandes apreciadores deste peixe e passam muito tempo os contemplando, acreditando ser excelente antídoto contra o estresse. Existe uma lenda no Japão que diz que as carpas que conseguissem atravessar o rio Huang Ho (Rio Amarelo) no período de desova, nadando contra as fortes corredeiras até chegar à montanha Jishinhan, poderiam se tornar dragões. Por isso, ganhar de presente uma carpa significa que alguém está desejando sucesso, força e coragem para enfrentar os desafios da vida (CARNEIRO *et al.*, 2015).

No Brasil, as primeiras tentativas de cultivo e produção e reprodução de fato ocorreram em meados da década de 30 (TAMASSIA *et al.*, 2004). O estudo com as carpas teve início no estado de Santa Catarina em meados de 1970, por intermédio da empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do estado (EPAGRI), mas apenas em 1991 a atividade consolidou-se na região com a técnica do policultivo. A espécie ainda possui uma variedade ornamental, as chamadas carpas coloridas, comumente utilizadas em lagos particulares de residências, em restaurantes, praças e parques.

As carpas são consideradas excelentes peixes para a piscicultura por inúmeras razões: toleram baixos níveis de oxigênio dissolvido (TAMASSIA *et al.*, 2004); apresentam enorme tolerância às variações de temperatura compreendendo a faixa que varia de 4 °C até 35°C; são rústicas e possuem rápido crescimento (CASTAGNOLLI, 1992). Sua alimentação baseia-se na vegetação aquática, gramínea terrestre entre outros vegetais e até mesmo de subprodutos da lavoura tais como sementes de aveia, soja, arroz e outros, tornando os custos de produção pequenos e vantajosos. Sendo ela uma espécie onívora, aceita e converte bem os nutrientes dos mais variados tipos de alimentos de origem vegetal ou animal (BARTON, 2002).

### 3.3. Ingredientes alternativos à farinha de peixe

As pesquisas para tornar possível a substituição da farinha de peixe por uma fonte de proteína mais sustentável ou mais acessível tido como foco resíduos do processamento da produção animal como farinha de ossos, farinha de vísceras de aves e farinha de sangue, proteínas microbianas e sementes oleaginosas - em especial a soja (HARDY, 2010).

A proteína vegetal não possui alguns aminoácidos essenciais que atendem as necessidades nutricionais dos peixes (como a lisina e metionina) e acaba se tornando necessário a complementação (NAYLOR, 2000). Como solução pode-se incorporar concentrados de proteína de soja ou aminoácidos sintéticos para atender de forma mais adequada o perfil aminoácido necessários aos peixes (HARDY, 2010).

Diversos alimentos de origem vegetal quando ingeridos apresentam compostos que atuam como inibidores da digestibilidade, reduzindo o aproveitamento nutricional dos mesmos, essa classe de compostos é chamada de “fator antinutricional” (SANTOS, 2006). Os fatores antinutricionais podem ser divididos em quatro grupos: fatores que agem na utilização e digestão da proteína; fatores que agem na utilização dos minerais; antivitaminas e algumas substâncias mistas: cianogênicos, nitrato, alcaloides, agentes fotossensibilizantes, fitoestrogênios e saponinas. Também podemos classificá-los de acordo com a resistência dos mesmos a temperaturas mais elevadas: Os termolábeis, sensíveis aos processamentos térmicos e os termoestáveis, não anuláveis ou desestabilizados quando expostos a maiores temperaturas. (FRANCIS *et al.*, 2001; MIURA *et al.*, 2001).

Os fatores antinutricionais presentes em alguns alimentos podem prejudicar a morfologia intestinal do animal, ocasionando em inflamações e alergias, fatores que atuam diretamente na atividade enzimática e acabam suprimindo enzimas específicas essenciais na digestão, como a amílase e a protease, que por sua vez tem sua ativação no intestino proximal, realizando a hidrólise das proteínas ingeridas as quebrando em moléculas simples, facilitando a absorção pelo intestino e utilizadas nos processos fisiológicos do peixe (LOVATTO, 2017). Os fatores antinutricionais presentes nos vegetais aqui citados é uma das principais dificuldades da substituição parcial ou total da farinha de peixe por alternativas vegetais, já sendo verificados em alguns estudos afetando o desempenho de algumas espécies como a *Sparus aurata* (KOKOU *et al.*, 2012), *Acanthopagrus schlegelii* (SUN *et al.*, 2015) e *Platichthys*

*stellatus* (SONG, 2014). Estudos para avaliação de ingredientes provenientes de origem animal como farinha de ossos e carne para *Sparus aurata* (MOUTINHO *et al.*, 2017); farinha de penas hidrolisadas na alimentação da *Cyprinus carpio* (GRAEFF *et al.*, 2015); farinha de pena e víscera de frango para truta arco-íris (STEFFENS, 1994); e entre outros, em sua maioria conseguiram níveis de substituições consideráveis de 75% e 100%, corroborando para a prerrogativa de fatores antinutricionais estarem diretamente relacionados a perda de desempenho metabólico e crescimento do peixe, quando utilizados em altos níveis de substituição a farinhas de origem animal, isso se deve também a provável deficiência de aminoácidos e ácidos graxos insaturados.

Por características fisiológicas próprias dos peixes, o percentual proteico e a relação proteína/ energia das rações é de grande importância para os resultados no crescimento. Estudos sobre digestibilidade de diversos ingredientes alternativos sugerem resultados promissores

### **3.4. Farinha de minhoca**

A farinha de minhoca possui alto valor proteico, e um perfil de ácidos graxos essenciais adequados à alimentação de peixes. Tais características sugerem a farinha de minhoca como possível alternativa para a substituição da farinha de peixes utilizada para a fabricação de rações utilizadas na piscicultura (TACON *et al.*, 1983).

Segundo Hilton (1983) a digestibilidade aparente da farinha de minhoca em termos de matéria seca é de 70% enquanto que para a proteína é de 95%. Entretanto, alguns fatores negativos na farinha de minhoca podem limitar a sua utilização na alimentação animal. A hemolisina é uma proteína capaz de promover a destruição dos glóbulos vermelhos e a liberação da hemoglobina no sangue, a hemolisina é uma das cinco principais proteínas encontradas no líquido celomático da minhoca e parece ser um fator antinutricional em potencial, porém estudos afirmam que pode ser destruído quando aquecido. Pesquisadores apontam que esse mesmo componente possui grande capacidade antibacteriana, utilizado pelas minhocas em sua defesa contra patógenos oriundos do solo (NANDEESHA *et al.*, 1988).

Em experimento realizado por Cardenete *et al.*, (1993), foi possível observar que a retirada do líquido celomático aumentou a palatabilidade da farinha de minhoca pelas trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). No entanto, foram observados limite de

uso de 50%, uma vez que a atividade proteolítica dos peixes era reduzida de forma significativa em valores acima deste percentual.

Também, em alevinos de truta arco-íris, o crescimento foi mais elevado quando o nível de substituição ficou entre 10 e 25%, ao passo que, quando acima de 50%, as taxas de crescimento diminuíram (ROTTA, et al. 2003).

### **3.5. Farinha de glúten de trigo**

O glúten de trigo é um de origem vegetal proveniente da extração do amido da farinha de trigo. É assim, alimento com elevado percentual proteico e viscoelástico (DAY et al., 2006). As mesmas estruturas aqui citadas como responsáveis pela viscosidade da farinha de glúten são por sua vez a fração proteica deste alimento e podem ainda reduzir a utilização de amido e outros agentes aglutinantes (STOREBAKKEN et al., 2000), conferindo regularidade interna em dietas extrusadas (DRAGANOVIC et al., 2013).

A farinha de glúten de trigo caracteriza-se por ser uma fonte proteica de alta qualidade e digestibilidade. Possui aproximadamente 80% de proteína podendo chegar a 95%, sendo assim mais proteica do que a farinha de peixe e o farelo de soja. A farinha de glúten ainda apresenta alto teor de energia bruta de fácil absorção (APPER-BOSSARD et al., 2013; ROSTAGNO et al., 2011). Diversos autores já realizaram estudos para avaliar possíveis níveis de inclusão de glúten de trigo na elaboração de dieta de diferentes espécies de peixes como *Oncorhynchus mykiss* (SUGIURA et al., 1998), *Bidyanus bidyanus* (ALLAN et al., 2000), *Gadus morhua* (TIBBETTS et al., 2006), *Hippoglossus hippoglossus* (HELLAND et al., 2006), *Perca flavescens* (KWASEK et al., 2012). Segundo Hardy (1996) o glúten de trigo (GT) devido sua alta digestibilidade e palatabilidade pode substituir até de 40% da farinha de peixe para peixes carnívoros.

#### 4. REFERÊNCIAS

ALLAN, G. L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M. A. Replacement of fish meal in diets for 602 Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. 603 **Aquaculture**, v. 186, n. 3-4, p. 293-310, 2000.

APPER-BOSSARD, E.; FENEUIL, A.; WAGNER, A.; RESPONDEK, F. Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. **Aquatic Biosystems**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2013.

BARTON, B.A. Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. **Integrative and Comparative Biology**, v.42, n. 608 p.517-525, 2002.

BARROS, M. M.; PEZZATO, L. E.; HISANO, H.; FALCON, D. R.; DO CARMO, M. V. Farinha de sangue tostada e dietas práticas para tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* L). **Acta Scientiarum**. Animal Sciences, v. 26, n. 1, p. 5-13, 2004.

BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.; FREITAS, J. D.; BITTENCOURT, F.; FEIDEN, A. Nutrição de peixes nativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. supl. especial, p. 145-154, 2011.

CAMARGO, S.G.O.; POUHEY, J.L.O.F. Aquicultura –um Mercado em Expansão. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 11, n. 4, p. 393-396, 2005.

