CINDY NAMIE SEINO LEAL

EFEITO DA β- GLUCANA E MANANOLIGOSSACARÍDEO (βG + MOS) EM JUVENIS DE DUAS LINHAGENS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

Londrina
2023

CINDY NAMIE SEINO LEAL

EFEITO DA β- GLUCANA E MANANOLIGOSSACARÍDEO (βG + MOS) EM JUVENIS DE DUAS LINHAGENS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Mauricio Lopera Barrero

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

L435e Leal, Cindy Namie Seino.
EFEITO DA B- GLUCANA E MANANOLIGOSSACARÍDEO (BG + MOS) EM JUVENIS DE DUAS LINHAGENS DE TILÁPIA-DO-NILO (Oreochromis niloticus) : . / Cindy Namie Seino Leal. - Londrina, 2023.
65 f. : il.

Orientador: Nelson Mauricio Lopera Barrero.
Coorientador: Carlos Antonio Lopes de Oliveira.
Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2023.
Inclui bibliografia.

1. Tilápia - Tese. 2. B-glucano - Tese. 3. Mananoligossacarídeo - Tese. 4. Melhoramento Genético - Tese. I. Barrero, Nelson Mauricio Lopera. II. Oliveira, Carlos Antonio Lopes de . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.
CDU 636

CINDY NAMIE SEINO LEAL

EFEITO DA β- GLUCANA E MANANOLIGOSSACARÍDEO (βG + MOS) EM JUVENIS DE DUAS LINHAGENS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador: Prof. Dr. Nelson Mauricio Lopera Barrero
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Dra. Amalia Pérez Jiménez
Universidad de Granada (UGR) - Espanha

Prof. Dr. Ulisses de Pádua Pereira
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de fevereiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Antes de qualquer coisa gostaria de dedicar todo meu esforço, tempo, trabalho e palavras escritas nesse documento aos meus avós, Tomoji e Itue Seino. Sabem que meu maior desejo é que estivessem comigo para me acompanhar em mais essa etapa na minha vida. Espero fazê-los orgulhosos.

Sou grata aos meus pais por todo o esforço investido na minha educação e por todo o apoio que sempre me deram durante toda a minha vida. Em especial agradeço a força e tenacidade de minha mãe, responsáveis pela pessoa que eu me tornei hoje.

A todos aqueles que eu chamo de amigos, que nunca deixaram o meu lado e que me apoiaram em todas as decisões de minha vida, ou que colocaram bom senso em minha cabeça quando necessário. Obrigada por nunca deixarem eu me abater e me incentivaram a sempre continuar. Foram tempos difíceis, mas obrigada por permanecerem.

Deixo um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Nelson Mauricio Lopera Barrero, pelo incentivo e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa, sem o qual não teria conseguido concluir esta difícil tarefa.

Também quero agradecer à Universidade Estadual de Londrina e a todo o corpo docente do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido que me permitiu alcançar meus objetivos.

“Fear is not evil. It tells you what weakness is. And once you know your weakness, you can become stronger as well as kinder.” —
Gildarts Clive (Fairy Tail)

LEAL, Cindy Namie Seino. **Efeito da β- Glucana e mananoligossacarídeo (βG + MOS) em juvenis de duas linhagens de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2023. (69 f). Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Devido à rápida expansão e aumento da demanda do cultivo de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) a intensificação da produção e a utilização de prebióticos como alternativa para o uso de antibióticos torna-se cada vez mais necessária. Outro ponto a ser considerado para a otimização da produção aquícola são programas de melhoramento genético, pois visam à identificação de animais com crescimento acelerado e com valor genético superior para características de importância econômica. O objetivo do trabalho, portanto, foi avaliar a influência da adição de β-Glucana+ mananoligossacarídeos (βG + MOS) sobre os parâmetros zootécnicos, hematológicos e bioquímicos de juvenis de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Os animais utilizados foram exemplares do programa de melhoramento genético da Tilamax e animais provenientes de uma variedade teste (linhagem de origem sigilosa e comercial, que está sendo estudada no momento), que não apresenta ligação genética com a variedade Tilamax. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 × 2, com dois grupos genéticos (Comercial - Indivíduos 100% Tilamax) e um grupo denominado ¾ (Meio sangue linhagem teste x Tilamax) e não inclusão/inclusão de β-Glucana + mananoligossacarídeo (Controle e 0,2%) com quatro repetições e seis peixes por aquário (16), totalizando 96 peixes. O período experimental foi de 41 dias. Nenhuma diferença ($P > 0.05$) foi encontrada entre as linhagens assim como não houve efeito da suplementação ($p > 0,05$) nos parâmetros zootécnicos e hematológicos, com exceção da hemoglobina, onde houve diferença ($P < 0.05$) em relação a linhagem, sendo que o grupo ¾ (8.08 g dL^{-1}) foi superior ao comercial (7.52 g dL^{-1}). Para a contagem diferencial de leucócitos, a contagem de linfócitos, neutrófilos, monócitos e trombócitos não apresentaram diferença entre os níveis e linhagem ($P> 0.05$). Os parâmetros bioquímicos de proteína total, albumina, lactato, colesterol, fosfatase alcalina e glicose plasmática não apresentaram diferenças ($p>0,05$) para o aditivo e para as genéticas, enquanto os triglicerídeos apresentaram diferença ($P<0,05$), entre as duas genéticas testadas, onde o grupo comercial (344,75 mg dL^{-1}) foi superior ao grupo ¾ (254,88mg dL^{-1}). Com isso conclui-se que na inclusão testada o aditivo não influencia o desempenho e não altera o perfil hematológico e bioquímico dos peixes. A linhagem teste (3/4), entretanto, apresenta maior concentração de hemoglobina e menores concentrações de triglicerídeos que a linhagem Comercial, o que sugere a singularidade e as características diferenciais entre elas, podendo auxiliar nas futuras decisões de seleção do programa de melhoramento.

Palavras-chave: Aditivo nutricional, imunoestimulante, melhoramento genético, prebiótico

LEAL, Cindy Namie Seino. **Effect of β- glucan and mannanoligosaccharide (βG + MOS) on juveniles of two strains of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)**. 2022. (69 pages). Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

Due to the rapid expansion and increased demand for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultivation, the intensification of production and the use of prebiotics as an alternative to the use of antibiotics is becoming increasingly necessary. Another point to be considered for the optimization of aquaculture production are genetic improvement programs, as they aim to identify animals with accelerated growth and with superior genetic value for traits of economic importance. The objective of this work, therefore, was to evaluate the influence of the addition of β-Glucan+ mannanoligosaccharides (βG + MOS) on the zootechnical, hematological and biochemical parameters of juveniles of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) genetic strains. The animals used were specimens from the Tilamax genetic improvement program and animals from a test variety (lineage of secret and commercial origin, which is currently being studied), which does not present a genetic link with the Tilamax variety. A completely randomized design was used in a 2 × 2 factorial arrangement, with two genetic groups (Commercial - Individuals 100% Tilamax) and a group called ¾ (Half blood test strain x Tilamax) and no inclusion/inclusion of β-Glucan + mannan oligosaccharide (Control and 0.2%) with four replications and six fish per aquarium (16), totaling 96 fish. The experimental period was 41 days. No difference ($P > 0.05$) was found between strains, nor was there any effect of supplementation ($p > 0.05$) on zootechnical and hematological parameters, with the exception of hemoglobin, where there was a difference ($P < 0.05$) in relation to strain, the ¾ group (8.08 g dL^{-1}) was superior to the commercial one (7.52 g dL^{-1}). For the differential leukocyte count, lymphocyte, neutrophil, monocyte and thrombocyte counts showed no difference between levels and lineage ($P> 0.05$). The biochemical parameters of total protein, albumin, lactate, cholesterol, alkaline phosphatase and plasma glucose did not show differences ($p>0.05$) for the additive and genetics, while triglycerides showed difference ($P<0.05$) between the two genetics tested, where the commercial group (344.75 mg dL^{-1}) was superior to the ¾ group (254.88 mg dL^{-1}). With that it is concluded that in the inclusion tested the additive does not influence the performance and does not alter the hematological and biochemical profile of the fish. The test lineage (3/4), however, has a higher concentration of hemoglobin and lower concentrations of triglycerides than the Commercial lineage, which suggests the uniqueness and differential characteristics between them, and may help in future selection decisions for the breeding program.

Key-words: Genetic improvement, immunostimulant, nutritional additive, prebiotic

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Espécimes juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) 14

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos da βG + MOS e da variedade genética sobre parâmetros zootécnicos e índice hepatossomático (média ± desvio padrão) em juvenis de tilápia-do-Nilo. 48

Tabela 2 – Perfil hematológico (média ± desvio padrão) de duas variedades genéticas de tilápia-do-Nilo alimentadas com e sem βG + MOS 50

Tabela 3 – Contagem diferencial de leucócitos (média ± desvio padrão) de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentadas com e sem βG + MOS provenientes de duas variedades genéticas 51

Tabela 4 – Parâmetros bioquímicos sanguíneos e glicose plasmática (média ± desvio padrão) de juvenis de duas variedades de tilápia-do-Nilo alimentadas com e sem βG + MOS 52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

βG	Beta- Glucana
CODAPAR	Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Paraná
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
FAO	*Food and Agriculture Organization of the United Nations.*
GIFT	*Genetic Improvement of Farmed Tilapia*
HB	Hemoglobina
HT	Hematócrito
IHS	Indíce Hepatossomático
MOS	Mananoligossacarídeo
NEPAG	Núcleo de Estudo e Pesquisa em Aquicultura e Genética
ONU	Organização das Nações Unidas
RBC	Hemácias
SEAP	Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 REVISÃO DE LITERATURA 14

2.1 TILÁPIA-DO-NILO (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) 14

2.1.1 Melhoramento genético de tilápia-do-Nilo (*O. Niloticus*) no Brasil 15

2.2 PREBIÓTICOS EM PEIXES 17

2.2.1 β- Glucana (βG) 18

2.2.2 Mananoligossacarídeo (MOS) 19

2.3 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS E BIOQUIMICAS EM PEIXES 20

2.4 ANÁLISES HEPATOSSOMÁTICA 24

3 REFERÊNCIAS 27

4 HIPÓTESE 38

5. OBJETIVOS 39

5.1 OBJETIVO GERAL 39

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 39

6 ARTIGO A – Efeito de β-Glucana e mananoligossacarídeo na dieta sobre os parâmetros zootécnicos, hematológicos e bioquimicos de duas linhagens de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) 40

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 68

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento gradativo da população mundial, chegando ao ano de 2022 a aproximadamente oito bilhões de pessoas (ONU, 2022), a demanda por produtos proveniente do meio aquícola também tem crescido significativamente (OLIVEIRA; LAVARDA, 2022). Em 2021, a produção mundial obtida a partir da aquicultura atingiu um recorde de 122,6 milhões de toneladas e perspectivas da FAO (2022) para pesca e aquicultura até 2030 projeta um aumento na produção, consumo e comércio. O Brasil em 2021 produziu um total de 841.005 toneladas de peixes de cultivo (Tilápia, peixes nativos e outras espécies), representando um crescimento de 4,7% sobre a produção do ano anterior. Em relação ao número total 534.005 toneladas da produção de peixes foi apenas tilápia, com crescimento de 9,8% sobre o ano anterior (PEIXE BR, 2022).

Considerando a intensificação e super-intensificação dos sistemas para a adequação à demanda, houve o aumento progressivo da produção (DELGADO, 2021), onde se torna fundamental fazer o monitoramento constante das necessidades fisiológicas e nutricionais dos animais e também da qualidade da água do ambiente (PANTOJA-LIMA et al., 2021), o que caso não ocorra pode levar um aumento de condições estressantes nos animais (GARCÊZ et al., 2021). Os peixes quando expostos cronicamente a agentes estressores, podem sofrer alterações patológicas e ter uma diminuição da capacidade de resistência a doenças (FEITOZA-SILVA, 2019). Em relação a isso a adição de antibióticos na água é utilizada como controle químico de doenças e promotores de crescimento (DANTAS FILHO et al., 2020), porém seu uso indiscriminado pode causar poluição do meio ambiente, acúmulo de resíduos na carcaça e resistência de microrganismos (CHAGAS et al., 2013).

Visto essa situação, compostos naturais que podem promover defesa inata e resistência a patógenos têm sido testados em estudos como alternativas ao uso de antibióticos (SADO, 2008; CHAGAS et al., 2009; VIADANNA, 2012), entre eles os glucanos. Essas macromoléculas são formadas por blocos de glicose unidos por meio de ligações β (1-3) e β (1-6), normalmente encontrados nas células de leveduras e fungos (CHAGAS et al., 2013). Elas possuem certo destaque na piscicultura por atuar na imunidade inata do animal, aumentando a atividade de fagocitação e contribuindo na defesa contra patógenos (PAULSEN et al., 2001;

GOPALAKANNAN, ARUL, 2010). Outro componente presente na parede celular de levedura e fungos com ação prebiótica, e que cada vez mais está ocupando um espaço de interesse na piscicultura, é o mananoligossacarídeo (MOS) (FARIAS, 2021). Ele promove ligações destes com o envoltório bacteriano de microrganismos patogênicos, impedindo a ligação com o epitélio intestinal e com outras bactérias impossibilitando a formação de colônia (CECHIM et al, 2013). Os estudos sobre MOS em dietas para peixes ainda são recentes e seus efeitos sobre o sistema imune, portanto, devem ser levados em consideração (SOUSA, 2010).

Considerando novamente a progressiva demanda mundial por carne de peixe outra estratégia a ser considerada é o desenvolvimento e aprimoramento de programas de melhoramento genéticos eficientes (TURRA; FERNANDES; DE ALVARENGA, 2013). Eles baseiam-se na diversidade genética intra e interpopulacional, que resultará em novos fenótipos (SANTANA, 2011), com os objetivos de seleção mais comuns sendo o aumento da taxa de crescimento, melhora da conversão alimentar, resistência a doença e taxa de sobrevivência, além do aumento da qualidade e rendimentos de carcaça (RESENDE, 2007). Experiências com algumas espécies de peixe, como carpas (*Cyprinus carpio* e *Labeo rohita*), salmão (*Salmo salar*) e até mesmo a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) mostram que o melhoramente genético pode contribuir com um ganho genético de 8 a 12% (POVH et al., 2022). Ainda, através do melhoramento genético para resistência a doenças auxilia-se na preservação dos recursos naturais, diminuindo ou eliminando os produtos, como antibióticos, podem chegar ao ambiente de forma direta ou de forma indireta, por meio de lixiviação desses compostos (ANDRADE, 2021).

O objetivo do presente trabalho, portanto, foi avaliar a influência de β-Glucana + MOS na ração sobre os parâmetros zootécnicos, hematológicos, bioquímicos e o índice hepatossomático de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). Com os resultados obtidos espera-se comprovar a viabilidade dos aditivos mencionados e também adquirir o entendimento de qual linhagem teve o melhor desempenho com a ração ofertada, contribuindo para uma melhor decisão de seleção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

A tilápia (Figura 1) pertence à família dos Ciclídeos e pode ser classificada em três gêneros (*Tilápia, Sarotherodon e Oreochromis*) com base no seu comportamento reprodutivo (COIMBRA, 2006). Ela se destaca pela sua rusticidade e crescimento rápido (HAYASHI, 1995); possui hábito alimentar onívoro e aceita com facilidade ração ofertada (BOSCOLO et al., 2001). Essa espécie tem a capacidade de se adaptar a situações ambientais extremas (PHILIPPART; RUWETT, 1982; ALVES, 2019), incluindo amplas faixas de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e densidade de estocagem (MACHADO, 2006; SOUZA, 2018).

Atualmente, a produção de tilápia está concentrada no Sul e Sudeste do país, com destaque para a produção do Sul, de 182.000 toneladas em 2021 (PEIXE BR, 2022).

Figura 1. Espécimes juvenis de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

Fonte: Próprio autor.

Segundo dados da FAO (2022), atualmente a Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) é a 3ª espécie mais produzida no cenário mundial, atrás apenas de algumas espécies de carpas. No Brasil, a introdução da espécie ocorreu na década de 1970 nos reservatórios públicos da região Nordeste (SCHULTER et

al., 2017).

Os sistemas de produção utilizados no cultivo de tilápias são bastante diversificados em função da disponibilidade de recursos financeiros e insumos, do acesso e da viabilidade do emprego de tecnologia, da disponibilidade de recursos hídricos e de área, das condições climáticas prevalentes e das particularidades do mercado consumidor (OLIVEIRA, 2015). A produção de peixes pode ser realizada em sistema convencional (tanques escavados) ou em sistema de tanque-rede (TEBALDI; GAI, 2021). Uma das características da piscicultura brasileira é sua estruturação em pequenas propriedades, em que mais de 50% da produção vêm de empreendimentos familiares, com o predomínio da produção em regimes semi-intensivos (BRANDÃO, 2018). A tilápia, contudo, tem sido usada com excelente resposta em sistemas intensivos, como o tanque-rede, tanque escavado, tanques suspensos, Sistema de Recirculação de Água (RAS) ou bioflocos, devido as características fisiológicas e morfológicas já citadas acima (ROSSATO et al., 2021). A alta densidade encontrada nesse sistema justifica o uso de linhagens mais produtivas e resistentes, assim como uso de suplementos que buscam melhorar a imunidade dos peixeis, alternativos aos antibióticos.

2.1.1 MELHORAMENTO GENÉTICO DE TILÁPIA-DO-NILO *(O. niloticus)* NO BRASIL

Quando peixes selvagens são transferidos para o ambiente de cativeiro, um conjunto de pressões seletivas passa a ter influência sobre a frequência dos genes e este processo produz efeitos sobre os indivíduos que podem ser observados nas gerações futuras (RESENDE et al., 2010.), portanto o melhoramento genético é um conjunto de técnicas e métodos que tem como objetivo melhorar o valor genético médio da população, selecionando e acasalando os indivíduos superiores (FREITAS et al, 2013).

Peixes são ótimos modelos para programas de melhoramento genético, pois possuem fecundação externa, possibilitando sistemas de acasalamento dirigido e manipulação cromossômica e alta fecundidade, o que permite uma seleção mais intensa e a realização de teste de desempenho com diferentes grupos genéticos (SILVA et al, 2018).

Apesar da alta produção, as práticas de manejo podem levar à diminuição da variabilidade genética presente em reprodutores, seja por falta de planejamento dos programas de seleção genética, seja pelo uso de número reduzido de indivíduos como reprodutores, o que aumenta a probabilidade de endocruzamentos (MASSAGO et al., 2009). Nesse cenário, os programas de melhoramento genético, efetuados com animais e plantas, têm sido o alicerce do desenvolvimento agropecuário (RESENDE, 2010). Algumas características zootécnicas, como rápido crescimento e informações sobre reprodução e larvicultura, além de características de mercado, são necessárias para a escolha da espécie (CREPALDI, 2008.) e os objetivos do melhoramento são estabelecidos individualmente para cada espécie e/ou população. Algumas características, porém, são de especial importância econômica na maioria dos programas, como por exemplo, taxa de crescimento, resistência às doenças, sobrevivência, eficiência alimentar, idade à maturação sexual e qualidade de carne (SILVA et al, 2018).

Historicamente a primeira linhagem introduzida no Brasil foi a Bouaké, no estado do Ceará, importada da Costa do Marfim – África, no ano de 1971, através do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), seguida da linhagem Chitralada importada da Tailândia em 1996, para Londrina, Paraná (HALFEN et al., 2012). Em 2002 foi introduzida uma nova linhagem de tilápia-do-Nilo no Brasil, chamada de GST- Genomar Supreme Tilápia, pela Piscicultura Aquabel, proveniente de uma empresa norueguesa chamada GENOMAR (MASSAGO et al., 2010).

Outro exemplo do melhoramento genético no Brasil, a linhagem Tilamax é derivada da linhagem GIFT (*Genetically Improved Farming Tilapia*), trazida da Malásia através de uma parceria do *World Fish Center* com a Universidade Estadual de Maringá- UEM em 2005 (ARAÚJO et al., 2020). Foram importados representantes de 30 famílias, tornando o Brasil o primeiro país latino-americano a receber linhagens provenientes de um programa de melhoramento genético (ZARDIN, 2015). A linhagem foi formada a partir de quatro linhagens africanas selvagens e quatro linhagens domesticadas na Ásia (ZIMMERMANN, 1999; OTONI, 2015). A utilização dessas oito linhagens puras para a criação da GIFT teve a finalidade de elevar a variabilidade genética nas as primeiras gerações desta linhagem (OTONI, 2015). Hoje a UEM seleciona os animais principalmente para taxa de crescimento em tanques-redes e escavados, com um período de cultivo de 198

dias nos tanques-redes e 191 dias nos tanques escavados (ARAÚJO et al., 2020). Além disso, a linhagem GIFT possui uma maior rastreabilidade genética, o que possibilitou resultados como: maior desempenho nutricional, maior rendimento do filé, maior resistência a diferentes ambientes e melhor conversão alimentar (DIAS et al., 2021).

2.2 PREBIÓTICOS EM PEIXES

Os prebióticos são definidos como componentes alimentares que, quando ingeridos, não são digeridos e absorvidos intestino delgado, e que estimulam seletivamente uma bactéria ou grupo de bactérias, trazendo benefícios à saúde do hospedeiro (MORAIS; JACOB, 2006). A piscicultura, para acompanhar o mercado consumidor em plena expansão, intensifica as criações para suprir a demanda, utilizando o adensamento populacional de peixes para cumprir esse objetivo (CECHIM et al., 2013). Na atividade aquícola os antibióticos têm sido usados na produção, em diferentes espécies de interesse zootécnico, tanto para tratamento de infecções bacterianas do trato gastrintestinal, como no papel de agentes promotores do crescimento (SOUSA, 2010). Este fato aumentou a preocupação com o uso indiscriminado do medicamento, provocando a proibição da administração em doses sub-terapêuticas na Europa, e a restrição no processo de regularização da aplicação destes produtos nos EUA e outros países (CECHIM et al., 2013).

As alternativas aos antibióticos devem ser capazes de alterar o pH intestinal, onde o aumento da produção de ácidos no trato promove a queda do pH local, resultando na inibição do desenvolvimento de bactérias nocivas e também reduzindo a capacidade de fixação de bactérias patogênicas na mucosa intestinal, manter as mucinas protetoras do intestino, selecionar organismos benéficos e/ou atuar contra patógenos. Além disso, devem aumentar tanto a fermentação ácida quanto a absorção de nutrientes (PICKLER; SANTIN; DA SILVA, 2011). Entre as alternativas aos antibióticos estão os prebióticos, ingredientes que não sofrem a ação de enzimas, sais e ácidos produzidos pelo organismo (AZEVEDO et al., 2016), e que afetam beneficamente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento ou a atividade de algumas bactérias (FERKET, 2004; OLIVEIRA; MORAES, 2007). Eles podem ser componentes dos ingredientes da dieta ou adicionados a ela

por meio de fontes exógenas concentradas (SILVA; NÖRNBERG, 2003). Por fim, prebióticos podem inibir a multiplicação de patógenos, adsorvendo-os e eliminando do trato gastrointestinal, garantindo benefícios adicionais à saúde do hospedeiro (CECHIM et al., 2013).

2.2.1 β –GLUCANA (βG)

A classe das glucanas engloba todos os polímeros de glicose, apresentando diversas variações entre cada um deles, uma delas sendo a diferença entre isômeros α ou β (PEREIRA, 2013). Segundo GARCIA (2008) quase 75% do peso seco da parede celular das leveduras é composto por polissacarídeos, sendo que essa parede é constituída por um complexo de (1-3)-β-D-Glucana, (1-6)-β-D-Glucana, quitina, entre outros.

De acordo com GOODRIDGE; WOLF; UNDERHILL (2009) e GARCIA (2008) os estudos sobre os efeitos imunomodulatórios, em sua maioria, utilizam β 1,3/1,6-Glucana, extraído da parede celular de fungos, leveduras e de algumas espécies de bactérias e algas. Esses polissacarídeos apresentam diversas propriedades que conferem características como imunomodulatória, antimicrobiana, antiviral e antiparasitária (WASSER; WEIS, 1999; PARK, et al., 2003). Devido ao seu modo de ação, a utilização de β-Glucana é considerada uma alternativa para estimulação da defesa específica e não específica na criação dos peixes (BILLER, 2008).

Trabalhos que trataram da inclusão de β-Glucana na alimentação de tilápia-do-Nilo mostraram resultados em relação ao índice de transformação dos linfócitos, a contagem total de linfócitos e a porcentagem de fagocitação, indicando que o β-Glucana pode ser utilizado como imunoestimulante na espécie (EL-BOSHY et al., 2010; AMPHAN et al., 2019; PILARSKI et al., 2017), além de estimular a absorção de nutrientes no intestino e, consequentemente, aumento da atividade das enzimas digestivas (LIRANÇO et al., 2013). Resultados positivos também foram observados em outras espécies, por exemplo, Matrinxã (*Brycon amazonicus*) exposta à dieta suplementada com β-Glucana apresentaram um aumento na atividade dos leucócitos, de neutrófilos e monócitos (MONTOYA et al., 2017). Tambaqui (*Colossoma macropomum*) exposto a *Aeromonas hydrophila* e suplementados com β-glucana apresentaram melhora na resposta inata em período

de infecção (CHAGAS et al., 2013).

As respostas positivas no sistema imune promovidas pelas B-Glucanas parecem ocorrer em condições de desafio para os peixes, como por exemplo, em o uso de 1,3 β -Glucana tem se mostrado eficaz na imunoestimulação e diminuição da mortalidade por patógenos oportunistas como *Aeromonas hydrophila* (FALCON, 2007; BILLER, 2008), *Streptococcus agalactiae* (REIS, 2020) e *Francisella orientalis* (QUISPE, 2022), influenciando na redução da taxa de mortalidade. O resultado positivo do uso do aditivo também pode ser encontrado quando utilizado no sistema de cultivo em tanque rede, onde 2000 mg de suplemento/kg de ração incrementa a taxa de crescimento de tilápias-do-Nilo criadas nesse tipo de sistema (GARCIA, 2008). Resultados em tilápia-do-Nilo submetidas a estresse físico e agudo, por meio de oscilações de temperatura (20ºC para 30ºC/30ºC para 20ºC/20ºC para 30ºC) e onde os mesmos animais foram acondicionados em sacos plásticos e agitados por 5 minutos devolvidos para seus respectivos tanques, obtiveram um maior número de leucócitos e linfócitos quando adicionado o imunomodulador na ração (FERNANDES et al., 2022).

2.2.2 MANANOLIGOSSACARÍDEO (MOS)

Um dos oligossacarídeos mais pesquisados com ação prebiótica é o mananoligossacarídeo (MOS), derivado da parede celular de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (SOUSA, 2010), onde são encontradas manoses, alfa-D-manana, que promovem ligações com o envoltório bacteriano de microrganismos patogênicos, impedindo a ligação dos mesmos com o epitélio intestinal e com outras bactérias impossibilitando a formação de colônia (SCHWARZ et al., 2011; CECHIM et al, 2013).

Ele é um prebiótico que possui na sua composição química cerca de 40% de β-Glucanas, 40% de α-mananos, 28% de proteínas, 7% de lipídeos, 3% de substâncias inorgânicas e 2% de hexosaminas e quitina (SAKABE, 2011). Seu método de ação consiste na elevada afinidade por se ligar às lectinas, presentes nas fimbrias Tipo 1, encontradas na superfície de bactérias patogênicas, permitindo que os MOS, se liguem a uma ampla variedade de microrganismos de forma competitiva, bloqueando a colonização destes patógenos no trato digestório (HEINRICHS et al., 2003; DIAZ; BRANCO, 2019).

Os benefícios dos MOS são baseados em propriedades que incluem a modificação da flora intestinal, a modulação do sistema imune (OLIVEIRA; MORAES, 2007), a integridade da mucosa intestinal e da saúde dos peixes, resultando em melhor ganho econômico (SCHWARZ et al, 2011).

Segundo o trabalho de CECHIM et al. (2013) que testaram a inclusão 0,2; 0,4 e 0,8% de MOS na ração e uma ração sem MOS (controle) de tilápia-do-Nilo, houve um maior consumo de ração ($P<0,05$) nos peixes suplementados com 0,4% quando comparados ao grupo controle. Aos 30 dias de experimento, peixes alimentados com 0,4% de MOS na dieta apresentaram maior altura das vilosidades intestinais. No entanto, os parâmetros de desempenho não foram afetados pela adição de MOS a dieta.

PEREIRA (2019) realizou um trabalho com pacu (*Piaractus mesopotamicus*), onde os tratamentos foram: Mananoligossacarídeo (MOS): 0,2% de inclusão; beta-Glucana: 0,2% de inclusão; MOS/ Glucana: 0,1% MOS + 0,1% beta-Glucana de inclusão e dieta controle por um período de 46 dias. A autora descobriu que apenas o consumo de ração demonstrou resultado significativo nos tratamentos de β-Glucana e MOS/ β-Glucana, que apresentaram um menor consumo em comparação aos tratamentos MOS e controle. As demais variáveis analisadas como o peso final, ganho de peso, conversão alimentar e taxa de crescimento específico não demostraram diferenças significativas.