CARDENETE, G.; GARZON, A.; MOYANO, F.; DE LA HIGUERA, M. Nutritive utilization of earthworm protein by fingerling rainbow trout (*Onchrhynchus mykiss*). In: KANSHIK, S. J.; LUQUet, P. (Eds.) Fish Nutrition in Practice. Paris: **Institut National de la Recherche Agronomique**. p.923-92, 1993.

CARNEIRO, P. C. F.; MORAIS, C. A. R. S.; MARIA, A. N.; NUNES, M. U. C.; FUJIMOTO, R. Y. Produção Integrada de Peixes e Vegetais em Aquaponia. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. p. 27, 2015.

CASTAGNOLLI, N. Piscicultura de água doce. Jaboticabal: Ed. **FUNEP**, p. 189, 1992.

DAY, L.; AUGUSTIN, M. A.; BATEY, I. L.; WRIGLEY, C. W. Wheat-gluten uses and industry needs. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 2, p. 82-90, 2006.

CYRINO, J. E. P.; URBINATI, E. C.; FRACALOSSO, D. M.; CASTAGNOLLI, N. **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. Campo Belo: TecArt, p.267-305, 2004.

DRAGANOVIC, V.; VAN DER GOOT, A. J.; BOOM, R.; JONKERS, J. Wheat gluten in extruded fish feed: effects on morphology and on physical and functional properties. **Aquaculture Nutrition**, v. 19, n. 6, p. 845-859, 2013.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16967394/racao-ainda-e-o-principal-custo-de-producao-daaquicultura>.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. **FAO**, 2022.

FERRUZZI, C. **Manual de Lombricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, p. 121, 2001.

FRANCIS, G., MAKKAR, H. P., & BECKER, K. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish: review. **Aquaculture**, v.199, p.197-227, 2001.

GRAEFF, Á.; MONDARDO, M. Substituição da farinha de peixes pela farinha de penas hidrolizada na alimentação da carpa comum (*Cyprinus carpio* L.) na fase de recria/the substitution of fish meal for hidrolized feather meal in common carp (*Cyprinus carpio* L.) feeds during the spawnin. **Ceres**, v. 53, n. 305, 2015.

HARDY, R.W. Alternate protein sources for salmon and trout diets. **Animal Feed Science and technology**, v.59, p.71-80, 1996.

HARDY, R. W. Worldwide fish meal production outlook and the use of alternative protein meals for aquaculture. **Avances en Nutrición Acuicola**, 2006.

HARDY, Ronald W. Utilization of plant proteins in fish diets: effects of global demand and supplies of fishmeal. **Aquaculture Research**, v. 41, n. 5, p. 770-776, 2010.

HELLAND, S. J.; GRISDALE-HELLAND, B. Replacement of fish meal with wheat gluten in diets for Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*): Effect on whole-body amino acid concentrations. **Aquaculture**, v. 261, n. 4, p. 1363-1370, 2006.

HILTON, J. W. Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fish meal in trout diets formulations. **Aquaculture**, v.32, p.277-283, 1983.

KOKOU, F.; RIGOS, G.; HENRY, M.; KENTOURI, M.; ALEXIS, M. Growth performance, feed utilization and non-specific immune response of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) fed graded levels of a bioprocessed soybean meal. **Aquaculture**, v. 364, p. 74-81, 2012.

KUBITZA, F.; ONO, E. A.; CAMPOS, J. L. **Os caminhos da produção de peixes nativos no Brasil. Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, p. 15, 2007.

KWASEK, K.; DABROWSKI, K.; WARE, K.; REDDISH, J. M.; WICK, M. The effect of lysine-supplemented wheat gluten-based diet on yellow perch *Perca flavescens* (Mitchill) performance. **Aquaculture Research**, v. 43, n. 9, p. 1384-1391, 2012.

LAKSONO, M.G.; SUGIANTA; SANTANUMURTI, M. B. Koi (*Cyprinus carpio*) Hatchery techniques: is performance in BBI Boyolali, IOP **Earth and Environmental Sciences**, v.679, p.1-4, 2021.

LOVATTO, N. D. M.; GOULART, F. R.; LOUREIRO, B. B.; ADORIAN, T. J.; DE FREITAS, S. T.; PIANESSO, D.; DA SILVA, L. P. Effects of phosphorylated protein concentrate of pumpkin seed meal on growth and digestive enzymes activity of silver catfish (*Rhamdia quelen*). **Aquaculture Nutrition**, v. 23, n. 1, p. 201-209, 2017.

MIURA, E. M. Y.; R BINOTTI, M. A.; SOUZA DE CAMARGO, D.; YURIKA MIZUBUTI, I.; IOUKO IDA, E. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de tripsina e ausência do inibidor Kunitz. **Archivos Latino americanos de Nutrición**, v.51, n.2, p.195-198, 2001.

MOUTINHO, S.; MARTÍNEZ-LLORENS, S.; TOMÁS-VIDAL, A.; JOVER-CERDÁ, M.; OLIVA-TELES, A.; PERES, H. Meat and bone meal as partial replacement for fish meal in diets for gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles: Growth, feed efficiency, amino acid utilization, and economic efficiency. **Aquaculture**, v. 468, p. 271-277, 2017.

MPA -MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA 2012 **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura**. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br>> Acesso em: 18 dez. 2021.

NAKATANI, H. K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. Maringá. **EDUEM**, 378p, 2001.

NANDEESHA, M. C.; SRIKANTH, G. K.; BASAVARAJA, N.; KESHAVANATH, P.; VARGHESE, T. J.; BANO, K.; KALE, R. D. Influence of earth worm meal on the growth and flesh quality of common carp. **Biological Wastes**, v.26, p.189-198, 1988.

NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; PRIMAVERA, J. H.; KAUTSKY, N.; BEVERIDGE, M.; CLAY, J.; TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v. 405, n. 6790, p. 1017-1024, 2000.

PEIXE BR – Associação Brasileira de Piscicultura. **Anuário Brasileiro da Piscicultura**. São Paulo, 2019. Disponível em:<<https://www.peixebr.com.br/anuario-2020/>> Acesso em: 15 mar. 2021.

PEREIRA, R. G. de A. Produção da piscicultura de espécies nativas da Amazônia 671

em Rondônia. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 12, p. 1–4, 2020. DOI: 67210.35699/2447-6218.2020.15940. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/15940>. Acesso em: 26 mar. 2021.

PEZZATO, L.E. Tecnologia de processamento de dietas, alimentos e alimentação de organismos aquáticos. **Caderno didático**. UNESP, Jaboticabal, SP. p. 63 1996.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. D.; LOPES, D. C.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**, v. 2, p. 186, 2011.

ROTTA, M., AFONSO, L., PENZ JÚNIOR, A. M., & WASSERMANN, G. Uso da farinha de minhoca como alimento para pós-larvas de 6 tilápia. **Embrapa Pantanal-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, p. 35, 2003.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 294-301, 2006.

SIGNOR, A. A., BOSCOLO, W. R., FEIDEN, A., REIDEL, A., SIGNOR, A., & GROSSO, I. R. Farinha de vísceras de aves na alimentação de alevinos de piavuçu (*Leporinus macrocephalus*). **Ciência Rural**, v. 37, p. 828-834, 2007.

SONG, Z.; LI, H.; WANG, J.; LI, P.; SUN, Y.; ZHANG, L. Effects of fishmeal replacement with soy protein hydrolysates on growth performance, blood biochemistry, gastrointestinal digestion and muscle composition of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). **Aquaculture**, v. 426, p. 96-104, 2014.

STEFFENS, W. Replacing fish meal with poultry by-product meal in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. **Aquaculture**, v. 124, n. 1-4, p. 27-34, 1994.

STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K. D.; ROEM, A. J. Growth, uptake and retention of nitrogen and phosphorus, and absorption of other minerals in Atlantic salmon *Salmo salar* fed diets with fish meal and soy-protein concentrate as the main sources of

protein. **Aquaculture Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 103-108, 2000.

SUGIURA, S. H.; DONG, F. M.; RATHBONE, C. K.; HARDY, R. W. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. **Aquaculture**, v. 159, n. 3-4, p. 177-202, 1998.

SUN, H.; TANG, J. W.; YAO, X. H.; WU, Y. F.; WANG, X.; LIU, Y.; LOU, B. Partial substitution of fish meal with fermented cottonseed meal in juvenile black sea bream (*Acanthopagrus schlegelii*) diets. **Aquaculture**, v. 446, p. 30-36, 2015.

TABOGA, L. The nutritional value of earthworms for chickens. **British Poultry Science**, London, v.21, p.405-410, 1980.

TACON, A. G. J.; STAFFORD, E. A.; EDWARDS, C. A. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbric worms for rainbow trout. **Aquaculture**, v.35, p.187-199, 1983.

TAMASSIA, S.; GRAEFF, A.; SCHAPPO, C.; APPEL, H.; AMARAL Jr, H.; CASACA, J. D. M.; TOMAZELLI Jr, O. Cípricultura-o modelo de Santa Catarina. Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva, p. 267-305, 2004.

TIBBETTS, S. M.; MILLEY, J. E.; LALL, S. P. Apparent protein and energy digestibility of common and alternative feed ingredients by Atlantic cod, *Gadus morhua* (Linnaeus, 1758). **Aquaculture**, v. 261, n. 4, p. 1314-1327, 2006.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade. Brasília: **Ipea**, 2017.

WIESER, H. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 115- 119, 2007

YANUHAR, U.; HARDIONO, S.A.; JUNIRAHMA, N.S.; CAESAR, N.R. Profile of Myxobolus infection in koi fish (*Cyprinus carpio*) Gill tissue from Land Pond Nglegok, Blita Regency, IOP **Earth and Environmental Sciences**, v. 674, p. 1-6, 2021.