RISSI (2014) por sua vez realizou um estudo com tilápia-do-Nilo (*O. niloticus*) com a inclusão de 2, 4, 8, 10 e 15 g kg^{-1} de MOS na dieta e uma dieta sem inclusão de MOS (controle) por 45 dias. Como resultado os grupos alimentados com o prebiótico não apresentaram melhora significativa em relação ao grupo controle nas variáveis imunológicas, hematológicas e digestibilidade de proteína. A inclusão, entretanto, de 2, 4 e 8 g kg^{-1} de MOS na dieta melhorou os valores de ganho de pesos dos animais, sendo que 4 e 8 g kg^{-1} apresentaram os melhores resultados (130,88 e 113,98 g respectivamente)

2.3 ANÁLISES HEMATOLÓGICAS E BIOQUIMICAS EM PEIXES

O hemograma é utilizado para avaliar as células que estão em circulação de forma qualitativa e quantitativa (STAEHLER et al., 2021). Os parâmetros hematológicos estão entre os indicadores mais importantes da saúde

dos peixes, e alterações na proporção de células sanguíneas podem ser indicativas de uma doença ou exposição a produtos químicos (PEDRO et al., 2005), além de poder indicar estresse nas diversas etapas da produção, como captura, exposição ao ar, etapa de anestesia, entre outras (GROFF; ZINKL, 1999). As técnicas de coleta e análises usadas em mamíferos podem também ser aplicadas em peixes, no entanto com algumas modificações (ISHIKAWA et al., 2008), já que a presença de eritrócitos nucleados e trombócitos em peixes pode causar dificuldade na identificação das células sanguíneas, principalmente na contagem de leucócitos totais (PAIVA, et al., 2013)

Os eritrócitos, também chamados de hemácias ou glóbulos vermelhos (RBC), desempenham a função de transporte dos gases oxigênio (O_2) e carbônico (CO_2) e são células com alto teor de ácidos graxos poli-insaturados em suas membranas (SANTO et al., 2014). A quantidade normal de eritrócitos pode variar entre espécies de peixes e a sua diminuição em relação aos valores considerados normais, pode indicar a existência de anemia provenientes do estresse e evidenciar respostas a estímulos externos (MUNDIM, 2015). Segundo a autora o hematócrito (Ht) corresponde ao volume ocupado pelos eritrócitos em uma quantidade de sangue total, apresentando menor valor que em mamíferos e aves. Normalmente é o índice do hemograma com menor coeficiente de variação, ou seja, é considerado um bom indicador de efeitos para diferentes fatores ambientais a que os peixes estão submetidos (TAVARES-DIAS; MORAES, 2004; CASTRO, 2009). A hemoglobina (Hb), pigmento respiratório dos eritrócitos, tem por função transportar o O_2 e parte do CO_2 no sangue (RANZANI et al. 2004). Ela apresenta diferenças ainda em relação à sua capacidade de tamponamento pelo sistema tampão protéico, onde sua potência na regulação da acidez é quase seis vezes maior do que aquele das outras proteínas piasmáticas (CARVALHO et al., 2009).

Valores médios de referência citados por TAVARES-DIAS et al. (2009) para a Tilápia-do-Nilo proveniente de Joinville, Chapecó, Blumenau e Ituporanga (SC), com peso variando de 79,0 a 850,0 g e comprimento de 15,5 a 33,0 cm, observaram uma contagem de eritrócitos ($\times 10^6$ μL^{-1}) mínima de 1,120 e máxima de 1,715. Outra pesquisa, realizada por RISSI (2014) com exemplares de peso inicial de 127,3±4,79g, apresentou valores controle de RCB variando de 2,24 a 2,66. A porcentagem (%) de hematócrito mínima de 22,0 e máxima de 30,0 e o Volume Corpuscular Médio (VCM) (fL) mínimo de 144,2 e máximo de 248,2 9 também foram

encontrados por TAVARES-DIAS et al. (2009). Tais valores foram consistentes com um estudo realizado na Universidad de Caldas en Santágueda (Caldas, Colombia) (HAHN-VON-HESSBERG; GRAJALES-QUINTERO; GUTIÉRREZ-JARAMILLO, 2011). O estudo comparativo de REGO BARROS et al. (2012) demonstra valores de Hb (g/dL) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (g/dL) de diversos autores, encontrando valores mínimos de Hb 6,4 variando até 9,77 g/dL e valores de CHCM mínimo de 20,2 variando até 33,8 g/dL em tilápia-do-Nilo.

Dentre os demais componentes do sangue, os leucócitos representam importante papel na imunidade não específica e seus valores podem ser considerados como indicadores do estado de saúde dos peixes (MISRA et al., 2006; PAIVA et al., 2013). Eles são as células responsáveis pela defesa do organismo e utilizam as vias sanguíneas para realizar o monitoramento de possíveis infecções e ou injúria tecidual (ISHIKAWA; RANZANI-PAIVA; LOMBARDI, 2008). Caracterizar os tipos de leucócitos de espécies de peixes é de suma importância para o entendimento básico dessas células. Entre eles, os linfócitos ocorrem em maior percentual na circulação dos peixes correspondendo a mais de 60% da contagem diferencial de leucócitos (MONTANHA; PIMPÃO, 2012). Segundo os autores anteriores, neutrófilos também participam de respostas inflamatórias e muitas vezes, neutrofilia relativa está associada à linfopenia, sugerindo também uma resposta de estresse em peixes, sendo essa a resposta mais comum às infecções em peixes. Os monócitos de peixes, por sua vez, são células fagocíticas ativas que participam das respostas inflamatórias agudas e estão presente em menores quantidades no esfregaço sanguíneo. A monocitose em peixes sugere resposta inflamatória, comumente associada a microorganismo infeccioso (PETRILLO, 2012). Por fim os trombócitos podem desempenhar função fagocítica, além da sua habilidade de migrar para o foco inflamatório (SATAKE et al., 2009). Também podem ser indicadores de estresse a relação do percentual de linfócitos e neutrófilos, onde em situação de estresse ocorre aumento no número de neutrófilos e redução no de linfócitos, o que faz a relação N/L apresentar valores acima de um (DA SILVA et al., 2018).

Os valores leucocitários, mesmo dentro de uma mesma espécie, como a tilápia-do-Nilo, podem possuir uma alta variação ao se comparar pesquisas de diversos autores. Tal fenômeno aconteceu, por exemplo, no estudo comparativo de Ishikawa et al. (2008). Essa amplitude também foi mencionada por Hrubec et al.

(2000), indicando que os valores normais para tilápia-do-Nilo podem apresentar alto desvio padrão em relação as análises leucocitárias, podendo depender de diversos fatores, alguns deles ainda desconhecidos sobre a biologia do animal. Respostas individuais, inclusive o estresse da coleta, pode também ser uma variável (MERIGHE et al., 2004).

As características bioquímicas do sangue estão entre os mais importantes parâmetros do meio interno dos peixes, onde as mudanças no perfil bioquímico refletem mudanças no metabolismo e em processos celulares do organismo (BORGES, 2005), resultados de interferência externa, como dieta, ambiente de permanência, poluição, entre outros (ANZOLIN, 2011).

A determinação da concentração de proteína total no plasma e de suas frações é de grande importância clínica, pois sua concentração plasmática é responsável pela pressão coloidosmótica desse líquido corporal e pode ser alterada principalmente por mudanças no volume plasmático, onde qualquer estresse que induz tal desequilíbrio pode levar a um aumento de proteína no plasma (MELO et al., 2009). A concentração total de proteína pode ser uma ferramenta útil, tanto como prova de uma nutrição ineficiente evidenciada através diminuição da albumina sérica, como um sinal de infecções sistêmicas, tendo um aumento nas globulinas circulantes (CRIVELENTI et al., 2011). Também segundo MELO (2009) a concentração de albumina tem maior significado clínico do que proteína total; no entanto, poucos estudos relacionados a peixes utilizam essa análise e, em sua maioria, referem-se à proteína total. Ela é uma lipoproteína de alta densidade, e sua síntese é influenciada pela nutrição, balanço hormonal, estado geral do fígado e estresse. Suas funções estão relacionadas com o transporte de substâncias e com a regulação e a manutenção da pressão coloidosmótica sanguínea e fatores de coagulação (SOUSA, 2016). As globulinas, por sua vez, incluem proteínas que atuam no sistema imunológico, fatores de coagulação, enzimas e proteínas de transporte. Eles são geralmente classificados como alfa, beta imunoglobulinas e são produzidas no fígado (ZAMBRANO, 2021). Um experimento sobre a inclusão de *Saccharomyces cerevisiae* e MOS na dieta para tilápia-do-Nilo, proporcionou aumento significativo nas proteínas totais séricas e globulinas dos peixes suplementados com 2,0g kg^{-1} de MOS em relação à dieta basal (ABU-ELALA; MARZOUK; MOUSTAFA, 2013). O lactato é um produto final da glicólise anaeróbica que ocorre em tecidos hipóxicos (BAPTISTA, 2011). Ele difunde-se para fora dos

eritrócitos e é transportado a outros tecidos que são capazes de utilizá-lo na produção de energia. Um aumento nos parâmetros sanguíneos relacionados aos níveis de hemoglobina, lactato e glicose podem estar relacionados a adaptações fisiológicas ao estresse ou anóxia, demonstrando a saúde e situação fisiológica do animal (MUNDIM, 2015). A concentração de lipídeos plasmáticos em animais, particularmente colesterol e triglicerídeos, dependem do estado nutricional dos mesmos, onde são utilizados como fonte de energia para o metabolismo em períodos de estresse, como restrição alimentar (FARIA et al., 2022). A fosfatase alcalina é uma fosfomonohidrolase inespecífica, capaz de hidrolisar, em pH alcalino, monoésteres e diésteres de fosfato, pirofosfato, bem como catalisar reações de transfosforilação alcalina (TEIXEIRA, 2013). Ela atua principalmente na comunicação das células epiteliais na porção anterior do intestino e promove a absorção e transporte de lipídeos e carboidratos (PEREIRA, 2015).

O estudo dos níveis de glicose plasmática em peixes tem sido objeto de vários trabalhos, enfocando o efeito da temperatura, a permeabilidade da membrana eritrocitária à glicose e o nível de estresse do animal (MEDEIROS et al., 1999; SILVA, et al., 2012). É considerado um bom indicador para resposta ao estresse, pois a avaliação pode ser realizada na criação, com medidores de glicose portáteis e de simples utilização (BRANDÃO; GOMES; CHAGAS, 2006).

Normalmente os estudos que envolvem a mensuração da glicose plasmática utilizam como tratamentos probióticos e prebióticos e outros aditivos na alimentação visando à diminuição do estresse dos peixes frente a desafios da produção, como alta densidade ou hipóxia (SILVA et al., 2012; SOUZA et al, 2020.). Outros estudos visam encontrar anestésicos alternativos para diminuição do estresse (SIMÕES; GOMES, 2009; MOREIRA et al., 2011). Essa variação pode ser justificada pela diferença de ambiente de cada animal, além de fatores climáticos, de manejo e alimentares pré-análises, segundo RANZANI-PAIVA (2005). Da mesma forma, pode variar a capacidade de retorno às condições basais quando cessa o estímulo estressor (MACHADO et al., 2009).

2.6 ANÁLISES HEPATOSSOMÁTICA

O fígado é um órgão multifuncional que é responsável pelo metabolismo de nutrientes e desintoxicação de compostos estranhos e prejudiciais

ao peixe (FLORES-LOPES; MALABARBA, 2007). A atividade metabólica implica na utilização de nutrientes obtidos a partir do alimento ingerido e de reservas energéticas depositadas em diferentes partes do organismo. Portanto, é possível esperar que o peso do fígado reflita este metabolismo (NAVARRO et al., 2006). O valor do índice hepatossomático está relacionado ao melhor armazenamento de reservas energéticas que são oxidadas durante o processo de produção de ATP intracelular, que podem ser usadas em situações de estresse ou para otimizar a reprodução e manutenção (SIQUEIRA, 2022). Ele é calculado após a pesagem do peso do fígado e a massa total do peixe (IHS= [100x (Peso do fígado / Peso do peixe)]) (NAVARRO et al., 2005; SANTOS et al., 2010). Alterações hepáticas podem indicar contaminação do ambiente, segundo FLORES-LOPES; MALABARBA (2007), além de estar muito relacionada à dieta ofertada e a variação de hormônios sexuais dos animais, principalmente no período de reprodução (PONTES et al., 2010).

O fígado pode ser considerado um tecido hematopoiético (CARDOSO et al., 2015) com menor papel no sistema de defesa, embora haja evidências de sua participação na eliminação de antígenos (DALMO et al., 1997), além da sua capacidade de armazenar grandes quantidades de lipídios e glicogênio como reserva energética (GERMAM, KOZLOVSKAYA, 2001), onde a redução do indice hepatossomático também pode estar associada à utilização de reservas energéticas, necessários para a manutenção da homeostasia (TAVARES-DIAS et al., 2008).

Em um estudo de SARAGIOTTO e MASCIOLI (2009), onde se avaliou o fornecimento da *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico em rações para a tilápia-do-Nilo, durante o período de reversão sexual, o índice hepatossomático foi menor nos alevinos alimentados com *S. cerevisiae.* ($P < 0,01$). Em alevinos foi pesquisado o efeito do Núcleo Homeopático Homeopatila 100® na integridade histológica branquial, na sobrevivência, peso, comprimento final, conversão alimentar aparente e índice hepatossomático em alevinos de tilápia-do-Nilo. Foi utilizado um tratamento controle (T1) com 20 mL de solução hidroalcólica (álcool 30° GL) a cada kg de ração e três tratamentos com 20 mL/kg (T2), 40mL/kg (T3) e 60 mL/kg (T4) do Núcleo Homeopático Homeopatila 100®, em alevinos machos revertidos. Como resultado, os alevinos que receberam 40 mL/kg de ração de Homeopatila 100® (T3) apresentaram maior sobrevivência e índice

hepatossomático menor do que os alevinos do grupo controle (T1). Foi relatado então que possivelmente o aditivo permitiu uma menor inclusão lipídica e da infiltração de leucócitos no fígado dos alevinos tratados, proporcionando um menor índice hepatossomático (SIENA et al., 2010).

Considerando um fator ambiental, o estudo de MARENGONIET et al. (2017) se objetivou avaliar formatos e áreas de comedouros utilizados em tanques-rede sobre o desempenho, homogeneidade dos lotes e índices corporais de tilápia-do-Nilo. Como resultado os peixes submetidos aos tanques-rede sem comedouros apresentaram menores índices viscerossomático, hepatossomático e de gordura visceral ($P<0,05$). Foi considerado que o resultado dos peixes produzidos nos tanques-rede isentos de comedouros, e que também apresentaram menor desempenho zootécnico, possivelmente estejam relacionados com o desperdício de ração por falta do alimentador.

3 REFERÊNCIAS

ABU-ELALA, N; MARZOUK, M; MOUSTAFA, M. Use of different Saccharomyces cerevisiae biotic forms as immune-modulator and growth promoter for Oreochromis niloticus challenged with some fish pathogens. **International Journal of Veterinary Science and Medicine**, v. 1, n. 1, p. 21-29, 2013.

ALVES, A. S. S. **Colágeno hidrolisado da pele de tilápia (Oreochromis niloticus): avaliação do efeito da agitação e mistura no processo de extração, purificação e caracterização**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas- UFAL. Alagoas, 2019

AMPHAN, S., UNAJAK, S., PRINTRAKOON, C., & AREECHON, N. Feeding-regimen of β-glucan to enhance innate immunity and disease resistance of Nile tilapia, Oreochromis niloticus Linn., against Aeromonas hydrophila and Flavobacterium columnare. **Fish & shellfish immunology**, 87, 120-128. 2019

ANDRADE, M. **Avaliação da influência genética sobre a infestação de ectoparasitos em famílias de Colossoma macropomum existentes na base de piscicultura da UNIR, Campus Presidente Médici**. Trabalhos de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2021

ANZOLIN, D. G. **Análise de contaminantes e biomarcadores em peixes-bois marinhos (*Trichechus Manatus*)**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2011

ARAÚJO, F. C. **Pode-se melhorar o bem-estar em tilápia do nilo por meio de seleção genética?.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual De Maringá, Maringá, 2020.

AZEVEDO, R. V. et al. Prebiótico, probiótico e simbiótico para larvas de *Trichogaster leeri* (Bleeker, 1852, Perciformes, Osphronemidae). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 795-804, 2016.

BAPTISTA, R.B. **O efeito da hipóxia sobre o metabolismo e a expressão dos genes HIF-1α e VEGF do ciclídeo amazônico Astronotus ocellatus (Agassiz, 1831)**. Dissertação (Mestrado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva) - Programa de Pós-Graduação em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2011.

BILLER, J. D. BILLER. **Respostas fisio-patológicas e desafio por Aeromonas hydrophila em Pacu alimentado com ração suplementada com 1,3 beta-Glucano**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2008

BORGES, A. **Valores hematológicos e bioquímicos séricos, efeitos de doses sub-letais da cipermetrina e características físico-químicas do sêmen do jundiá Rhamdia quelen.** Tese (Doutorado em Fisiologia) - Instituto de Ciências Básicas da

Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul. 2005.

BOSCOLO, W. R., HAYASHI, C., SOARES, C. M., FURUYA, W. M., & 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**, 30(5), 1391-1396, 2001.

BRANDÃO, C.D.S. **Perspectivas do desenvolvimento da piscicultura no Brasil: um enfoque na produção de tilápias nos últimos dez anos.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas (FCE)) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2018

BRANDÃO, F.R; GOMES, L.D.C; CHAGAS, E.C. Respostas de estresse em pirarucu (*Arapaima gigas*) durante práticas de rotina em piscicultura. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 349-356, 2006.

CARDOSO, F et al. Expressão da enzima indoleamina-2, 3-dioxigenase em truta arco-íris (Oncorhynchus mykiss). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, p. 863-870, 2015.

CARVALHO, E. G et al. Parâmetros hematológicos de espécies nativas do rio Tocantins, *Auchenipterus nuchalis*, *Psectrogaster amazônica* e *Squaliforma emarginata (Teleostei, Ostariophysi*). *Acta Scientiarum*. **Biological Sciences**, v. 31, n. 2, p. 173-177, 2009.

CASTRO, L.D.D. **Variações bioquímicas em *Pterygoplichthys anisitsi* e *Oreochromis niloticus* (Pisces: Teleostei) após exposição a cloreto de mercúrio**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2009.

CAVERO, B. A. S et al. Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 513-516, 2004.

CECHIM, F. E et al. **Características morfológicas do epitélio intestinal e desempenho de Tilápia-do-Nilo, Oreochromis niloticus, suplementada com mananoligossacarídeo (MOS)**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

CHAGAS, E. C et al. Desempenho produtivo e respostas fisiopatológicas de tambaquis alimentados com ração suplementada com β-glucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 899-905, 2013.

CHAGAS, E. C., PILARSKI, F., SAKABE, R., MASSAGO, H., & FABREGAT, T. E. H. P. **Suplementos na dieta para manutenção da saúde de peixes**. Embrapa Amazônia Ocidental- Capítulo em livro científico (ALICE), 2009

COIMBRA, A. M. M P. **Efeito de poluentes organoclorados no comportamento reprodutivo e no desenvolvimento larvar da tilápia nilótica- *Oreochromis niloticus*.** Tese (Doutorado em Ciências Biomédicas) - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, Portugal, 2006.

CREPALDI, D.V. **Ultra-sonografia em surubins (*Pseudoplatystoma caruscans*): Avaliação de parâmetros reprodutivos e características de carcaça**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

DALMO, R.A.; IGEBREGSTSEN, K.; BOGWALD, J. Non-specific defence mechanisms in fish, with particular reference to the reticuloendothelial system (RES). **Journal of Fish Diseases**, Stirling, 20:241-273, 1997

DANTAS FILHO, J. V., Cavali, J., Nóbrega, B. A., & Porto, M. O. Benefícios da adição da virginiamicina ao desenvolvimento de peixes de cultivo e ao meio ambiente: uma revisão. **Revista Ciência e Saúde Animal**, Volume 2(1). 10.6084/m9.figshare.11691417.v1. 2020

DELGADO, D.L.C. **Viabilidade técnica e econômica da tilápia vermelha em sistema de produção intensiva em bioflocos (BFT) na Colômbia**. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2021.

DIAS, M. E. D; DE OLIVEIRA, E. L. A piscicultura brasileira pela ótica do desenvolvimento da genética da tilápia**. Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 19, n. 1, p. 3-15, 2021.

DIAS, P et al. Policultivo de tilápia do Nilo, jundiá e curimba em tanque de PVC em estufa. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1572-1581, 2021.

DIAZ, T. G; BRANCO, A. F. Leveduras vivas e mananoligossacarídeos para prevenção de acidose ruminal subaguda. **Archivos de zootecnia**, v. 68, n. 263, p. 456-462, 2019.

DINIZ, N.M; HONORATO, C.A. Algumas alternativas para diminuir os efeitos do estresse em peixes de cultivo-revisão. **Arquivo de Ciências Veterinária e Zoologia UNIPAR**, v. 15, n. 2, p. 149-154, 2012.

EL-BOSHY, M E. et al. Immunomodulatory effect of dietary Saccharomyces cerevisiae, β-glucan and laminaran in mercuric chloride treated Nile tilapia (Oreochromis niloticus) and experimentally infected with Aeromonas hydrophila. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 28, n. 5-6, p. 802-808, 2010.

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation. Rome, FAO, 2022 https://doi.org/10.4060/cc0461en

FARIA, F et al. **Restrição alimentar e realimentação na tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus): efeitos sobre o tecido hepático, parâmetros fisiológicos e bioquímicos do sangue.** Dissertação (Mestrado em em Biologia Celular) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2022.

FARIAS, C.V.D. **Parâmetros imunológicos e fisiológicos de tilápia do Nilo (Oreochromis niloticus) alimentadas com dietas suplementadas com Aquate Fish FT TM**. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Centro de Aquicultura da UNESP – CAUNESP, Jaboticabal, 2021. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/210935

Acessado 22 de novembro de 2022.

FEITOZA-SILVA, A. **Eficácia do levamisol como modulador de respostas de estresse, do sistema imune inato e anti-helmíntico em tambaqui.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, São Paulo, 2019

FERKET, P. R. Alternatives to antibiotics in poultry production: responses, practical expe-rience and recommendations. In: INTERNA-TIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20, Lexington. Proceedings... Lexington: Alltech, 2004. p. 54-67, 2004.

FERNANDES, M.C et al. Resposta hematológica de juvenis de tilápia-do-nilo com suplementação dietária com eubiótico (Rovimax Boost) após estresse físico e agudo. Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica Universidade Federal de Santa Catarina Centro de Ciências Agrárias Curso de Engenharia de Aquicultura, 2022.

FLORES-LOPES, F; MALABARBA, L. R. Alterações histopatológicas observadas no fígado do lambari *Astyanax jacuhiensis* (COPE, 1894)(*Teleostei, Characidae*) sob influência de efluentes petroquímicos. **Biociências**, v. 15, n. 2, p. 166-172, 2007.

FREITAS, R. T. F., HILSDORF, A. W., DE ASSIS LAGO, M. S. A., & MOREIRA, H. L. M. Conceitos de melhoramento genético ao alcance de todos, **Revista Panorama da Aqüicultura**, v.123, n. 138, p. 25-29, 2013

GARCÊZ, K.F et al. **Extrato aquoso da Samanea tubulosa (Benth.) Barneby & Grimes na alimentação da tilápia-do-Nilo: efeitos sobre o crescimento, saúde e atividade antioxidante no tecido muscular.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021..

GARCIA, F. **Suplementação alimentar com beta-glucano e mananoligossacarídeo para tilápias do Nilo em tanques-rede**. Tese (Doutorado em Aquicultura) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2008

GERMAM, A.V. e KOZLOVSKAYA, V.I. Hepatosomatic index e the biochemical composition of the liver in Abramis brama in the Sheksna Stretch of the Rybinsk reservoir at different levels of toxicant accumulation. **Journal of Ichthyology, New Yok**, 41:160-163, 2001

GOODRIDGE, H. S., WOLF, A. J., & UNDERHILL, D. M. (). β-glucan recognition by the innate immune system. **Immunological reviews**, 230(1), 38-50, 2009

GOPALAKANNAN, A., & ARUL, V. Enhancement of the innate immune system and disease-resistant activity in Cyprinus carpio by oral administration of β-glucan and whole cell yeast. **Aquaculture research**, 41(6), 884-892, 2010

GROFF, J. M., & ZINKL, J. G. Hematology and clinical chemistry of cyprinid fish: common carp and goldfish. **Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice**, 2(3), 741-776, 1999

HALFEN, G. E et al. Caracterização molecular de plantéis de tilápia do Nilo

(Oreochromis niloticus L.) em Santa Catarina, Brasil. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, p. 21-29, 2012.

HAYASHI, C. Breves considerações sobre as tilápias. In: RIBEIRO, R. P., HAYASHI, C., FURUYA, W. M. (Ed.). Curso de piscicultura-criação racional de tilápias. Maringá: FADEC/UEM, 1995, p. 4

HEINRICHS, AJ, JONES, CM & HEINRICHS, BS, 'Effects of Mannanoli-gosaccharides or antibiotics in neonatal diets on health and growth of dairy calves', **Journal Dairy Science**, vol.86, pp.4064-4069, 2003

HIGUCHI, L. H et al. Avaliação eritrocitária e bioquímica de jundiás (Rhamdia quelen) submetidos à dieta com diferentes níveis protéicos e energéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 70-75, 2011.

HRUBEC, Terry C.; CARDINALE, Jenifer L.; SMITH, Stephen A. Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). **Veterinary clinical pathology**, v. 29, n. 1, p. 7-12, 2000.

ISHIKAWA, N. M; RANZANI-PAIVA, M. J. T.; LOMBARDI, J. V. Metodologia para quantificação de leucóciotos totais em peixe *Oreochromis Niloticus*. **Archives of Veterinary Science**, p. 54-63, 2008.

MACHADO, A.S. **Biomass in different packaging of tilapia sp. after transport on the return to homeostasis.** Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas e da Terra) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2009.

MACHADO, B.C. **Avaliação da qualidade dos efluentes das lagoas de estabilização em série da estação de tratamento de esgoto de Samanbaia - DF : para o cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília 2006.

MASSAGO, H et al. Crescimento de quatro linhagens de tilápia *Oreochromis niloticus*. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 8, n. 4, p. 397-403, 2010.

MASSAGO, H et al. Diversidade genética de quatro linhagens de *Oreochromis niloticus* utilizando o marcador RAPD. **Biosci**. J, v. 25, p. 150-159, 2009.

MEDEIROS, A. et al. Metabolismo de carboidratos em eritrócitos de peixes: compartimentalização da glicose sangüínea. **Archives of Veterinary Science**, v. 4, n. 1, 1999.

MELO, D. C. et al. Perfil proteico de tilápia nilótica chitralada (Oreochromis niloticus), submetida ao estresse crônico por hipóxia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 1183-1190, 2009.

MERIGHE, G.K.F et al. Efeito da cor do ambiente sobre o estresse social em tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 828-837, 2004.

MISRA, S.; SAHU, N.P.; PAL, A.K.; XAVIER, B.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, S.C. Pre–and pos-challenge immuno-haematological changes in Labeo rohita juveniles

fed gelatinized or nongelatinised carbohydrate with n-3 PUFA. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 21, p. 346-356 2006

MONTANHA, F.P; PIMPÃO, C.T; TITULAR-PUCPR, M.V. Efeitos toxicológicos de piretróides (cipermetrina e deltametrina) em peixes-Revisão. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, v. 9, n. 18, p. 1-58, 2012.

MONTOYA, L. N. F., MARTINS, T. P., GIMBO, R. Y., ZANUZZO, F. S., & URBINATI, E. C. β-Glucan-induced cortisol levels improve the early immune response in matrinxã (*Brycon amazonicus*). **Fish & shellfish immunology**, 60, 197-204, 2017

MORAIS, Mauro Batista de; JACOB, Cristina Miuki Abe. The role of probiotics and prebiotics in pediatric practice. **Jornal de Pediatria**, v. 82, n. 8, p. 189–197, 2006.

MOREIRA, A. A., HILSDORF, A. W. S., SILVA, J. V. D., & SOUZA, V. R. D. Variabilidade genética de duas variedades de tilápia nilótica por meio de marcadores microssatélites. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42, 521-526, 2007.

MOREIRA, A. G. L. et al. Efeito do eugenol como agente mitigador do estresse no transporte de juvenis de tilápia do Nilo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 893-898, 2015

MUNDIM, A.P.P. **Indicadores hematológicos e bioquímicos do estresse em tilápias (Oreochromis Niloticus) suplementadas com ractopamina**. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NAVARRO, R.D et al. Comparação morfometrica e índices somáticos de machos e fêmeas do lambari prata (*Astayanax scabripinnis Jerenyns*, 1842) em diferente sistema de cultivo. **Zootecnia Tropical**, v. 24, n. 2, p. 165-176, 2006.