## 5. CAPÍTULO 1

### Worm Meal in Common Carp Feed

IARA EVELIM DA SILVA FERREIRA<sup>a</sup>, PEDRO PIERRO MENDONÇA<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>\* Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE), Av. Alto Universitário, sem número, Guararema, 29.500-000 Alegre, ES, Brasil.

\*Autor correspondente: I. E. S. Ferreira.

E-mail: [iara-evelim@hotmail.com](mailto:iara-evelim@hotmail.com), 27999513128, ORCID.

**ABSTRACT:** Due to the high protein content, earthworm meal can be considered a substitute for meat and bone meal, fish, and offal. The objective of this work was to evaluate the applicability of different levels of inclusion of earthworm meal as an alternative source to fish meal in the formulation of practical diets for common carp. The experiment was carried out at the Federal Institute of Espírito Santo, in a completely randomized design (DIC). The treatments corresponded to the levels of earthworm meal (0, 25, 50, 75; 100% crude protein). Productive performance was evaluated by feed intake (CR), weight gain (GP), specific growth rate (TCE), protein efficiency rate (TEP), energy efficiency rate (TEE) and survival (SOB). Feed consumption decreased with increasing levels of worm meal replacement; the other variables had no statistical differences. Based on the results obtained in the present study, it can be concluded that levels of up to one hundred percent of worm meal meet the need for juvenile colored carp without impairing zootechnical performance.

**Keywords:** Alternative foods. *Cyprinus carpio*. Zootechnical performance.

### INTRODUCTION

According to the SOFIA report – The State of World Fisheries and Aquaculture, for food and aquaculture, global fish production reached 179 million tons in 2018, with an estimated income of US\$ 250 billion (FAO, 2020). Out of context of the paragraph.

Common carp (*Cyprinus carpio* L.) originates from regions of Europe and Asia (Kohlmann, 2013) and has been cultivated for over 2000 years in China and hundreds of years in Europe (Wohlfarth, 1984; Castagnolli and Cyrino, 1986). Despite the fact that meat is not so highly valued in culinary terms, it is increasingly being produced for the use of derivatives and sausages (Graeff et al., 2007).

As with the production of other species, for carp one of the main limitations is nutrition. Because spending on rations can increase operating costs by 70%. This value is considerable when compared to other production items (BOSCOLO et al., 2001). In this way, the search for alternative ingredients to those commonly used is necessary, especially those of animal origin, which are more expensive, such as fish meal (Graeff, 1998).

Protein and energy from the ingredients used in feed are important for any animal

species and are essential for maintenance, growth and reproduction. In intensive farming, fish depend on the use of good quality commercial feeds that meet nutritional and protein requirements to ensure the development and profitability of the farming system (Cantelmo, 1989).

Worm meal draws attention due to its high protein value and apparent digestibility percentages (Taboga, 1980). In addition to having balanced amino acids and a profile of essential fatty acids suitable for fish feeding (Tacon et al., 1983). Such characteristics suggest earthworm meal as a possible alternative for replacing fish meal used in the manufacture of commercial feed used in fish farming (Hilton, 1983).

Thus, the objective of this work was to evaluate the inclusion of earthworm meal as an alternative to fish meal in the formulation of diets for common carp (*Cyprinus carpio*).

## **MATERIAL AND METHODS**

The work was carried out at the Laboratory of Nutrition and Production of Ornamental Species (LNPEO) of the Department of Aquaculture of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (IFES) Campus of Alegre, located on the highway ES - 482 (Cachoeiro - Alegre) , Km 47 Rive, Alegre, Espírito Santo, Brazil.

The use of animals for scientific research purposes is in accordance with the provisions of Law No. 11,794, of October 8, 2008, with the rules issued by the National Council for the Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was approved by Ethics Commission on the Use of Animals - CEUA, of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo, registered under No. 23149.001025/2022-65.

Juveniles of colored carp were used, obtained in the IFES aquaculture sector. The animals were removed from the nursery and housed in three tanks, with a useful volume of 1000 L, for 10 days, where they were fed with extruded commercial breed, containing 36% crude protein. The tanks had constant aeration.

The experimental units consisted of twelve common carp juveniles in 20 boxes with a useful volume of 40L in a water recirculation system equipped with biological filtration.

240 juveniles with an average weight of  $1.2 \pm 0.83$  g were used, distributed in a completely randomized design, in 20 experimental units, five treatments and four repetitions, containing 12 animals per unit, where the animals were housed in 40-liter aquariums of useful volume, in a water recirculation system, equipped with biological filters. The treatments consisted of five levels (0, 25, 50, 75 and 100%) of replacing fish meal with worm meal. The experimental diets were supplied ad libitum three times a day (8 am, 12 pm, 4 pm) throughout

the 60-day experimental period. Supply was given until apparent satisfaction. Prior to the experiment, the animals were housed in the boxes of the experimental unit, where the animals were kept for seven days to adapt the animals to the boxes and to the experimental diets. In the adaptation phase, the fish were fed ad libitum, twice a day, at (9 am and 4 pm), with a diet with 36% crude protein and 3,300 Kcal of Digestible Energy/Kg, being gradually adapted to the experimental diets. At the end of the adaptation, the animals were submitted to initial biometrics for individual measurement of the weight (g) of each individual.

At each 20-day interval, biometry was performed to determine the weight of the animals, using a precision scale of 0.1 mg. In the event of death of any specimen, the death was recorded, the animal was measured and weighed, and the volume of the plot was reduced proportionally to the total number of deaths and maintained.

Until the end of the experiment. In these biometrics, the animals were fasted for 24 hours and dried with absorbent paper before weighing. From the values of the weight of the animals, number of individuals and feed consumption, data on weight gain (GP), specific growth rate (TCE), protein efficiency rate (TEP), energy efficiency rate (TEE) and survival (SOB), using the following formulas:

$$GP = \text{final weight} - \text{initial weight}$$

$$TCE = 100 \times [(\ln \text{ final weight} - \ln \text{ initial weight}) / \text{time}]$$

$$TEP = (GP / CR \times \% \text{ CP ration}) \times 100$$

$$TEP = (GP / CR \times \% \text{ energy ration}) \times 100$$

$$SOB = (\text{final number of animals} / \text{initial number of animals}) \times 100$$

Every day, 20% of the water volume of all experimental boxes was siphoned to remove feces and leftover food. The boxes were kept at room temperature throughout the experimental period. The water used to replace the siphoning was from a public supply, where before entering the system it was stored in 200-liter boxes to rest for at least 24 hours. Throughout the experiment, temperature (°C), pH, dissolved oxygen (mg. L-1), conductivity (µs) and total ammonia (ppm) were measured weekly, respectively with a maximum and minimum mercury thermometer, pH-meter, dissolved oxygen meter, conductivity meter and colorimetric kit.

The experimental diets were formulated based on corn, soybean meal, fish meal, wheat meal and earthworm meal, which were prepared using the premium SuperCrac 6.1 software (Table 1). The ingredients were ground in a hammer mill using a 0.5mm sieve and stored in a freezer until mixing. The rations were mixed and in sequence the proportions were used to

obtain the intermediate levels of earthworm meal. All ingredients were weighed using an analytical balance with a precision of 0.1g and two decimal places. After weighing, the ingredients were mixed in a plastic container for 10 minutes and then 10% of the total weight of water at 60°C was added.

Table 1- Centesimal composition of experimental diets in the natural matter of earthworm flour.

<b>DIETS</b>			
<b>Composition</b>	<b>FM 100%</b>	<b>FM 0%</b>	<b>Unit (kg)</b>
Worm flour	42,00	00,00	Kg
Corn meal	37,00	23,86	Kg
Soybean meal	17,00	53,14	Kg
Soy oil	4,00	3,00	Kg
Wheat bran	0,00	0,00	Kg
Fish's flour	0,00	20,00	Kg
Premix	0,4	0,4	Kg
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>Kg</b>

Guarantee levels per kilogram of product.

At the end of the mixture, the concentrations of the ingredients for the formulation of diets containing (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) of inclusion of earthworm meal were diluted (Table 1). Then the feed was passed through an industrial meat grinding machine for pelletizing. Pellets with a diameter of 2 mm were dried at room temperature. After this procedure, the pellets were reduced from 2 to 3 mm to facilitate the feeding of the animals. Then the rations were stored in plastic bags and refrigerated.

However, in place of fish meal. For statistical analysis, data were analyzed for normality (Shapiro-Wilks test) and homoscedasticity (Bartlett test) using the R software (R Core Team, 2021). The variables that met these assumptions of the ANOVA were submitted to it. The significance level was  $p < 0.05$ . When statistical difference was presented, the results obtained were submitted to regression analysis.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

The physical and chemical parameters of the water in the recirculation system were Dissolved Oxygen:  $5.2 \pm 1.1$  mg. L<sup>-1</sup>; pH:  $6.3 \pm 0.33$ ; Temperature:  $28.7 \pm 0.78$  °C; Total ammonia  $2.59 \pm 2.07$  mg. L<sup>-1</sup>; Electrical conductivity  $129.2 \pm 19.5$  µSm and according to

Oliveira et al. (2007) are within the recommended range for the species. These same authors report that common carp tolerate a wide range for most water quality parameters, provided that these variations occur gradually.

It is observed that the parameters of weight gain (GP), specific growth rate (TCE) protein efficiency rate (TEP), energy efficiency rate (TEE) and survival (SOB) showed no significant effect (Table 2), on the other hand, there was a reduction in feed intake ( $P < 0.05$ ) up to the level of 92.7%.

Nyuliwe et al. (2022) observed that the inclusion of worm meal also influenced total feed intake. According to Tadesse et al. (2021) did not obtain significant differences in the growth rate between fish fed different levels of 25%, 50% and 75% of worm meal compared to fish fed with the control diet.