NAVARRO, R.D et al. Efeito do hormônio 17-a-metil-testosterona nos índice somáticos de Rana catesbeiana. **Zootecnia Tropical**, v. 23, n. 3, p. 319-325, 2005.

OLIVEIRA, M. C; DE MORAES, V. M. B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 339-357, 2007.

OLIVEIRA, R. S; LAVARDA, C. E.F . Desafios de piscicultores na mesorregião do Sudoeste Paraense. In: Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC. 2022.

OLIVEIRA, R.C. O panorama da aqüicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista INTERTOX de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v. 2, n. 1, p. 71-89, 2015.

ONU, Department of Economic and Social Affairs, Population Division). World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3, 2022

OTONI, C.J. **Linhagens de tilápia do nilo sob diferentes densidades de estocagem**. Dissertação (Mestrado Profissional), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2015.

PAIVA, M. J. T. R et al. **Métodos para análise hematológica em peixes**. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2013.

PANTOJA-LIMA, J et al. **O estado da piscicultura na Amazônia brasileira. Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias.** In: MATTOS BO, PANTOJA-LIMA J, OLIVEIRA AT, ARIDE PHR (org.). Aquicultura na Amazônia: estudos técnico-científicos e difusão de tecnologias. 1ed. Atena, Ponta Grossa, p. 86-102, 2021.

PARK, Y. K., IKEGAKI, M., ALENCAR, S. M., & AGUIAR, C. L. Determinação da concentração de beta-glucano em cogumelo Agaricus blazei Murill por método enzimático. **Food Science and Technology**, 23(3), 312-316, 2003

PAULSEN, S. M., ENGSTAD, R. E., & ROBERTSEN, B. Enhanced lysozyme production in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) macrophages treated with yeast β-glucan and bacterial lipopolysaccharide. **Fish & Shellfish Immunology**, 11(1), 23-37, 2001

PEDRO, N., GUIJARRO, A. I., LÓPEZ-PATIÑO, M. A., MARTÍNEZ-ÁLVAREZ, R., & DELGADO, M. J. Daily and seasonal variations in haematological and blood biochemical parameters in the tench, Tinca tinca Linnaeus, 1758. **Aquaculture research**, 36(12), 1185-1196, 2005

PEIXE BR, Anuário Peixe Br da Piscicultura (2022). Peixe BR–Associação Brasileira da Piscicultura, São Paulo, 2022.

PEREIRA, M.D.M. **Altas concentrações de proteínas em dietas de matrizes de tilápia-do-nilo e seus efeitos na atividade de enzimas digestivas durante o desenvolvimento inicial**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/143033>

PEREIRA, N. L. **Beta-glucano e mananoligossacarídeo na alimentação de tilápias-do-nilo (Oreochromis niloticus) sobre as respostas hematológica, imunológica e desempenho produtivo.** Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista Júlio De Mesquita Filho, São Paulo, 2013

PEREIRA, T. M. **Avaliação do desempenho do pacu (Piaractus mesopotamicus) alimentados com dietas suplementadas com mananoligossacarídeo e beta-glucana**.. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2019.

PETRILLO, T.R. **Levamisol e dexametasona na inflamação crônica por corpo estranho em Pacu (Piaractus mesopotamicus**). Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade De Ciências Agrárias E Veterinárias, São Paulo, 2012.

PHILIPPART, J. C., & RUWET, J. C. **Ecology and distribution of tilapias**. In The Biology and Culture of Tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7, 432 pages (pp. 15-59). ICLARM-International Center for Living Aquatic Resources Management, 1982

PICKLER, L., S, E., & DA SILVA, A. V. F. Alternativas aos antibióticos para equilibrar a microbiota gastrointestinal de frangos. **Archives of Veterinary Science**, 16(3), 2011

PILARSKI, F., DE OLIVEIRA, C. A. F., DE SOUZA, F. P. B. D., & ZANUZZO, F. S. Different β-glucans improve the growth performance and bacterial resistance in Nile tilapia. **Fish & shellfish immunology**, 70, 25-29, 2017

PONTES, E. C et al. Níveis de farinha de peixe em rações para juvenis de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1626-2632, 2010.

QUISPE, C.H.C. **Beta-glucano influência a sobrevivência de tilápia-do-nilo após infecção por Francisella orientalis**. Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2022.

RANZANI-PAIVA, M. J T; F, N. N; LUQUE, J. L. Parasitological and hematological analysis of Nile tilapia *Oreochromis niloticus Linnaeus*, 1757 from Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 231-237, 2005.

RANZANI-PAIVA, M. J. T. **Técnicas hematológicas e pesquisa de hematologia**. Apostila curso hematologia aplicada à piscicultura, CAUNESP – UNESP, 12p, 2005.

REGO BARROS, R.C et al. Observação sobre os aspectos hematológicos de tilápia, *Oreochromis niloticus* (Osteichthyes: ciclidae), capturada em cultivos na região de piraí, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 34, n. 3, p. 183-187, 2012.

RESENDE, E. K., OLIVEIRA, C. A. L., LEGAT, A. P., & RIBEIRO, R. P. **Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica espécies aquáticas**, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 8., 2010, Maringá. Melhoramento animal no Brasil: uma visão crítica: palestras. Maringá: SBMA, 2010.

RESENDE, E.K. As perspectivas da piscicultura em Mato Grosso do Sul. Embrapa Pantanal. Artigo de Divulgação na Mídia, 2007.

RISSI, Rodolfo do Nascimento. **Mananoligossacarídeo na alimentação de tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus): avaliação de indicadores imunológicos, hematológicos, bioquímicos e de desempenho produtivo. Resposta ao desafio com Lactococcus garvieae.** Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo, 2014.

ROSSATO, S et al. Comparação entre sistemas de cultivo: tanques-rede x tanques escavados Comparison between cultivation systems: cage tanks x excavated tanks. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 110465-110481, 2021.

SADO, R. Y. **Imunoestimulantes dietéticos e respostas biológicas, bioquímicas e hematológicas de juvenis de Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887).** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008

SAKABE, R. **Lipídios e parede celular de *Saccharomyces cerevisiae* para tilápia**

de Nilo na inflamação e no desempenho produtivo. Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2011.

SANTANA, G.X. **Marcadores microssatélites: ferramentas para manejo e conservação da variabilidade genética em populações de tambaqui (Colossoma macropomum, Cuvier 1818)**. Tese (Doutorado em Genética, Conservação e Biologia Evolutiva)- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus, Amazonas 2011.

SANTO, E.F.D. **Rubrivivax gelatinosus na alimentação de tilápias para incrementar a qualidade dos filés**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária, São Paulo, 2014.

SANTOS, Luciana et al. Exigência protéica de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*) após privação alimentar. **Acta Amazonica**, v. 40, p. 597-604, 2010.

SARAGIOTTO, L.M; MASCIOLI, A.D.S. Probiótico com levedura na alimentação da tilápia do Nilo, durante o período de reversão sexual, cultivada em água de tanque de cultivo. **Rev. Bras. Saúde Prod. An**, v. 10, n. 2, p. 406-416, 2009.

SATAKE, F.; PÁDUA, S. B.; ISHIKAWA, M. M. Distúrbios morfologicos em células sanguineas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica. In: TAVAREZ-DIAS, M. **Manejo e sanidade de peixes em cultivo**. Macapá: Embrapa Amapá, 2009.

SCHULTER, E. P., & VIEIRA FILHO, J. E. R. Evolução da piscicultura no Brasil: Diagnóstico e desenvolvimento da cadeia produtiva de tilápia (No. 2328). Texto para Discussão, 2017

SCHWARZ, K. K et al. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2634-2640, 2011.

SIENA, C.E et al. **Efeito do núcleo homeopático Homeopatila 100® na eficiência produtiva em alevinos revertidos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*).** Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 4, p. 985-994, 2010.

SILVA, G. F. et al. Programas de melhoramento genético na piscicultura, **Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura**, 59 p, 2018.

SILVA, L. P; NÖRNBERG, J. L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.33, n.5, p.983-990, set-out, 2003 ISSN 0103-8478

SILVA, L.C et al. Hematológicas e zootécnicas do surubim (*Pseudoplatystoma sp.)* juvenil estimulado com campo elétrico de baixa intensidade e frequência. **Centro De Ciências Biológicas Programa De Pós-Graduação Em Bioquímica E Fisiologia**, p. 48, 2018.

SILVA, R.D da et al. Parâmetros hematológicos e bioquímicos da tilápia-do-Nilo (Oreochromis niloticus L.) sob estresse por exposição ao ar. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, p. 99-107, 2012.

SIMÕES, L.N.; GOMES, L.C. Eficácia do mentol como anestésico para juvenis de

tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 613-620, 2009.

Siqueira, A.C.L. **Rações contendo antioxidantes extraídos da fauna acompanhante de camarões marinhos: Efeitos sobre a fisiologia do camarão-da-Malásia (Macrobrachium rosenbergii).** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), São Paulo, 2022.

SOUSA, A.D.L **Mananoligossacarídeo e β-glucano na suplementação dietária para juvenis de tilápia-do-nilo mantidos em tanques-rede.** Tese (Doutorado em Aquicultura) - Universidade Estadual Paulista, Centro de Aquicultura, São Paulo, 2010.

SOUSA, L.C. **Influência de carboidratos na homeostase fisiológica e imunológica de juvenis de surubins (Pseudoplatystoma sp.).** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) - Faculdade De Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, 2016.

SOUZA, F.P et al. Effect of β-glucan in water on growth performance, blood status and intestinal microbiota in tilapia under hypoxia. **Aquaculture Reports**, v. 17, p. 100369, 2020.

SOUZA, G. P. D. **Análise econômica da inclusão de imunoestimulantes na alimentação de Tilápias do Nilo (*Oreochromis Niloticus*) durante o período vacinal.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

STAEHLER, J. T et al. Verificação da estabilidade da contagem dos eritrócitos por metodologia de impedância e óptica no equipamento Sysmex-XN. **Clinical and biomedical research**. Porto Alegre, 2020.

STAEHLER, J. T. **Validação da metodologia óptica para contagem de eritrócitos e dosagem de hemoglobina no analisador Sysmex-XN**. Monografia. Residência em Área Profissional de Saúde – Análises Clínicas: Bioquímica Clínica, Hospital de Clínicas. Porto Alegre, 2021.

TAKAHASHI, L.S et al. Efeito do ambiente pós-transporte na recuperação dos indicadores de estresse de pacus juvenis, *Piaractus mesopotamicus*. Acta Scientiarum. **Animal Sciences**, v. 28, n. 4, p. 469-475, 2006.

TAVARES-DIAS, M et al. Índices de condição corporal em juvenis de Brycon amazonicus (Spix & Agassiz, 1829) e Colossomoma macropomum (Cuvier, 1818) na Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 2, p. 197-204, 2008.

TAVARES-DIAS, M. et al. Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: SARAN NET, A.; MARIANO, W. dos S.; SÓRIA, SFP (Org.). **Tópicos especiais em saúde e criação animal**. São Carlos, SP: Pedro & João Editores, 2009. p. 43-80., 2009.

TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F. R. Características hematológicas da Tilapia rendalli capturada em “pesque-pague” de Franca, São Paulo, Brasil. **Bioscience**

Journal, Uberlândia, v.19, p. 103-110, 2004.

TEBALDI, H.G; GAI, V.F. Produção De Tilápia. **Revista Cultivando o Saber**, p. 53-62, 2021

TEIXEIRA, C.P. **Suplementação de zinco em dietas: desempenho produtivo e resposta hemática e imunológica da tilápia-do-nilo submetida a desafio bacteriano.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, São Paulo, 2013.

TURRA, E. M., FERNANDES, A. F. A., & DE ALVARENGA, É. R. Ferramentas para o melhoramento genético de peixes em água interiores. In: X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Uberaba: SBMA. 12p, 2013

VIADANNA, P. H. D. O. **Uso de imunoestimulante Saccharomyces cerevesiae em peixes da espécie Cyprinus carpio.** Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária e Zootecnia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.10.2012.tde-23052013-141853.

VON HESSBERG, C.M.H; QUINTERO, A.G; JARAMILLO, A.V.G. Parámetros hematológicos de Tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus, Linnaeus* 1757) con peso entre 250 gy 350 g, en el Centro Experimental Piscícola de La Universidad de Caldas. **Revista Veterinaria y Zootecnia**, v. 5, n. 1, p. 47-61, 2011.

WASSER, S. P., & WEIS, A. L. Medicinal properties of substances occurring inhigher basidiomycetes mushrooms: current perspectives. **International Journal of medicinal mushrooms,** 1(1), 1999

Z CRIVELENTI, L et al. Valores bioquímicos séricos de tilapia del Nilo (Oreochromis niloticus) en cultivo intensivo. **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 22, n. 4, p. 318-323, 2011.

ZAMBRANO PARRALES, M.A. **Respuesta de proteínas séricas, enzimas hepáticas y electrolitos en juveniles de tilapia roja (*Oreochromis mossambicus x Oreochromis niloticus*) con inclusión de β-glucano en dieta**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Equador, 2021

ZARDIN, A. M. S. O. **Impacto da seleção genética na morfometria e desempenho de tilápias do nilo.** Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Paraná, 2015

ZIMMERMANN, S. Incubação artificial: técnica permite a produção de tilápias do Nilo geneticamente superiores. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 4, p. 15-21, 1999.

4 HIPÓTESE

A suplementação dietética de prebióticos β-Glucana e mananoligossacarídeo, assim como a diferença entre duas variedades genéticas, beneficiará o crescimento e o desenvolvimento, assim como promoverá melhoria no perfil hematológico e bioquímico sanguíneo de tilápias-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), onde a variedade Tilamax apresentará resultados superiores do que a linhagem cruzada, devido ao seu melhoramento genético.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência da adição de β-Glucana+ Mananoligossaracídeo (βG + MOS) em juvenis de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*).