Table 2 – Performance data of common carp in relation to levels of replacement of fishmeal with wormmeal.

<b>PERFORMANCE OF COMMON CARP</b>						
<b>Treatment</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>CV (%)</b>
CR (g) <sup>1</sup>	2,65 <sup>a</sup>	1,87 <sup>ab</sup>	2,22 <sup>ab</sup>	1,75 <sup>b</sup>	1,79 <sup>b</sup>	17,47
GP (g) <sup>2</sup>	0,65	0,47	0,74	0,64	0,52	30,27
TCE (%) <sup>2</sup>	1,53	0,98	1,35	1,57	1,45	25,89
TEP (%) <sup>2</sup>	9,17	9,34	12,63	13,27	10,56	38,28
TEE (%) <sup>2</sup>	84,03	85,57	115,78	121,63	96,79	38,29
SOB (%) <sup>2</sup>	75,00	75,00	70,83	75,00	66,67	12,24

CR=Feed consumption; GP=Weight Gain; TCE=Specific Growth Rate; TEP=Protein Efficiency Rate; TEE=Energy Efficiency Rate and SOB=Survival.

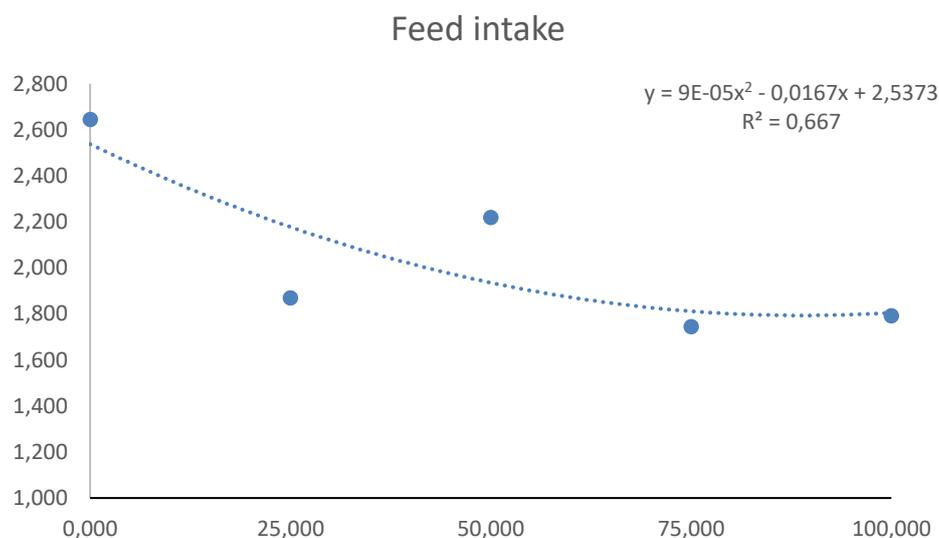
<sup>1</sup> Means followed by the same letter do not differ according to the Tukey test at a significance level of 5%.

<sup>2</sup> Means do not differ from each other at the 5% significance level.

Unlike what was found in this study, Rotta et al. (2003) found that in tilapia post-larvae, the addition of 20% earthworm flour to the diet promoted greater weight gain. In a study with juvenile *Cyprinus Carpio* carp, replacing 50% of fish meal with worm meal in the diet favored fish growth (Rawling et al., 2012).

The model adjusted for feed intake was quadratic and is shown in Fig. 1. The equation of the straight line for feed intake is  $CR = 0.00009x^2 - 0.0167x + 2.5373$  and the coefficient of determination,  $R^2 = 0.667$ .

Figure 1 – Feed intake (g) at different levels of worm meal replacing fish meal for common carp feeding.



Earthworm flour (*Eisenia Foetida*) has a crude protein content between 68 and 82% in its composition, in addition to having an excellent profile of amino acids and essential fatty acids (Valente et al., 2015). Mombach et al. (2014) observed that the digestibility of crude protein in the diet had a linear increase with the increase in the inclusion of earthworm meal in the diet, making its digestibility evident.

As there was no difference between weight gain at different levels of addition of worm meal and there was a quadratic decrease in feed intake, we can say that the addition of worm meal replacing fish meal does not affect weight gain, however reduces feed consumption by animals. Corn and soybeans fluctuate a lot in prices because they are ingredients that openly compete with human food and can represent up to 90% of the total cost of the diet, conceiving a large part of the costs related to feeding animals production, consequently, of the total costs of the cultivation system (Amaral et al., 2016).

There are some negative factors of earthworm meal that can limit its use in animal feed. This flour has hemolysin, one of the five main proteins found in the coelomic liquid of the earthworm (*Eisenia Foetida*). Hemolysin, in turn, is capable of promoting the destruction of red blood cells and the release of hemoglobin in the blood (Roch et al., 1981).

## CONCLUSIONS

From the results obtained, it can be concluded that it is possible to replace fish meal with worm meal in the common carp species without any effect on the performance of the animals.

### **DATA AVAILABILITY DECLARATION**

Data supporting the findings of this study will be available upon request.

### **CONFLICT OF INTEREST DECLARATION**

The authors confirm that there are no conflicts of interest associated with this research.

### **FUNDING STATEMENT**

To FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo) for granting assistance during the year of experimental execution of this study, which allowed total exclusivity and dedication, promoting a differentiated and quality training.

### **ACKNOWLEDGMENTS**

To the Federal University of Espírito Santo for this opportunity and for the various learning experiences made available. To the friends of the LNPEO Laboratory (Laboratory of Nutrition and Production of Ornamental Species) for being present in essential phases for the conclusion of this study.

### **REFERENCES**

- AMARAL, C. B. D.; PINTO, C. C.; FLÔRES, J. D. A.; MINGOTTE, F. L. C.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51. p. 1602-1609, 2016.
- BOSCOLO, W.R.; HAYASHI, C.; SOARES, C.M.; FURUYA, W.M. e MEURER, F. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), linhagens tailandesa e comum, nas fases inicial e de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p. 1391-1396. 2001
- CANTELMO, O.A. Nutrição de peixe e aquicultura. In: HERNANDEZ, A. (Ed.) *Cultivo de colossoma*. Bogotá: Guadalupe. p.85-91, 1989.
- CASTAGNOLLI, N.; CYRINO, J. E. P. *Piscicultura nos trópicos*. São Paulo: Manole, p. 152. 1986.
- CHAINARK, P.; PRACHOM, N.; BOONYOUNG, S.; YUANGSOI, B. Replacement of Fish Meal Protein with Giant Worm (*Zophobas morio*) and Black Cricket (*Gryllus bimaculatus*) in Diet of Cobia (*Rachycentron canadum*). *Journal of Fisheries and Environment*, v. 46, n. 1, p.122-129, 2022.

- FAO - FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The State of World Fisheries and Aquaculture. Rome: 2020.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. The state of world fisheries and aquaculture: opportunities and challenges. Rome: FAO, p. 231. 2016.
- FURUYA, W.M. Tabelas brasileiras para nutrição de Tilápias. 21 ed. Toledo: GFM, p. 100. 2010.
- GARCÍA-BERTHOU, E. Size and depth-dependent variation in habitat and diet of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Sciences*, v. 63, p. 466–476, 2001.
- GRAEFF, A. Efeito da substituição da proteína vegetal pelo uso de colágeno na alimentação de carpas (*Cyprinus carpio L.*). In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 10.,1998, Recife/PB . Anais: Recife/PB: ABRAQ, p.79-92. 1998.
- GRAEFF, A.; TOMAZELLI, A. Fontes e níveis de óleos na alimentação de carpa comum (*Cyprinus carpio l.*) na fase de crescimento. *Revista de Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 1545-1551, 2007.
- HENRY, M., GASCO, L., PICCOLO, G., & FOUNTOULAKI, E. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science and Technology*, v. 203: p. 1–22. 2015.
- HILTON, J. W. Potential of freeze-dried worm meal as a replacement for fish meal in trout diet formulaions. *Aquaculture*, v. 32, n. 3-4, p. 277-283. 1983.
- HUIS, A. V.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. A. Insects to feed the world. *Journal of Insects as Food and Feed*, v. 1, p. 3–5. 2015.
- KHAN, S.; NAZ, S.; SULTAN, A.; ALHIDARY, I. A.; ABDELRAHMAN, M. M.; KHAN, R. U.; AHMAD, S. Worm meal: a potential source of alternative protein in poultry feed. *World's Poultry Science Journal*, v.72, n.1, p.93-102, 2016.
- KOHLMANN, K.; KERSTEN, P. Deeper insight into the origin and spread of European common carp (*Cyprinus carpio carpio*) based on mitochondrial D-loop sequence polymorphisms. *Aquaculture*, v. 376-379, p. 97-104, 2013.
- MOMBACH, P.I.; PIANESSO, D.; ADORIAN, T.J.; UCZAY, J.; LAZZARI, R. Farinha de minhoca em dietas para juvenis de jundiá. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 44, n. 2, p. 151-157. 2014.
- NYULIWE, T. C., MLAMBO, V., MADIBANA, M. J., MWANZA, M., & WOKADALA, O. C. Partial Substitution of Fishmeal with Mopane Worm Meal in Dusky Kob Fingerling (*Argyrosomus japonicus*) Diets: Feed Utilization, Digestive Enzyme Activity, Blood Parameters, and Growth Performance. *Aquaculture Journal*, v. 2, n. 2, p. 59-71. 2022.

- OLIVEIRA, R.P.C.; SILVA, P.C.; PADUA, D.M.C.; AGUIAR, M.; MAEDA, H.; MACHADO, N. P.; DA SILVA, R. H. Efeitos da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Colossoma macropomum, cuvier, 1818*) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados, *Ciência Animal Brasileira.*, v. 8, n. 4, p. 705-711, 2007.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/> 2021.
- RAWLING, M.; MERRIFIELD, D.; SNELLGROVE, D.; KÜHLWEIN, H.; ADAMS, A.; DAVIES, S. Haemato-immunological and growth response of mirror carp (*Cyprinus carpio*) fed a tropical earthworm meal in experimental diets. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 32, p. 1002-1007, 2012.
- ROCH, P.; VALEMBOIS, P.; DAVANT, N.; LASSEGUES, M. Protein analysis of earthworm coelomic fluid: II. isolation and biochemical characterization of the *Eisenia foetida* Andrei Factor (EFAF). *Compendium of Biochemistry and Physiology*, v.69B, p.829-836, 1981.
- ROTTA, M. A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura, 2003.
- SANTOS, E. S.; MOTA, S.; SANTOS, A. B.; AQUINO, M. D. Cultivo do peixe ornamental molinésia (*Poecilia sp.*) em esgotos domésticos tratados: desempenho zootécnico e avaliação do bem-estar animal. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 67, p. 255-264. 2015.
- TADESSE, Z.; ADUGNA, M.; YIMER, A. Partial Replacement of Fish Meal with Earth Worm (*Eisenia Fetida S.*) Meal in the Diet of African Catfish (*Clarias Gariepinus L.*) Fingerlings. *Livestock Research Results*, p. 663. 2021.
- VALENTE, B. S. XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A., LOPES, M. Proteína bruta da farinha de minhoca da espécie *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) submetida a diferentes tratamento térmicos. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 9. n. 1, p.102-107, 2015.
- VAN HUIS, A. Edible insects are the future?. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 75, n. 3, p. 294-305. 2016.
- VASCONCELOS, G. T. D. Uso de insetos na alimentação de peixes. *B. APAMVET*, p. 18-21, 2021.
- WOHLFARTH, G. W. Common Carp. In: Mason, L. (Ed.), *Evolution of Domesticated Animals*. Longman, Harlow, p. 375-380. 1984

## 6. CAPÍTULO 2

### **Farinha de Glúten 90 na alimentação de Carpa comum** Gluten Meal 90 in Common Carp Feed

IARA. EVELIM DA SILVA FERREIRA<sup>a</sup>, PEDRO PIERRO MENDONÇA<sup>a</sup>.

<sup>a</sup>\* Programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAEE), Av. Alto Universitário, sem número, Guararema, 29.500-000 Alegre, ES, Brasil.

\*Autor correspondente: I. E. S. Ferreira.

E-mail: [iara-evelim@hotmail.com](mailto:iara-evelim@hotmail.com), 27999513128, ORCID.

Artigo a ser submetido à publicação ao periódico Revista Ciência Agronômica

**RESUMO:** Sabe-se que a alimentação é o custo mais alto dentro de uma piscicultura, chegando a 70% dos gastos na produção. Neste cenário, um dos desafios é desenvolver dietas que proporcionem crescimento adequado dos animais e eficiência alimentar, a um custo que permita a rentabilidade da criação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicabilidade de diferentes níveis de inclusão da farinha de glúten de trigo como fonte alternativa à farinha de peixe na formulação de dietas práticas para a carpa comum. O experimento foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo, em delineamento inteiramente ao acaso (DIC). Os tratamentos corresponderam aos níveis de farinha de glúten de trigo (0, 25, 50, 75; 100% de proteína bruta). O desempenho produtivo foi avaliado pelo consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de eficiência energética (TEE) e sobrevivência (SOB). As variáveis testadas não tiveram diferenças estatísticas. Pelos resultados obtidos pode-se concluir que é possível substituir em até cem por cento a farinha de peixe por farinha de glúten de trigo na ração de carpa comum sem que haja efeito no desempenho dos animais.

**Palavras-chave:** Alimentos alternativos. *Cyprinus carpio*. Desempenho zootécnico.

**ABSTRACT:** It is known that food is the highest cost within a fish farm, reaching 70% of production costs. In this scenario, one of the challenges is to develop diets that provide adequate animal growth and feed efficiency, at a cost that allows the creation to be profitable. The objective of this work was to evaluate the applicability of different levels of inclusion of wheat gluten flour as an alternative source to fish flour in the formulation of practical diets for common carp. The experiment was carried out at Instituto Federal do Espírito Santo, in a completely randomized design (DIC). Treatments corresponded to wheat gluten flour levels (0, 25, 50, 75; 100% crude protein). Productive performance was evaluated by feed intake (CR), weight gain (GP), specific growth rate (TCE), protein efficiency rate (TEP), energy efficiency rate (TEE) and survival (SOB). The tested variables had no statistical differences. Based on the results obtained, it can be concluded that it is possible to replace up to 100% of fish meal with wheat gluten meal in the common carp breed without any effect on the performance of the animals.

**Keywords:** Alternative foods. *Cyprinus carpio*. Zootechnical performance.

## INTRODUÇÃO

A carpa comum (*Cyprinus carpio*) é a segunda espécie mais cultivada no Brasil perdendo apenas para a tilápia. Juntamente com outras espécies (carpas, trutas e pangásius) foram responsáveis por 5,3% da produção total de 2021, atingindo 44.585 toneladas: 17%<sup>37</sup> mais do que no ano anterior (PEIXE BR, 2022). No ano de 2019 a produção da carpa comum na região sul do Brasil chegou a 80% da produção nacional (PEIXE BR, 2019). De todas as espécies de peixes cultivadas na aquicultura a carpa comum é a que tem a história mais antiga. Relatos sobre desovas de carpas em cativeiro são observados desde 475 d.C. bem como sua disposição ao cultivo visando o comércio, descrita por Fan Lin no que foi o primeiro tratado de aquicultura (Bardach et al, 1972).

Estima-se que os custos com a ração alcancem 70% dos custos de produção (Cyrino, 2012). Neste cenário, um dos desafios é desenvolver dietas que proporcionem crescimento adequado dos animais e eficiência alimentar, a um custo que permita a rentabilidade da criação (EMBRAPA, 2016). Os ingredientes que fazem parte da composição das rações possuem alto valor comercial e ainda não há uma ração de qualidade comprovada elaborada com ingredientes não convencionais para diminuir o custo de produção. Dentro desse custo, os ingredientes proteicos são os que mais encarecem a formulação da ração, dando maior destaque à farinha de peixe que é reconhecida pelo seu alto valor nutricional, digestibilidade e palatabilidade para organismos aquáticos (Scorvo-Filho et al., 2010).

Assim, as fontes de proteína que são utilizadas nas dietas de peixes, seja de origem animal ou vegetal, são dependentes de fatores que afetam seu requerimento, como o hábito alimentar, o tamanho do peixe, a fonte de proteína e a espécie de interesse (Logato, 1999). Desta forma, para reduzir os custos, tem sido estudado o uso de ingredientes alternativos à farinha de peixe como a utilização da soja e seus derivados.

O glúten de trigo é um alimento proteico considerado um coproduto do processo de isolamento do amido da farinha de trigo (Day et al., 2006). Possui como característica ser uma fonte proteica de alta qualidade e digestibilidade para peixes, com um percentual de proteína de aproximadamente 80% e por apresentar alto teor de energia bruta, pode ainda ser utilizado como fonte energética (Rostagno et al., 2011; Apper-Bossard et al., 2013).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a aplicabilidade de diferentes níveis de inclusão da farinha de glúten de trigo como fonte alternativa à farinha de peixe na formulação de dietas práticas para a carpa comum (*Cyprinus carpio*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Nutrição e Produção de Espécies Ornamentais (LNPEO) do Departamento de Aquicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES) Campus de Alegre, situado na rodovia ES - 482 (Cachoeiro - Alegre), Km 47 Rive, Alegre, Espírito Santo, Brasil.

A utilização dos animais para fins de pesquisa científica, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, registrada sob o nº 23149.001025/2022-65.

Foram utilizados juvenis de carpa colorida, obtidas no próprio setor de aquicultura do IFES. Os animais foram retirados do viveiro e alojados em três tanques, com volume útil de 1000 L, durante 10 dias, onde foram alimentados com ração comercial extrusada, contendo 36% de proteína bruta. Os tanques possuíam aeração constantes.

As unidades experimentais foram compostas por doze juvenis de carpas comuns em 20 caixas com volume útil de 40L em sistema de recirculação de água equipado por filtragem

biológica.

Foram utilizados 240 juvenis com peso médio de  $1,2 \pm 0,83$  g, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em 20 unidades experimentais, cinco tratamentos e quatro repetições, contendo 12 animais por unidade, onde os animais foram alojados em aquários de 40 litros de volume útil, em sistema de recirculação de água, equipados com filtros biológicos. Os tratamentos consistiram em cinco níveis (0, 25, 50, 75 e 100%) de substituição da farinha de peixe por glúten de trigo. As rações experimentais foram fornecidas à vontade três vezes ao dia (8h, 12h, 16h) durante todo o período experimental de 60 dias. O fornecimento se dava até a satisfação aparente. Anteriormente ao experimento os animais foram alojados nas caixas da unidade experimental, onde durante sete dias, os animais foram mantidos para adaptação dos animais às caixas e às rações experimentais. Na fase de adaptação, os peixes foram alimentados à vontade, duas vezes ao dia, às (9h e às 16h), com ração com 36% de proteína bruta e 3,300 Kcal de Energia Digestível/Kg, sendo gradualmente adaptados às dietas experimentais. Ao fim da adaptação, os animais foram submetidos a biometria inicial para aferição individual do peso (g) de cada indivíduo.