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da alimentação com e sem a presença βG + MOS sobre os parâmetros zootécnicos de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo.
- Analisar o efeito da alimentação com e sem a presença βG + MOS sobre os parâmetros hematológicos de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo
- Aferir o efeito da alimentação com e sem a presença βG + MOS sobre os parâmetros bioquímico de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo
- Determinar o efeito da alimentação com e sem a presença βG + MOS sobre os índices hepatossomáticos de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo

6 ARTIGO A – EFEITO DE B-GLUCANA E MANANOLIGOSSACARÍDEO NA DIETA SOBRE OS PARÂMETROS ZOOTÉCNICOS, HEMATOLÓGICOS, IMUNOLÓGICO E BIOQUÍMICOS DE DUAS LINHAGENS DE TILÁPIA-DO-NILO (*Oreochromis niloticus*)

EFFECT OF B-GLUCAN AND MANNANOLIGOSACCHARIDE IN THE DIET ON ZOOTECHNICAL, HEMATOLOGICAL, IMMUNOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF TWO STRAINS OF NILE TILAPIA (*Oreochromis niloticus*)

O artigo seguirá o modelo requerido pela revista Semina: Ciências Agrárias

Highlights

- Foi avaliada a adição de β-Glucana+ Mananoligossacarídeo na ração de juvenis de tilápia-do-Nilo
- Análises foram feitas para identificar diferenças fisiológicas e metabólicas de duas variedades de tilápia-do-Nilo
- Houve diferença significativa para hemoglobina em relação às variedades genéticas
- Houve diferença significativa para triglicerídeos em relação às variedades genéticas
- Na inclusão testada o aditivo não influenciou o desempenho e não alterou o perfil hematológico e bioquímico dos peixes, porém houve diferenças entre linhagens, sugerindo a existência de características diferenciais entre elas.

Resumo A crescente expansão e a demanda cada vez maior pelo cultivo da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) requerem uma maior intensificação da produção e o emprego de prebióticos como uma opção viável em substituição aos antibióticos. Além disso, é fundamental considerar os programas de aprimoramento genético visando à identificação de exemplares com crescimento acelerado e com valor genético superior em relação a características de relevância econômica, com o intuito de otimizar a produção aquícola. O objetivo foi avaliar a influência de β-Glucana+ Mananoligossacarídeo (βG + MOS) adicionados na ração sobre os parâmetros zootécnicos, hematológicos e bioquímicos sanguíneos de duas linhagens de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). O delineamento foi inteiramente

casualizado em arranjo fatorial 2 × 2, com a não inclusão e inclusão de βG + MOS (Controle e 0,2%) e com dois grupos genéticos. Os animais utilizados foram exemplares do programa de melhoramento genético da Tilamax (Grupo Comercial) e animais provenientes de uma variedade teste (linhagem de origem sigilosa e comercial, que está sendo estudada no momento), que não apresenta ligação genética com a variedade Tilamax (Grupo ¾), com quatro repetições e seis peixes por aquário, totalizando 96 peixes. O período experimental foi de 41 dias. Nenhuma diferença ($P > 0,05$) foi encontrada entre as linhagens e à suplementação em relação aos parâmetros zootécnicos e hematológicos, com exceção da hemoglobina, que foi superior na linhagem ¾ (8.08 g d L^{-1}) comparado com a Comercial (7.52 g d L^{-1}) ($P < 0,05$). A contagem de linfócitos, neutrófilos, monócitos e trombócitos não apresentaram diferenças ($P >0,05$) entre os aditivos e as linhagens, assim como as concentrações de proteína total, albumina, lactato, colesterol, fosfatase alcalina e glicose plasmática. Os triglicerídeos apresentaram diferença, entre as duas genéticas, onde Comercial (344,75 mg d L^{-1}) foi superior ao ¾ (254,88mg d L^{-1}) ($P<0,05$). Com isso conclui-se que na inclusão testada o aditivo não influenciou o desempenho e não alterou o perfil hematológico e bioquímico dos peixes, porém houve diferenças metabólicas e fisiológicas entre linhagens, o que sugere a singularidade e as características diferenciais entre elas, sendo essas possíveis características que podem ser utilizadas em programas de seleção no futuro.

Palavras-chave: Aditivo nutricional, imunoestimulante, melhoramento genético, prebiótico

Abstract The increasing expansion and increasing demand for the cultivation of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) require greater intensification of production and the use of prebiotics as a viable option to replace antibiotics. In addition, it is essential to consider genetic improvement programs aimed at identifying specimens with accelerated growth and with superior genetic value in relation to economically relevant traits, with the aim of optimizing aquaculture production. The objective was to evaluate the influence of β-Glucan+ Mannanoligosaccharide (βG + MOS) added to the diet on the zootechnical, hematological and blood biochemical parameters of two Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains. The design was completely randomized in

a 2 × 2 factorial arrangement, with the exclusion and inclusion of βG + MOS (Control and 0.2%) and with two genetic groups. The animals used were specimens from the Tilamax genetic improvement program (Commercial Group) and animals from a test variety (lineage of confidential and commercial origin, which is currently being studied), which does not present a genetic link with the Tilamax variety (Group ¾), with four replications and six fish per aquarium, totaling 96 fish. The experimental period was 41 days. No difference (P > 0.05) was found between strains and supplementation in terms of zootechnical and hematological parameters, with the exception of hemoglobin, which was higher in strain ¾ (8.08 g d L^{-1}) compared to Commercial (7.52 g d L^{-1}) (P < 0.05). Lymphocyte, neutrophil, monocyte and thrombocyte counts did not differ (P >0.05) between additives and strains, as did total protein, albumin, lactate, cholesterol, alkaline phosphatase and plasma glucose concentrations. Triglycerides showed a difference between the two genetics, where Commercial (344.75 mg d L^{-1}) was higher than ¾ (254.88 mg d L^{-1}) (P<0.05). With this, it is concluded that in the tested inclusion, the additive did not influence the performance and did not change the hematological and biochemical profile of the fish, however, there were metabolic and physiological differences between strains, which suggests the uniqueness and differential characteristics between them, these being possible characteristics that can be used in selection programs in the future.

Key-words: Genetic improvement, immunostimulant, nutritional additive, prebiotic

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a aquicultura vem ganhando cada vez mais espaço no setor de produção de proteína animal (Medeiros, 2022), principalmente pelos impactos socioeconômicos e pelo crescente olhar sustentável direcionado a produção de organismos aquáticos (Souza et al., 2022). Segundo o anuário da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura- FAO, a produção aquícola, incluindo animais aquáticos e as algas, atingiu um recorde de 122,6 milhões de toneladas, com destaque para a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), terceiro peixe mais produzido do mundo, atrás apenas de algumas espécies de carpa (*Ctenopharyngodon idellus* e *Hypophthalmichthys molitrix)* (FAO, 2022). No Brasil, entretanto, essa é a espécie de maior destaque em 2021, com uma produção de

534.005 toneladas de tilápia, demonstrando um crescimento de 9,8% sobre o ano anterior (Peixe Br, 2022).

Devido a rápida expansão e aumento da demanda, a intensificação da produção torna-se necessária (Lopes et al., 2022). Com isso, existe uma maior necessidade de mão de obra, monitoramento da qualidade da água, nutrição e genética e um maior controle sanitário (Souza & Leite, 2016), o que, caso não ocorra, pode acarretar no surgimento de doenças e alterações ambientais que impactam na fisiologia e metabolismo dos peixes (Martins et al., 2015). Em relação a isso, a adição de antibióticos para controle químico de doenças é uma questão de crescente preocupação para a população (Gomes, 2004), já que seu uso indiscriminado pode causar poluição do meio ambiente, acúmulo de resíduos na carcaça dos peixes e resistência de microrganismos (Chagas et al., 2013).

Uma alternativa cada vez mais estudada e difundida ao uso de antibióticos é a utilização de prebióticos (Carvalho et al., 2011), que vem apresentando resultados e perspectivas promissoras (Sales et al., 2012). Com caráter imunoestimulante, um exemplo dessa categoria são as glucanas (Ferreira et al., 2021), que são macromoléculas formadas por blocos de glicose unidos por meio de ligações β (1-3) e β (1-6), normalmente encontrados nas células de leveduras e fungos (Chagas et al., 2013). Elas possuem certo destaque na piscicultura por atuar na imunidade inata do animal, aumentando a atividade de fagocitação e contribuindo na defesa contra patógenos (Paulsen et al., 2001; Gopalakannan & Arul, 2010). Outro componente presente na parede celular de leveduras e fungos com ação prebiótica é o mananoligossacarídeo (MOS). Ele promove ligações com o envoltório bacteriano de microrganismos patogênicos, o que impede a ligação com o epitélio intestinal e com outras bactérias impossibilitando a formação de colônia (Cechim et al, 2013; Schwarz et al., 2010). Os estudos sobre MOS em dietas para peixes ainda são recentes e seus efeitos sobre o sistema imune, portanto, devem ser levados em consideração (Sousa, 2010).

Outro ponto a ser considerado para a otimização de uma produção aquícola, em especial da tilápia-do-Nilo, são programas de melhoramento genético, pois visam à identificação de animais com crescimento acelerado e com valor genético superior para características de importância econômica (Porto et al., 2015). Segundo os autores citados, o conhecimento dessas características de interesse pode fornecer informações importantes para a definição de critérios de seleção em programas de

melhoramento genético de peixes. As características relacionadas ao crescimento, por exemplo, são as de maior relevância econômica em programas de melhoramento de tilápias (Porto et al., 2015), porém atributos como um melhoramente para peixes com metabolismo mais acelerado e que sofram menos com estresse também podem ser relevantes ao considerar um crescimento gradual da produção ano a ano, porém ainda exitem poucos programas com o objetivo de desenvolver variedades com maior tolerância ao estresse (José, 2021).

O objetivo do presente trabalho, portanto, foi avaliar a influência da adição de βG + MOS sobre os parâmetros zootécnicos, hematológicos, bioquímicos e o índice hepatossomático de juvenis de duas linhagens genéticas de tilápia-do-Nilo.

MATERIAL E MÉTODOS

VARIEDADES E ACASALAMENTOS

Todos os procedimentos com animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (Aprovação CEUA n° 040.2021) e pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (Aprovação CEUA n° 5121251021).

Os animais utilizados foram exemplares de tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*) pertencentes ao programa de melhoramento genético da Tilamax, na Estação de Piscicultura UEM/CODAPAR localizada no distrito de Floriano e animais provenientes de uma variedade teste (linhagem de origem sigilosa e comercial, que está sendo estudada no momento), que não apresenta ligação genética com a variedade Tilamax. Os acasalamentos para obtenção de animais puros (Denominados nesse trabalho de variedade Comercial) foram realizados entre peixes apenas da variedade Tilamax da 12ª geração de melhoramento genético da Estação de Piscicultura UEM/CODAPAR, onde os alevinos foram retirados do *pool* comercial, ou seja, animais que seriam comercializados pela piscicultura. Por outro lado, um acasalamento dirigido foi realizado com 4 machos 1/2 Tilamax - 1/2 variedade teste e 4 fêmeas Tilamax, sendo obtido através dele a segunda variedade utilizada no trabalho, denominada três quartos (3/4). Assim, foram obtidos dois grupos genéticos: um grupo Comercial (indivíduos Tilamax) e um grupo ¾ (Meio sangue teste x Tilamax).

PREPARAÇÃO DAS RAÇÕES EXPERIMENTAIS

Foi utilizada uma ração comercial para juvenis de tilápia-do-Nilo (46% de PB, 8% de Extrato Etéreo, 3% de Matéria Fibrosa e 14% de Matéria Mineral). O aditivo foi adicionado à ração diluindo-o em água destilada, sendo posteriormente homogeneizada e distribuída uniformemente na ração. Para garantir a fixação do mesmo, 40 ml de aditivo aglutinante contendo carboximetilcelulose, metilparabeno e propilparabeno (Veículo Universal Vansil, Descalvado, SP, Brasil) para ração foram adicionados, sendo distribuído de maneira uniforme. A incorporação de βG + MOS foi realizada na dosagem de 2 g por quilo de ração (0,2%). O tratamento controle não incluiu o aditivo.

FASE EXPERIMENTAL

Um total de 96 peixes foram transportados para o laboratório do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Aquicultura e Genética (NEPAG) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) em sacos plásticos contendo 2/3 do volume preenchido com água e 1/3 com oxigênio.

Ao chegarem ao laboratório, os sacos contendo os peixes foram aclimatados à temperatura da água dos aquários em sistema estático (16 aquários de 40L) por 20 minutos, sendo posteriormente liberados. A temperatura foi mantida constante com o uso de aquecedor de ambiente. A renovação de 50% da água dos aquários utilizando água desclorada e avaliação dos parâmetros de qualidade da água foram realizadas diariamente. Os peixes foram aclimatados às condições experimentais por um período de 30 dias antes de iniciarem o experimento. Passado esse período, foram anestesiados com Benzocaína 0,1 g L^{-1} (0,1 g mL^{-1} de álcool 96° em 10 L de água), imobilizados com toalhas úmidas, para reduzir o estresse, e foram pesados, medidos (comprimento) e distribuídos novamente nos aquários.

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 × 2, com a inclusão e não inclusão de β-Glucana + Mananoligossacarídeo (Controle e 0,2%) e dois grupos genéticos (Comercial e ¾). Foram utilizadas quatro repetições, com seis peixes por aquário e 24 peixes por grupo, totalizando 96 juvenis com peso inicial médio de 31,16±5,73 g. O período experimental foi de 41 dias, sendo

alimentados manualmente duas vezes por dia (10:00h e 15:00h) até aparente saciedade. Os parâmetros temperatura (ºC), pH e oxigênio dissolvido (OD) (mg/L) foram mensurados diariamente. Os níveis de amônia foram mensurados três vezes por semana. Essas análises foram realizadas com aparelho multiparâmetro (*Hanna Instruments*, Barueri, SP, Brasil), pHmetro (*pH meter Akso*, São Leopoldo, RS, Brazil) e kit comercial para ensaio colorimétrico (*Labcon Test* Amônia Tóxica Água Doce, Alcon Pet, Camboriú, SC, Brasil). Os parâmetros de temperatura (23,1°C a 28,5°C), pH (6,4 a 7,7), oxigênio dissolvido (3,01 a 6,18 mg/L) e amônia (0,00 a 2,00 mg/L) se mantiveram dentro das exigências mínimas para o conforto da espécie.

ANÁLISES ZOOTÉCNICAS

Ao final do período experimental, e após jejum de 15 horas, foram realizadas biometrias de todos os 96 peixes no experimento. Para minimizar o estresse durante as medições e a necessidade de procedimentos subsequentes, os peixes foram anestesiados com Benzocaína 0,1 g L^{-1} (0,1 g mL^{-1} de álcool 96° em 10 L de água) e, a seguir, imobilizados com toalhas úmidas. Foram mensurados: peso final (g), comprimento total (cm) e comprimento padrão (cm). Com base nestes dados foram calculados:

- Ganho em peso total: [peso final – peso inicial]
- Taxa de crescimento específico: [(Ln peso final (g) – Ln peso inicial (g))/período experimental em dia] x 100]
- Fator de condição: [(peso total (g)/ comprimento padrão $(cm)^3$) x 100]

Todos os parâmetros zootécnicos foram estimados com base nas metodologias descritas por Jami et al. (2019), Munir et al. (2016) e Nagata et al. (2010).