A cada intervalo de 20 dias era realizado a biometria, para determinação do peso dos animais, onde utilizou-se balança de precisão de 0,1 mg. Na ocorrência de óbito de algum espécime, a morte era registrada, o animal era medido e pesado e o volume da parcela era reduzido proporcionalmente ao total de óbitos e mantido até o final do experimento. Nestas biometrias os animais foram deixados em jejum prévio de 24 horas e secos com papel absorvente antes da pesagem. A partir dos valores de peso dos animais, número de indivíduos e de consumo de ração foi obtido os dados de ganho de peso (GP), taxa de crescimento específico (TCE), taxa de eficiência proteica (TEP), taxa de eficiência energética (TEE) e sobrevivência (SOB), utilizando as seguintes fórmulas:

$$GP = \textit{peso final} - \textit{peso inicial}$$

$$TCE = 100 \times [(\ln \textit{peso final} - \ln \textit{peso inicial}) / \textit{tempo}]$$

$$TEP = (GP / CR \times \% PB \textit{ ração}) \times 100$$

$$TEE = (GP / CR \times \% \textit{ energia ração}) \times 100$$

$$SOB = (\textit{número de animais final} / \textit{número de animais inicial}) \times 100$$

A cada dia 20% do volume de água de todas as caixas experimentais eram sifonados para retirada de fezes e sobras de alimento. As caixas foram mantidas em temperatura ambiente, em todo o período experimental. A água utilizada para reposição do sifonamento foi de abastecimento público, onde antes de entrar no sistema era armazenada em caixas de 200 litros para descansar por no mínimo 24 horas. Durante todo o experimento a temperatura (°C), pH, oxigênio dissolvido (mg. L<sup>-1</sup>), condutividade (µs) e amônia total (ppm) foi mensurado semanalmente, respectivamente com termômetro de mercúrio de máxima e mínima, pH-metro, medidor de oxigênio dissolvido, condutivímetro e kit colorimétrico.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho, farelo de soja, farinha de peixe, farelo de trigo e glúten de trigo, onde foram elaboradas utilizando o software SuperCrac 6.1 premium (Tab. 1). Os ingredientes foram moídos em um moinho de martelos utilizando peneira 0,5mm e armazenadas em freezer até o momento da mistura. As rações foram misturadas e em sequência foram utilizadas as proporções para a obtenção dos níveis intermediários do glúten de trigo. Todos os ingredientes foram pesados com balança analítica com precisão de 0,1g e duas casas decimais. Após a pesagem os ingredientes foram misturados em recipiente plástico por 10 minutos e posteriormente adicionando 10% do peso total de água a 60°C.

Tabela 1- Composição centesimal das dietas experimentais, na matéria natural de farinha de glúten de trigo.

<b>DIETAS</b>			
<b>Composição</b>	<b>GL 100%</b>	<b>GL 0%</b>	<b>Unidade<sub>39</sub></b>
Fubá de Milho	42,00	23,86	Kg
Farelo de Soja	37,00	53,14	Kg
Glúten de Trigo	17,00	0,00	Kg
Óleo de Soja	4,00	3,00	Kg
Farelo de Trigo	0,00	0,00	Kg
Farinha de Peixe	0,00	20,00	Kg
Premix	0,4	0,4	Kg
Total	100,00	100,00	Kg

Níveis de garantia por quilograma de produto.

No término da mistura foram diluídas as concentrações dos ingredientes para a formulação de rações contendo (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) de inclusão do glúten de trigo (Tab. 1). Em seguida a ração foi passada em máquina industrial de moer carne para peletização. Os pellets com diâmetro à 2mm, foram secos em temperatura ambiente. Após este procedimento, os pellets foram reduzidos de 2 a 3 mm para facilitar a alimentação dos animais. Em seguida as rações foram armazenadas em sacos plásticos e refrigeradas.

No entanto, em substituição a farinha de peixe. Para análise estatística, os dados foram submetidos à análise de normalidade (teste de Shapiro-Wilks) e homocedasticidade (teste de Bartlett) usando o software R (R Core Team, 2021). As variáveis que atendiam a esses pressupostos da ANOVA foram submetidas a ela. O nível de significância foi  $p < 0,05$ . Quando apresentada diferença estatística os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos e químicos da água do sistema de recirculação ficaram dentro do recomendado para a espécie (Oxigênio dissolvido:  $5,2 \pm 1$ ,  $\text{mg.L}^{-1}$ ; pH:  $6,3 \pm 0,33$ ; Temperatura:  $28,7 \pm 0,78$  °C; Amônia total  $2,59 \pm 2,07$   $\text{mg. L}^{-1}$ ; Condutividade elétrica  $129,2 \pm 19,5$   $\mu\text{Sm}$ ) conforme o recomendado por Oliveira, *et al.*, (2007). Segundo esses autores a carpa comum tolera ampla faixa para a maioria dos parâmetros de qualidade da água, desde que essas variações ocorram gradativamente.

Pode-se observar que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) (Tab. 2) entre os tratamentos para nenhuma das variáveis testadas significando que a inclusão de zero, 25, 50, 75 e 100% de farinha de glúten de trigo na dieta não afeta o desempenho de carpas comuns.

Tabela 2 – Dados de desempenho de carpas comuns em relação aos níveis de substituição da farinha de peixe com farinha de glúten de trigo.

<b>DESEMPENHO DE CARPAS COMUNS</b>						
<b>Tratamento</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>CV (%)</b>
CR <sup>1</sup>	2,46	2,2375	2,375	2,3375	2,7075	11,4
GP <sup>1</sup>	0,735	0,8975	0,5875	0,6825	0,415	40,99
TCE <sup>1</sup>	1,29	1,6775	1,055	1,5625	0,96	33,41

TEP <sup>1</sup>	0,905	1,2	0,7425	0,8625	0,47	39,14
TEE <sup>1</sup>	8,3125	11,0075	6,815	7,9275	4,285	39,07
SOB <sup>1</sup>	79,1675	56,25	81,25	60,415	64,5825	24,79

CR=Consumo de ração; GP=Ganho de Peso; TCE=Taxa de Crescimento Específico; TEP=Taxa de Eficiência Proteica; TEE=Taxa de Eficiência Energética e SOB=Sobrevivência.<sup>40</sup>

<sup>1</sup> Médias não diferem entre si ao nível de significância de 5%.

Silva (2016) usando a farinha de glúten de trigo como aglutinante natural em dietas de juvenis do camarão *L. vannamei* observou que o crescimento corporal não foi afetado pelo tratamento dietético. Esse mesmo autor, verificou que a utilização de 1,5% de farinha de glúten de trigo leva a uma alta estabilidade física da dieta, além do melhor desempenho zootécnico e econômico. No mesmo sentido, Al-Thobaiti et al. (2018) concluíram que a farinha de peixe pode ser substituída até 20% com outras fontes de proteína vegetal sem qualquer impacto negativo no desempenho dos peixes e terá uma adição de valor.

Assim como Nunes (2009) que observou que a substituição de até 40% não afeta significativamente o desempenho zootécnico de douradas. Num ensaio feito com truta arco-íris foi revelado que para estes animais, o nível de substituição de farinha de peixe por glúten de trigo pode ir claramente até aos 50% (dietas suplementadas com lisina e metionina) (Davies et al., 1997).

Com esses resultados benéficos a respeito da substituição da farinha de peixe pela farinha de glúten de trigo mais estudos podem ser realizados a respeito do impacto sob o desempenho das carpas comuns. Em um estudo de digestibilidade aparente de ingredientes alternativos para *Bydianus bydianus* foi encontrado que o glúten de trigo possui um teor de proteína bruta de 76,9 % e uma digestibilidade aparente de 90 % da matéria seca (Allan et al., 2000). Já em salmão foi verificado uma significativa melhoria da digestibilidade da gordura e energia com a substituição da farinha de peixes por glúten de trigo, além de que aumentou a digestibilidade aparente da proteína bruta e o coeficiente de digestibilidade aparente de aminoácidos, exceto lisina, devido à sua deficiência neste ingrediente (Storebakken et al., 2000).

Quando se avalia o sentido ambiental na produção de peixes Skomberg et al. (1998), observaram que o glúten de trigo e o glúten de milho, na alimentação de peixes como fontes proteicas são indicadas devido seu baixo teor de fósforo, resultando na menor excreção de fósforo no meio ambiente e diminuindo a poluição aquática. Uma quantidade significativa do fósforo excretado é originada da farinha de peixe que podem variar de 1,7 a 4,2 g/100 g de farinha (National Research Council, 1993). O uso eficiente de proteína está associado a menor excreção de nutrientes no meio ambiente e redução de custos com alimentação.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir que é possível substituir a farinha de peixe por farinha de glúten de trigo na raça de carpa comum sem que haja efeito no desempenho dos animais.

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, G. L.; PARKINSON, S.; BOOTH, M. A.; STONE, D. A. J.; ROWLAND, S. J.; FRANCES, J.; WARNER-SMITH, R. Replacement of fishmeal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. *Aquaculture*, v. 186, p. 293-310, 2000.
- AL-THOBAITI, A.; AL-GHANIM, K.; AHMED, Z.; SULIMAN, E. M.; MAHBOOB, S. Impacto da substituição de farinha de peixe por uma mistura de diferentes fontes de proteínas vegetais sobre o desempenho de crescimento nas dietas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis*

*niloticus* L.). Brazilian Journal of Biology, v. 78, p. 525-534, 2017.

APPER-BOSSARD, E.; FENEUIL, A.; WAGNER, A.; RESPONDEK, F. Use of vital wheat gluten in aquaculture feeds. Aquatic Biosystems, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2013.

BARDACH, J. E.; RYTHER, J. H.; McLARNEY, W. O. Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organisms, 1972. 41

CYRINO, J. E. P. Manejo alimentar eficaz viabiliza aquacultura lucrativa e sustentável. Visão Agrícola, n. 11, p.73-76, 2012.

SCORVO-FILHO, J.D.; SCORVO, C.M.D.F.; ALVES, J.M.C. E SOUZA, F.R.A. A tilapicultura e seus insumos, relações econômicas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 112-118, 2010.

DAVIES, S. J.; MORRIS, P. C.; BAKER, R. T. M. Partial substitution of fish meal and full-fat soya bean meal with wheat gluten and influence of lysine supplementation in diets for rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). Aquaculture Research, v. 28, n. 5, p. 317-328, 1997.

DE CASTRO OLIVEIRA, R. P.; SILVA, P. C.; PADUA, D. M. C.; AGUIAR, M.; MAEDA, H.; MACHADO, N. P.; DA SILVA, R. H. Efeitos da densidade de estocagem sobre a qualidade da água na criação do tambaqui (*Colossoma macropomum*, *cuvier*, 1818) durante a segunda alevinagem, em tanques fertilizados, Ciência Animal Bras., v. 8, n. 4, p. 705-711, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16967394/racao-ainda-e-o-principal-custo-de-producao-da-aquicultura>.

LOGATO, P. V. R. Influência de rações formuladas com milho processado e amido de milho sobre desempenho e composição corporal da tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1757), Marcelo Gomes de Araújo; [orient] Priscila Vieira Rosa Logato, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1993. National Research Council, Nutrient Requirements of Fish. National Academy Press, Washington DC, 114 pp. 1993.

NUNES, M. S. Utilização de glúten de trigo na alimentação de dourada, *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) (Master's thesis, Universidade de Évora), 2009.

PEIXE BR – Associação Brasileira de Piscicultura. Anuário Brasileiro da Piscicultura. São Paulo, 2019.

PEIXE BR. 2022. Anuário Brasileiro da Piscicultura PEIXE BR Associação Brasileira da Piscicultura. 79p. 2022.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. D.; LOPES, D. C.; EUCLIDES, R. F. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais, v. 2, p. 186, 2011.

SILVA, R. N. G. D. Avaliação da farinha de glúten de trigo como aglutinante natural em dietas para alimentação de juvenis do camarão branco *litopenaeus vannamei* cultivados em água verde, 2016.

SKONBERG, D. I.; HARDY, R. W.; BARROWS, F. T.; DONG, F. M. Color and flavor analyses on fillets from farm-raised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-phosphorus feeds containing. Aquaculture, v. 166, p. 269-277, 1998.

STOREBAKKEN, T.; SHEARER, K. D.; BAEVERFJORD, G.; NIELSEN, B. G.; ÅSGÅRD, T.; SCOTT, T.; DE LAPORTE, A. Digestibility of macronutrients, energy and amino acids, absorption of elements and absence of intestinal enteritis in Atlantic salmon, *Salmo salar*, fed diets with wheat gluten. Aquaculture v. 184, p. 115-132, 2000.

# ANEXO I – NORMAS PARA SUBMISSÃO



## Aquaculture Nutrition

Journal overview	For authors	For reviewers	For editors	Table of Contents	Special Issues
------------------	-------------	---------------	-------------	-------------------	----------------

Aquaculture Nutrition | For authors

On this page
For authors

### For authors

#### Publish with Hindawi

Join our community of authors and benefit from:

- An easy-to-use manuscript submission system, without manuscript formatting requirements.
- Free of charge, full language editing report at point of submission, to help you assess and improve your manuscript prior to peer review.
- Dedicated editors who are active in their specific communities.
- High editorial standards, ensuring all published manuscripts undergo an in-depth peer review process.
- Quick, efficient publication with full transparency on all publishing metrics and turnaround times.
- Greater impact, reach, and visibility of your research through open access.
- Retention of all ownership and copyright of your published research.
- Discount on a wide range of author services from leading providers, to help make your manuscript the best it can be.

#### Language editing and author services

We have partnered with a number of leading author services providers to offer our authors an exclusive 50% discount on a wide range of manuscript preparation and post-publication services. This discount applies to various language editing, translation, and research communication services. Learn more about author services.

You can make use of a free artificial intelligence (AI)-based language editing tool, Writefull, at the point of submission. Writefull will scan your manuscript and make suggestions to help improve the quality of your writing. The tool applies machine learning, trained on millions of published scientific articles, and suggests improvements to grammar, spelling, and academic language.

#### Submission

Manuscripts should be submitted by one of the authors of the manuscript through Phenom, the manuscript submission system for our journals. Only electronic PDF (.pdf) or Word (.doc, .docx, .odt, .rtf, .xps) files can be submitted through the manuscript submission system, and there is no page limit. Special characters should not be included in the file name of the main manuscript file. Submissions by anyone other than one of the authors will not be accepted. The submitting author takes responsibility for the manuscript during submission.

#### Publishing Collaboration



Journal metrics	
Acceptance rate	34%
Submission to final decision	53 days
Acceptance to publication	21 days
CiteScore	5.200
Journal Citation Indicator	1.150
Impact Factor	3.781

See full report

APC \$2155

Submit

Author guidelines

Editorial board

Databases and indexing

Sign up for content alerts

Sign up

Journal overview	For authors	For reviewers	For editors	Table of Contents	Special Issues
------------------	-------------	---------------	-------------	-------------------	----------------

On this page
For authors

#### Terms of submission

Manuscripts must be submitted on the understanding that they have not been published elsewhere and are only being considered by this journal. The submitting author is responsible for ensuring that the article's publication has been approved by all the other coauthors. It is also the submitting author's responsibility to ensure that the article has all necessary institutional approvals. Only an acknowledgment from the editorial office officially establishes the date of receipt. Further correspondence and proofs will be sent to the author(s) before publication, unless otherwise indicated. It is a condition of submission that the authors permit editing of the manuscript for readability. All inquiries concerning the publication of accepted manuscripts should be addressed to [help@hindawi.com](mailto:help@hindawi.com). All submissions are bound by Hindawi's terms of service.

#### Peer review

All submitted articles are subject to assessment and peer review to ensure editorial appropriateness and technical correctness. In order for an article to be accepted for publication, the assigned editor will first consider if the manuscript meets the minimum editorial standards and fits within the scope of the journal. If an article is considered suitable for the journal, the editor will ideally solicit at least two external peer reviewers (who will remain anonymous to the authors unless they choose to disclose their identity by signing the review report) to assess the article before confirming a decision to accept. Decisions to reject are at the discretion of the editor.

Our research integrity team will occasionally seek advice outside standard peer review, for example, on submissions with serious ethical, security, biosecurity, or societal implications. We may consult experts and the editor before deciding on appropriate actions, including but not limited to: recruiting reviewers with specific expertise, assessment by additional editors, and declining to further consider a submission.

#### Concurrent submissions

In order to ensure sufficient diversity within the authorship of the journal, authors will be limited to having three manuscripts under review at any point in time. If an author already has three manuscripts under review in the journal, they will need to wait until the review process of at least one of these manuscripts is complete before submitting another manuscript for consideration. This policy does not apply to editorials or other non-peer-reviewed manuscript types.

#### Article processing charges

The journal is open access. Article processing charges (APCs) allow the publisher to make articles immediately available online to anyone to read and reuse upon publication.

#### Preprints

Hindawi supports the deposition of manuscripts in preprint servers, and does not consider this to compromise the novelty of the results. Articles based on content previously made public only on a preprint server, institutional

On this page  
For authors

repository, or in a thesis will be considered. The preprint should be cited.

#### Preregistration of studies

Authors are encouraged to indicate whether the conducted research was preregistered in an independent, institutional registry (e.g., <http://clinicaltrials.gov/>, <https://www.socialscisearch.org/>, <http://osf.io/>, <https://legis.org/registry/>, <http://rdic.3ieimpact.org/>). Preregistration of studies involves registering the study design, variables, and treatment conditions prior to conducting the research.

#### Preregistration of analysis plans

Authors are encouraged to indicate whether or not the conducted research was preregistered with an analysis plan in an independent, institutional registry (e.g., <http://clinicaltrials.gov/>, <https://www.socialscisearch.org/>, <http://osf.io/>, <https://legis.org/registry/>, <http://rdic.3ieimpact.org/>). Preregistration of studies involves registering the study design, variables, and treatment conditions. Including an analysis plan involves specification of sequence of analyses or the statistical model that will be reported.

#### ORCID

Prior to publication, an ORCID ID must be provided for the corresponding author(s). If you already have an ORCID ID, you will be asked to provide it. If you haven't registered with ORCID yet, we'll help you create an ID at the point of submission. The ORCID is not required for submission, or for peer review, but we will not be able to publish your article online until an ORCID ID is provided.

#### Article types

The journal will consider the following article types:

##### Research articles

Research articles should present the results of an original research study. These manuscripts should describe how the research project was conducted and provide a thorough analysis of the results of the project. Systematic reviews may be submitted as research articles.

##### Reviews

A review article provides an overview of the published literature in a particular subject area.

##### Formatting

An optional research article manuscript template can be downloaded [here](#). We recommend that all manuscripts include line numbers and follow the structure below:

##### Title and authorship information

The following information should be included:

On this page  
For authors

- Manuscript title
- Full author names
- Full institutional mailing addresses
- Email addresses

**Affiliations.** Hindawi Limited remains neutral with regard to jurisdictional claims in institutional affiliations. Responsibility for affiliations ultimately rests with the author, although Hindawi may request changes be made to countries listed in affiliations to ensure consistency across published output (for indexing and discovery reasons).

#### Abstract

The manuscript should contain an abstract. The abstract should be self-contained, citation-free, and should not exceed 300 words.

#### Introduction

This section should be succinct, with no subheadings.

#### Materials and methods

The methods section should provide enough detail for others to be able to replicate the study. If you have more than one method, use subsections with relevant headings, e.g. different models, in vitro and in vivo studies, statistics, materials and reagents, etc.