Após a anestesia, coleta dos dados de desempenho e de sangue, todos os peixes foram abatidos por meio de secção medular. Após comprovada a morte foi feito uma incisão ventral nos animais, onde de cada exemplar foi obtido o peso do fígado, utilizado para o cálculo do índice hepatossomático: [100x (Peso do fígado / Peso do peixe)]

ANÁLISE HEMATOLÓGICA E BIOQUÍMICA DO SANGUE

Para as análises relacionadas ao hemograma, foram utilizados um total de três peixes por aquário, onde foram coletados 800-900 µL de sangue da veia caudal em microtubos plásticos de 2 mL. Para isso foram utilizadas seringas de 3 mL umedecidas com EDTA como anticoagulante para a preservação das amostras. Cada coleta foi realizada após a anestesia com Benzocaína 0,1 g L^{-1} (0,1 g mL^{-1} de álcool 96° em 10 L de água). As análises foram feitas em parceria com o Laboratório de Patologia Clínica Veterinária, localizado no Hospital Veterinário da UEL. A concentração de hemoglobina total (Hb g d L^{-1}) foi realizada pelo método de cianometahemoglobina. A contagem de eritrócitos (RBC µL $^{-1}$) foi realizada através da técnica Natt-Herrick e a feita através da Câmara de Neubauer. A contagem diferencial de leucócitos e trombócitos foi realizada em lâminas coradas pela técnica de panótico rápido. Para o cálculo de hematócrito (Ht em %) foi utilizado a técnica de microhematócrito. Todas os métodos mencionados anteriormente seguiram a metodologia descrita por Hrubec et al (2000) e Thrall (2007). A determinação dos índices hematimétricos MCV (volume corpuscular médio), MCHC (concentração de hemoglobina corpuscular média) e MCH (hemoglobina corpuscular média), foi seguido as metodologias descritas por Ranzani-Paiva et al. (2013).

Para as análises bioquímicas também foram utilizados três peixes por aquário, diferentes daqueles destinados as análises de hemograma. Neles, também foram coletados 800-900uL de sangue da veia caudal em microtubos plásticos de 1,5 mL, porém nas seringas não foi utilizado EDTA. O sangue foi separado para que fosse dessorado naturalmente e após 4 horas os microtubos foram colocados em centrífuga para total separação (10 min a 3000 × g). Logo após esse processo foi pipetado 200 µL de soro em copos de amostras para que o material fosse analisado no Sistema de Bioquímica Integrada Dimension EXL 200 – *Siemens Healthineers*, uma plataforma integrada de bioquímica e imunoensaio. Os parâmetros analisados foram as concentrações séricas de proteínas totais, albumina, lactato, triglicérides, colesterol e fostatase alcalina. Para essas análises, reagentes de *Dimension*® *Clinical Chemistry System* (*Siemens, Newark*, NJ, EUA) foram utilizados, com exceção da albumina que utilizou o reagente colorimétrico da marca Gold Analisa® (Carlos Prates, Belo Horizonte, MG, Brasil). Os valores de globulinas foram obtidos pela subtração entre proteínas totais e albumina.

GLICOSE PLASMÁTICA

A concentração de glicose plasmática foi mensurada com tira teste, com o uso de glicosímetro portátil *FreeStyle Optium Neo* (*Abbott*, *Maidenhead*, BRK, Inglaterra). Para essa análise foram utilizados os mesmos animais destinados para as análises bioquímicas, ou seja, três peixes por aquário, onde o sangue da seringa foi colocado na tira teste antes de ser colocado nos microtubos. Toda a metodologia aplicada foi seguida conforme as recomendações do fabricante.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância usando o programa R studio (versão 3.1.4). As diferenças entre as médias foram testadas pelo teste de Tukey com nível de significância de $P<0,05$.

RESULTADOS

ANÁLISES ZOOTÉCNICAS

Não houve diferença ($P>0,05$) dos parâmetros zootécnicos entre linhagens genéticas ou entre a inclusão e não inclusão de prebióticos na ração (Tabela 1).

Tabela 1 Efeitos da βG + MOS e da variedade genética sobre parâmetros zootécnicos e índice hepatossomático (média ± desvio padrão) em juvenis de tilápia-do-Nilo

Tratamento	**Comprimento Total inicial (cm)**		Média	P valor trat
	Comercial	3/4		
0	11,26±1,06	11,63±0,71	11,45	0,581
0,2%	11,40±0,78	11,31±0,76	11,35	
Média	11,33	11,47		
P valor linhagem	0,405			
Tratamento*Linhagem	0,185			
Tratamento	**Comprimento Padrão Inicial (cm)**		Média	P valor trat
	Comercial	3/4		
0	9,42±0,78	9,66±0,61	9,54	0,096

0,2%	9,28±0,72	9,33±0,65	9,30	
Média	9,35	9,49		
P valor linhagem	0,307			
Tratamento*Linhagem	0,517			
	Peso Final (g)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	89,12±19,62	99,10±23,61	94,11	0,942
0,2%	94,57±28,04	92,96±19,29	93,76	
Média	91,84	96,03		
P valor linhagem	0,373			
Tratamento*Linhagem	0,219			
Tratamento	**Comprimento Total Final (cm)**		Média	P valor trat
	Comercial	3/4		
0	15,99±1,54	16,58±1,32	16,29	0,855
0,2%	16,44±1,36	16,23±1,25	16,34	
Média	16,21	16,41		
P valor linhagem	0,491			
Tratamento*Linhagem	0,154			
Tratamento	**Comprimento Padrão Final (cm)**		Média	P valor trat
	Comercial	3/4		
0	13,43±1,32	13,94±1,22	13,68	0,795
0,2%	13,73±1,30	13,51±1,13	13,62	
Média	13,58	13,72		
P valor linhagem	0,573			
Tratamento*Linhagem	0,158			
	Ganho de Peso Total (g)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	58,10±14,73	64,28±21,31	61,19	0,743
0,2%	64,87±27,91	60,35±18,07	62,61	
Média	61,48	62,32		
P valor linhagem	0,847			
Tratamento*Linhagem	0,217			
	Fator de condição CT (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	2,20±0,58	2,12±0,14	2,16	0,338
0,2%	2,07±0,15	2,15±0,12	2,11	
Média	2,14	2,13		
P valor linhagem	0,915			
Tratamento*Linhagem	0,288			
	Fator de condição CP (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	3,72±1,03	3,63±0,46	3,68	0,845
0,2%	3,57±0,23	3,74±0,26	3,66	
Média	3,65	3,69		
P valor linhagem	0,757			
Tratamento*Linhagem	0,276			
	Taxa de crescimento		Média	P valor trat

	específico (% g)			
Tratamento	Comercial	3/4		
0	2,64±0,34	2,59±0,52	2,61	0,308
0,2%	2,86±0,87	2,62±0,59	2,74	
Média	2,75	2,60		
P valor linhagem	0,244			
Tratamento*Linhagem	0,439			
	Índice hepatossomático (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	2,45±0,48	2,36±0,79	2,41	0,932
0,2%	2,48±0,72	2,35±0,97	2,42	
Média	2,47	2,36		
P valor linhagem	0,472			
Tratamento*Linhagem	0,913			

Concentrações de β-Glucana+MOS: 0 (Controle), 0,2% (Beta-Glucana+MOS). Linhagem Comercial (Tilamax), ¾ (Meio sangue x Tilamax).

PERFIL HEMATOLÓGICO, PARÂMETROS IMUNOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS

Nenhuma diferença (p > 0,05) foi encontrada entre as linhagens genéticas alimentadas ou não com βG + MOS em relação às análises de RBC, HT, HCM, CHCM e VCM. Por outro lado, foi encontrado diferença (P<0,05) nos valores de hemoglobina (Hb g dL^{-1}) em relação a variedade genética, onde o grupo ¾ apresentou valor superior ao grupo comercial (Tabela 2).

Tabela 2 Perfil hematológico (média ± desvio padrão) de duas variedades genéticas de tilápia-do-Nilo alimentadas com e sem βG + MOS

	RBC (×10^6 µL^{-1})		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	2.03±0.79	2.34±0.58	2.19	0.987
0,2%	2.14±0.77	2.15±0.51	2.14	
Média	2.08	2.26		
P valor linhagem	0.402			
Tratamento*Linhagem	0.465			
	Hb (g dL^{-1})		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	7.43±0.90	8.13±0.44	7.78	0,096
0,2%	7.61±0.75	8.01±0.67	7.78	
Média	7.52 B	8.08 A		
P valor linhagem	0.0119 *			
Tratamento*Linhagem	0.4870			
	Ht (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		

0	30.67±9.87	33.92±6.46	32.29	0.687
0,2%	33.08±8.68	33.44±4.07	33.24	
Média	31.88	33.71		
P valor linhagem	0.416			
Tratamento*Linhagem	0.541			
	HCM (g dL^{-1})		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	41.71±16.44	36.37±9.63	39.04	0.985
0,2%	39.55±14.36	38.53±10.70	39.11	
Média	40.63	37.30		
P valor linhagem	0.404			
Tratamento*Linhagem	0.589			
	VCM (fL)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	158.04±23.13	147.48±13.42	152.76	0.229
0,2%	160.57±21.27	160.61±27.50	160.59	
Média	159.30	153.10		
P valor linhagem	0.383			
Tratamento*Linhagem	0.416			
	CHCM (g dL^{-1})		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	24.99±6.06	24.15±4.83	24.57	0.769
0,2%	24.16±6.42	24.01±2.98	24.10	
Média	24.58	24.09		
P valor linhagem	0.748			
Tratamento*Linhagem	0.831			

Concentrações de β-Glucana+MOS: 0 (Controle), 0,2% (Beta-Glucana+MOS). Linhagem: Comercial (Tilamax), ¾ (Meio sangue x Tilamax). RBC: Eritrócitos; Hb: Hmoglobina; Ht: Hematócrito; HCM: Hemoglobina Corpuscular Média; VCM: Volume Corpuscular Médio; CHCM: Concentração da hemoglobina corpuscular média. Letras maiúsculas indicam diferença significativa (P < 0.05) entre tratamentos.

A contagem de linfócitos, neutrófilos, monócitos, trombócitos e a relação neutrófilo/linfócito não apresentaram diferenças entre a as rações e nem para a linhagem genética (P> 0,05) (Tabela 3).

Tabela 3 Contagem diferencial de leucócitos (média ± desvio padrão) de juvenis de tilápia-do-Nilo alimentadas com e sem βG + MOS provenientes de duas variedades genéticas

	Linfócito (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	64.92±25.26	66.33±20.88	65.63	0.467
0,2%	74.42±17.33	65.11±23.91	70.43	
Média	69.67	65.81		
P valor linhagem	0.593			

Tratamento*Linhagem		0.420		
	Neutrófilo (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	33.10±24.80	25.75±17.46	29.09	0.582
0,2%	20±14.89	30.11±24.29	24	
Média	26	27.62		
P valor linhagem	0.468			
Tratamento*Linhagem		0.275		
	Monócito (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	1.8±1.14	3.43±2.64	2.47	0.830
0,2%	2.25±1.28	2.67±0.03	2.43	
Média	2	3.08		
P valor linhagem	0.518			
Tratamento*Linhagem		0.857		
	Trombócito (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	13.17± 12.92	11± 6.38	12.08	0.964
0,2%	11.64± 9.96	12.33± 7.92	11.95	
Média	12.43	11.57		
P valor linhagem	0.768			
Tratamento*Linhagem		0.630		
	Neutrófico/Linfócito (%)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	0.79±1.08	0.52±0.46	0.657	0.449
0,2%	0.29±0.27	0.73±0.85	0.482	
Média	0.618	0.614		
P valor linhagem	0.791			
Tratamento*Linhagem		0.125		

Concentrações de β-Glucana+MOS: 0 (Controle), 0,2% (Beta-Glucana+MOS). Linhagem: Comercial (Tilamax), ¾ (Meio sangue x Tilamax).

Os parâmetros bioquímicos da proteína total, albumina, lactato, colesterol, fosfatase alcalina e globulina não apresentaram diferenças (P>0,05) para o aditivo ou para as variedades genéticas. Seguindo o padrão anterior, os valores de glicose plasmática também não apresentaram efeito. Somente os triglicerídeos apresentaram diferença (P<0,05), especificamente entre as duas variedades genéticas testadas, onde o grupo comercial apresentou um valor superior ao grupo 3/4 (Tabela 4).

Tabela 4 Parâmetros bioquímicos sanguíneos e glicose plasmática (média ± desvio padrão) de juvenis de duas variedades de tilápia-do-Nilo alimentadas com e sem βG

+ MOS

	Proteína Total (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	3,20±0,28	3,28±0,45	3,24	0,203
0,2%	3,20±0,41	3,02±0,19	3,11	
Média	3,20	3,15		
P valor linhagem	0,591			
Tratamento*Linhagem	0,203			
	Albumina (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	0,49±0,19	0,48±0,11	0,48	0,940
0,2%	0,53±0,30	0,43±0,09	0,48	
Média	0,51	0,45		
P valor linhagem	0,334			
Tratamento*Linhagem	0,502			
	Lactato (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	2,83±1,02	2,64±0,96	2,73	0,582
0,2%	2,84±0,96	2,94±1,02	2,89	
Média	2,83	2,79		
P valor linhagem	0,884			
Tratamento*Linhagem	0,622			
	Triglicerídeos (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	320,83±149,95	267,58±108,30	294,21	0,769
0,2%	368,67±174,17	242,17±70,79	305,42	
Média	344,75 A	254,88 B		
P valor linhagem	0,027*			
Tratamento*Linhagem	0,341			
	Colesterol (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	112,50±23,61	114,00±15,55	113,25	0,475
0,2%	111,00±19,27	108,00±11,45	109,50	
Média	111,75	111,00		
P valor linhagem	0,886			
Tratamento*Linhagem	0,668			
	Fosfatase Alcalina (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	26,58±6,67	23,67±3,77	25,13	0,573
0,2%	25,08±7,56	23,33±2,99	24,21	
Média	25,83	23,50		
P valor linhagem	0,155			
Tratamento*Linhagem	0,719			
	Glicose (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	48,56±12,65	45,63±13,52	47,09	0,364
0,2%	44,06±16,61	51,06±18,38	47,56	
Média	46,31	48,34		

P valor linhagem	0,824			
Tratamento*Linhagem	0,113			
	Globulinas (mg dL $^{-1}$)		Média	P valor trat
Tratamento	Comercial	3/4		
0	2.71±0.18	2.8±0.39	2.75	0.0958
0,2%	2.68±0.19	2.58±0.11	2.63	
Média	2.69	2.69		
P valor linhagem	1.0000			
Tratamento*Linhagem	0.2186			

Concentrações de β-Glucana+MOS: 0 (Controle), 0,2% (Beta-Glucana+MOS). Linhagem: Comercial (Tilamax), ¾ (Meio sangue x Tilamax). Letras maiúsculas indicam diferença significativa (P < 0.05) entre tratamentos.