Hindawi journals have no space restriction on methods. Detailed descriptions of the methods (including protocols or project descriptions) and algorithms may also be uploaded as supplementary information or a previous publication that gives more details may be cited. If the method from a previous article is used then this article must be cited and discussed. If wording is reused from a published article then this must be noted, e.g. This study uses the method of Smith et al. and the methods description partly reproduces their wording [1].

If a method or tool is introduced in the study, including software, questionnaires, and scales, the license this is available under and any requirement for permission for use should be stated. If an existing method or tool is used in the research, the authors are responsible for checking the license and obtaining any necessary permission. If permission was required, a statement confirming permission was granted should be included in the materials and methods section.

**Publishing protocols.** We encourage authors describing any methodology, in particular laboratory-based experiments in the life sciences but also computational and bioinformatics protocols, to upload details of their methods to [protocols.io](http://protocols.io). This is an open access website that allows researchers to record their methods in a structured way, obtain a DOI to allow easy citation of the protocol, collaborate with selected colleagues, share their protocol privately for journal peer review, and choose to make it publicly available. Once published, the protocol can be updated and cited in other articles.

You can make your protocol public before publication of your article if you

Journal overview	For authors	For reviewers	For editors	Table of Contents	Special Issues
------------------	-------------	---------------	-------------	-------------------	----------------

**Results and discussion**

This section may be divided into subsections or may be combined.

**Main text (review only)**

This section may be divided into subsections or may be combined.

**Conclusions**

This should clearly explain the main conclusions of the article, highlighting its importance and relevance.

**Data availability**

This statement should describe how readers can access the data supporting the conclusions of the study and clearly outline the reasons why unavailable data cannot be released.

**Conflicts of interest**

Authors must declare all relevant interests that could be perceived as conflicting. Authors should explain why each interest may represent a conflict. If no conflicts exist, the authors should state this. Submitting authors are responsible for coauthors declaring their interests.

Conflicts of interest (COIs, also known as "competing interests") occur when issues outside research could be reasonably perceived to affect the neutrality or objectivity of the work or its assessment. For more information, see our publication ethics policy. Authors must declare all potential interests – whether or not they actually had an influence – in the conflicts of interest section, which should explain why the interest may be a conflict. If there are none, the authors should state: "The author(s) declare(s) that there is no conflict of interest regarding the publication of this article". Submitting authors are responsible for coauthors declaring their interests. Declared conflicts of interest will be considered by the editor and reviewers, and included in the published article.

Authors must declare current or recent funding (including for article processing charges) and other payments, goods or services that might influence the work. All funding, whether a conflict or not, must be declared in the funding statement. The involvement of anyone other than the authors who: i) has an interest in the outcome of the work; ii) is affiliated to an organization with such an interest; or iii) was employed or paid by a funder, in the commissioning, conception, planning, design, conduct, or analysis of the work, the preparation or editing of the manuscript, or the decision to publish must be declared.

You may be asked to make certain changes to your manuscript as a result of your declaration. These requests are not an accusation of impropriety. The editor or reviewer is helping you to protect your work against potential criticisms.

If you are in any doubt about declaring a potential conflict, remember that if it is revealed later – especially after publication – it could cause more problems than simply declaring it at the time of submission. Undeclared conflicts of interest could lead to a corrigendum or, in the most serious cases, a retraction.

Journal overview	For authors	For reviewers	For editors	Table of Contents	Special Issues
------------------	-------------	---------------	-------------	-------------------	----------------

**Funding statement**

Authors must state how the research and publication of their article was funded, by naming financially supporting body(s) (written out in full) followed by associated grant number(s) in square brackets (if applicable), for example: "This work was supported by the Engineering and Physical Sciences Research Council [grant numbers xxxx, yyyy]; the National Science Foundation [grant number zzzz]; and a Leverhulme Trust Research Project Grant".

If the research did not receive specific funding, but was performed as part of the employment of the authors, please name this employer. If the funder was involved in the manuscript writing, editing, approval, or decision to publish, please declare this.

**Acknowledgments**

All acknowledgments (if any) should be included at the very end of the manuscript before the references. Anyone who made a contribution to the research or manuscript, but who is not a listed author, should be acknowledged (with their permission).

**References**

Authors may submit their references in any style. If accepted, these will be reformatted in Chicago style by Hindawi. Authors are responsible for ensuring that the information in each reference is complete and accurate. All references should be numbered consecutively in the order of their first citation. Citations of references in the text should be identified using numbers in square brackets e.g., "as discussed by Smith [9]"; "as discussed elsewhere [9, 10]". All references should be cited within the text and uncited references will be removed.

**Citation standards.** All data, program code, and other methods should be appropriately cited. Such materials should be recognized as original intellectual contributions and afforded recognition through citation.

**Date formatting**

Hindawi recommends writing dates out fully to avoid confusion with different all-numeral date styles. For example, 11/10/2018 could be 10 November 2018 or 11 October 2018 depending on the reader, therefore, the date should be written out in full. For example, the date September 1, 2018 should be used rather than 01/09/2018 or 09/01/2018.

**Units of measurement**

Units of measurement should be presented simply and concisely using the International System of Units (SI).

**Preparation of figures**

Upon submission of an article, authors should include all figures and tables in the PDF file of the manuscript. Figures and tables should not be submitted in separate files. If the article is accepted, authors will be asked to provide the source files of the figures. Each figure should be supplied in a separate

Journal overview	For authors	For reviewers	For editors	Table of Contents	Special Issues
------------------	-------------	---------------	-------------	-------------------	----------------

**On this page**

For authors

Authors must state how the research and publication of their article was funded, by naming financially supporting body(s) (written out in full) followed by associated grant number(s) in square brackets (if applicable), for example: "This work was supported by the Engineering and Physical Sciences Research Council [grant numbers xxxx, yyyy], the National Science Foundation [grant number zzzz] and a Leverhulme Trust Research Project Grant".

If the research did not receive specific funding, but was performed as part of the employment of the authors, please name this employer. If the funder was involved in the manuscript writing, editing, approval, or decision to publish, please declare this.

**Acknowledgments**

All acknowledgments (if any) should be included at the very end of the manuscript before the references. Anyone who made a contribution to the research or manuscript, but who is not a listed author, should be acknowledged (with their permission).

**References**

Authors may submit their references in any style. If accepted, these will be reformatted in Chicago style by Hindawi. Authors are responsible for ensuring that the information in each reference is complete and accurate. All references should be numbered consecutively in the order of their first citation. Citations of references in the text should be identified using numbers in square brackets e.g., "as discussed by Smith [9]"; "as discussed elsewhere [9, 10]". All references should be cited within the text and uncited references will be removed.

**Citation standards.** All data, program code, and other methods should be appropriately cited. Such materials should be recognized as original intellectual contributions and afforded recognition through citation.

**Date formatting**

Hindawi recommends writing dates out fully to avoid confusion with different all-numeric date styles. For example, 11/10/2018 could be 10 November 2018 or 11 October 2018 depending on the reader; therefore, the date should be written out in full. For example, the date September 1, 2018 should be used rather than 01/09/2018 or 09/01/2018.

**Units of measurement**

Units of measurement should be presented simply and concisely using the International System of Units (SI).

**Preparation of figures**

Upon submission of an article, authors should include all figures and tables in the PDF file of the manuscript. Figures and tables should not be submitted in separate files. If the article is accepted, authors will be asked to provide the source files of the figures. Each figure should be supplied in a separate

Journal overview	For authors	For reviewers	For editors	Table of Contents	Special Issues
------------------	-------------	---------------	-------------	-------------------	----------------

**On this page**

For authors

Authors are strongly encouraged to use appropriate reporting guidelines when preparing and submitting manuscripts, to maximize transparency and reproducibility. Our editors and reviewers are also encouraged to use them in the review process. Completed checklists should be provided in the supplementary files on submission. We particularly encourage the use of:

- CONSORT for randomized controlled trials
- TREND for non-randomized trials
- PRISMA for systematic review and meta-analyses
- CARE for case reports
- STROBE for observational studies
- STREGA for genetic association studies
- SRQR for qualitative studies
- STAR for diagnostic accuracy studies
- ARRIVE for animal experiments

**International Commission on Zoological Nomenclature**

When publishing manuscripts which describe a new zoological taxon name, Hindawi aims to comply with the requirements of the International Commission on Zoological Nomenclature (ICZN). For all manuscripts that include the naming of a new zoological taxon, authors are requested to contact ZooBank, the online registration system for the International Commission on Zoological Nomenclature, to obtain a Life Science Identifier (LSID). Authors are requested to insert the following text in the materials and methods section, in a subsection to be called 'Nomenclatural acts':

The new names contained in this article are available under the International Code of Zoological Nomenclature. This work and the nomenclatural acts it contains have been registered in ZooBank. ZooBank Life Science Identifier (LSID) for this publication is: urn:lsid:zoobank.org:pub:XXXXXX. The LSID registration and any associated information can be viewed in a web browser by adding the LSID to the prefix "http://zoobank.org/".

**Ethical guidelines**

In any studies on human or animal subjects, the following ethical guidelines must be observed. For any experiments on humans, all work must be conducted in accordance with the Declaration of Helsinki (1964). Manuscripts describing experimental work that carries a risk of harm to human subjects must include a statement that the experiment was conducted with the human subjects' understanding and consent, as well as a statement that the responsible ethics committee has approved the experiments. In the case of any animal experiments, the authors must provide a full description of any anesthetic or surgical procedure used, as well as evidence that all possible steps were taken to avoid animal suffering at each stage of the experiment.

**Appeals**

Authors may appeal if they feel that the decision to reject was based on: i) a major misunderstanding over a technical aspect of the manuscript; or ii) a failure to understand the scientific advance shown by the manuscript. Appeals