DISCUSSÃO

Nesta seção, discutiremos os principais resultados obtidos neste estudo e sua implicação para a área da piscicultura e seu crescente desenvolvimento. Os resultados foram analisados e interpretados com o objetivo de responder às hipóteses de pesquisa e atender aos objetivos estabelecidos no início do estudo.

Em relação ao nível de estresse dos animais e as condições em que os animais foram conduzidos, diferenças nos resultados não eram esperados para parâmetros zootécnicos, uma vez que as condições laboratoriais mantiveram o conforto durante o período experimental, de acordo com os parâmetros de água e temperatura citados anteriormente. Isso pode ser observado ao analisar os resultados de fator de condição encontrados nesse trabalho, que refletem as informações sobre o estado fisiológico em relação ao bem-estar do animal (Geraldo, 2016) e permite ainda, comparações entre populações que vivem em diferentes condições alimentares, climáticas e de densidade (Araújo et al., 2010). Assim, ao não haver diferença entre os tratamentos e linhagens observa-se que todos estavam nas mesmas condições, considerando que não houve desafios durante a pesquisa (hipóxia, variações ambientais bruscas, presença de patógenos, deficiência nutricional).

Nesse sentido, Garcia (2008) avaliando um promotor de crescimento com 25% de MOS e 30% de β-glucana para juvenis de tilápia mantidos em laboratório com todos os parâmetros controlados, observou que o suplemento, independente dos níveis oferecidos, não influenciou os parâmetros zootécnicos, assim como no trabalho de García e Moraes (2011) com suplementação alimentar com MOS e β-Glucana (βG) para tilápias-do-Nilo criadas em tanques-rede, onde os resultados

permitiram concluir que a adição de suplemento até o nível de 20% na ração não alterou a taxa de crescimento.

O índice hepatossomático também não apresentou diferença entre dietas e variedades genéticas, assim como em outros trabalhos que utilizaram ingredientes alternativos e/ou prebióticos na dieta (Santos et al., 2007; Junior et al., 2010), com destaque para aqueles que utilizaram β -Glucana e/ou MOS na dieta de tilápia-do-Nilo (Schwarz et al., 2010; Carvalho et al., 2011). Em contrapartida um estudo de Satiro (2021) utilizando juvenis de tilapia alimentados com dietas isoproteicas (28% PD) e isoenergeticas (3130 kcal kg^{-1}) contendo dois níveis de carboidratos (CHO-L 270 e CHO-H 620 g kg^{-1}) e quatro níveis de βG (0, 1, 3 e 6 g kg^{-1}), encontrou que quando houve a inclusão do βG o desempenho dos peixes alimentados com ambos CHOs se potencializou, onde ela foi capaz de atuar na redução do índice hepatossómatico, lipídio muscular, enzimas glicolíticas e enzimas lipogênicas.

Em relação ao perfil hematológico dos peixes, assim como em outros trabalhos que utilizaram prebióticos como o Flavofeed® (Fabregat, 2006), MOS e alga marinha *Kappaphycus alvarezii* (Oshiro, 2015) e βG (Souza et al, 2020), o presente trabalho não apresentou diferença entre RBC, HT, HCM, CHCM e VCM. Houve, porém, a exceção da hemoglobina, que apresentou efeito para a linhagem. Segundo Silveira (2009), em seu estudo sobre fatores estressantes em peixes, um aumento na hemoglobina pode ser causada por uma fonte de estresse de natureza respiratória, talvez até no momento do manuseio e manejo durante o abate, acarretando no aumento da dopamina. Ela aumentará os níveis de adrenalina e noradrenalina e a elevação da concentração de hemoglobina no sangue e de glicose no plasma, reduzindo a concentração de glicogênio no fígado e nos músculos. Considerando que não houve diferença na glicose e nem no índice hepatossomático, a afirmação pode não se adequar completamente a esse trabalho.

Além de transportar oxigênio, a hemoglobina também participa do processo de transporte de nutrientes e recolhe as substâncias secretadas pelas células, conduzindo-as para vias de eliminação branquial e renal (Mombach et al., 2015; Talpur et al. 2014). O aumento nos valores de hemoglobina, também já foram relatados em peixes como bacalhau-do-Atlântico (*Gadus morhua*) (Petersen & Gamperl, 2011), Truta-Arco-íris (lai et al., 2006) e Curimatã (*Prochilodus nigricans*) (Val et al., 2015) submetidos à hipóxia.

Segundo Schorer (2008) em seu estudo sobre a utilização da βG sobre o

desempenho produtivo, indicadores de estresse, perfil hematológico e sobrevivência do pacu (*Piaractus mesopotamicus*), somente aos 45 dias houve aumento na concentração de hemoglobina para o tratamento 0,3% em relação ao grupo controle, porém durante quase todo o período experimental esse parâmetro não havia sido alterado.

Já no estudo de Mombach (2015) sobre novos prebióticos na nutrição de tilápia-do-Nilo, durante 60 dias com adição de 2,5 e 5 g kg^{-1} de ORANPre, LINPre e Actigen ® (Prebiótico comercial), na avaliação dos parâmetros hematológicos, a hemoglobina do sangue não foi influenciada significativamente pelos prebióticos e seus respectivos níveis de inclusão.

Os valores hematológicos encontrados no presente trabalho (RBC, Ht, Hb, HCM, VCM e CHCM), portanto, foram similares ao encontrado por estudos recentes com tilápias (Telli et al., 2014; Quezada-Rodríguez & Fajer-Ávila, 2017; Suphoronski et al., 2019), permanecendo, dessa forma, dentro dos valores considerados normais para a espécie. A contagem de hemácias e o hematócrito quando decrescem são indicativos de anemia e de agravamento do estado de saúde do peixe (Dallagnol et al., 2014), demonstrando que tais fatores não ocorreram durante o experimento. Destaca-se por fim que as oscilações dos valores hematológicos em peixes são influenciadas por fatores abióticos como a temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade e pH, assim como por estresse, ciclo sazonal e fatores endógenos como a espécie, sexo, estádio de maturação gonadal, estado nutricional e doenças (Ranzani-Paiva, 1991). Durante o experimento, os parâmetros da água estiveram na faixa de conforto da espécie, não sendo esperada uma influência de fatores abióticos.

Uma pesquisa avaliando os efeitos de níveis graduais de βG na dieta (0, 0,05, 0,10, 0,20 e 0,40 %) no desempenho de crescimento, parâmetros hematológicos de *Trachinotus ovatus* indicou aumentos significativos nos glóbulos vermelhos (na dieta com 0,20% de β-Glucana), nos leucócitos totais (na dieta com 0,05–0,20% de βG), na contagem de linfócitos e monócitos em peixes alimentados com 0,10%–0,40% de βG. Em suma foi encontrado que níveis ótimos de βG para parâmetros hematológicos com base na contagem de linfócitos, foi estimado em 0,120% (Do Huu et al., 2016). Outro estudo utilizando extrato de leveduras na dieta de tilápia-do-Nilo, com seis níveis (0, 10, 20, 40, 60, 80 g kg^{-1}) de uma fonte de nucleotídeos (NuPro®) demonstrou que dentre as variáveis hematológicas analisadas, a

contagem de trombócitos, leucócitos e monócitos aumentaram linearmente (P<0,05) (Berto, 2013).

Por fim, em relação aos parâmetros bioquímicos analisados no trabalho, a glicose plasmática em peixes é comumente analisada como indicador indireto de estresse nos peixes, mas sua resposta é extremamente complexa e seu uso como indicador depende, entre outros fatores, do agente estressor (Cavero et al., 2004; Hurvitz et al., 1997). Cavero (2004) encontrou que os níveis de glicose foram altos ao início de seu experimento, quando os peixes foram submetidos a práticas de rotina de biometria, reduzindo-se à medida que os peixes foram se aclimatando às condições experimentais. Um aumento do estresse e inflamação causa um aumento na produção de globulinas, alterando a concentração de proteína plasmática total Esse aumento possui grande importância para o mecanismo de defesa (Barbuio, 2013). No presente trabalho não foram evidenciadas diferenças estatísticas na glicose, proteína total, albumina e globulinas e na grande parte de parâmetros bioquímicos, já que ambos estavam em condições experimentais similares.

Os triglicerídeos, únicos dados que apresentaram diferença nos parâmetros bioquímicos, são considerados indicadores do estado nutricional dos animais (Garcia-Rodriguez et al., 1987). Eles são a reserva lipídica mais prontamente disponível durante as fases iniciais de redução de oferta de alimento e por serem insolúveis em água, podem ser estocados em grande quantidade no tecido adiposo do animal (Cadorin et al., 2020). Segundo os autores citados anteriormente, o aumento na circulação de triglicerídeos e glicose no plasma tem a probabilidade de ser um indicativo tanto do aumento na deposição lipídica corporal, como também da diminuição do catabolismo lipídico. Heath (1995) afirmou que a mobilização de colesterol e triglicerídeos no sangue depende de lipoproteínas, que são produzidas pelo fígado e que em uma disfunção hepática, a biossíntese de transportadores pode ficar comprometida, alterando seus níveis plasmáticos, podendo evidenciar uma condição fisiológica caracterizada por alta mobilização energética. Em futuras pesquisas sugere-se fazer uma análise de índice de gordura visceral para que se possa analisar uma tendência de maior acúmulo de reservas energéticas e mobilização de gordura ser mais intensa para a linhagem Comercial do que na ¾.

Considerando que o efeito ocorreu apenas na linhagem, onde as diferenças observadas nos triglicerídeos mostraram maiores valores para a variedade Comercial (344,75 mg d L^{-1}) em comparação com a variedade ¾ (254,88 mg d L^{-1})

demonstrando um possível efeito genético nessa variação. Uma hipótese que pode ser proposta, além da diferença genética relacionada à mobilização energética, seria a diferença na ação da enzima lipase lipoproteica entre as duas variedades. Essa enzima possui a capacidade de realizar a hidrolise dos triglicerídeos e os diglicerídeos em ácidos graxos e monoglicerídeos, diminuindo a quantidade de triglicerídeos plasmáticos (Schiavo et al., 2003). Outra hipótese a ser considerada é que existem diferenças entre as linhagens em relação à ação da enzima lipase hormônios-sensível, que promove a lipólise, por hidrólise dos triglicerídeos armazenados, e liberação de ácido graxo livre no plasma. A atividade da enzima lipase lipoproteica e a lipase hormônios- sensível não foram mensuradas, razão pela qual não se pode ter certeza dessa afirmação, sendo assim, futuras pesquisas serão necessárias para esclarecer essa hipótese.

Conclusão

Com isso conclui-se que na inclusão testada o aditivo não influenciou o desempenho e não alterou o perfil hematológico e bioquímico dos peixes, porém houve diferenças metabólicas e fisiológicas entre variedades genéticas, onde a variedade ¾ apresentou maior concentração de hemoglobina e menores concentrações de triglicerídeos que a linhagem Comercial, o que sugere a singularidade e as características diferenciais entre elas.

Agradecimento

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina em relação ao financiamento e apoio durante o estudo.

REFERÊNCIAS

Araújo, C. S. O., Gomes, A. L. S., & Andrade, S. M. S. (2010). Relação peso-comprimento e fator de condição relativo (Kn) do pirarucu *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (*Arapaimidae*) em cultivo semi-intensivo no estado do Amazonas, Brasil. *Revista Brasileira de Zoociências*, 12(1), 59-65.

Barbuio, R. (2013). *Hematologia e histopatologia de tilápias (Oreochromis niloticus) vacinadas e desafiadas com Aeromonas hydrophila e Streptoccocus agalactiae* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo, SP, Brasil].

Berto, R. D. S. (2013). *Extrato de leveduras no crescimento, utilização dos nutrientes e respostas hemato-imunológicas em tilápia-do-Nilo* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC, Brasil].

Cadorin, D. I. (2020). *Efeito da frequência alimentar e taxa de arraçoamento no desempenho zootécnico, composição corporal e metabólitos plasmáticos em juvenis de tilápia-do-Nilo.* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, SC, Brasil].

Carvalho, J., Lira, A., Costa, D., Moreira, E., Pinto, L., Abreu, R., & Albinati, R. (2011). Desempenho zootécnico e morfometria intestinal de alevinos de tilápia-do-Nilo alimentados com" *Bacillus subtilis*" ou mananoligossacarídeo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 12(1), 176-187.

Cavero, B. A. S., Pereira-Filho, M., Bordinhon, A. M., Fonseca, F. A. L. D., Ituassú, D. R., Roubach, R., & Ono, E. A. (2004). Tolerância de juvenis de pirarucu ao aumento da concentração de amônia em ambiente confinado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 513-516.

Cechim, F. E. (2013). *Características morfológicas do epitélio intestinal e desempenho de Tilápia-do-Nilo, Oreochromis niloticus, suplementada com*

mananoligossacarídeo (MOS) [Dissertação de mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, PR, Brasil].

Cerozi, B. S. (2012). *Prebióticos e probióticos dietéticos, desempenho e higidez de juvenis de pacu Piaractus mesopotamicus (Holmberg, 1887)*. [Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil].

Chagas, E. C., Pilarski, F., Sakabe, R., & Moraes, F. R. D. (2013). Desempenho produtivo e respostas fisiopatológicas de tambaquis alimentados com ração suplementada com β-Glucana. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48, 899-905.

Dallagnol, J. M., Higuchi, L. H., Maluf, M. L. F., Feiden, A., & Boscolo, W. R. (2014). Avaliação sérica de pacus submetidos a dietas com diferentes níveis de proteína e energia cultivados em tanques-rede. *Acta Iguazu*, 3(2), 97-108.

Davis, A. K., Maney, D. L., & Maerz, J. C. (2008). The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. *Functional ecology*, 22(5), 760-772.

Del Rocío Quezada-Rodríguez, P., & Fajer-Ávila, E. J. (2017). The dietary effect of ulvan from *Ulva clathrata* on hematological-immunological parameters and growth of tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Applied Phycology,* 29(1), 423-431.

Deon, M. P. P., Bicudo, Á. J. D. A., & Sado, R. Y. (2021). Desempenho, hematologia e imunologia do pacu em resposta à suplementação dietética com frutooligossacarídeos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 56.

Do Huu, H., Sang, H. M., & Thuy, N. T. T. (2016). Dietary β-glucan improved growth performance, Vibrio counts, haematological parameters and stress resistance of pompano fish, *Trachinotus ovatus Linnaeus*, 1758. *Fish & shellfish immunology*, 54, 402-410.

Fabregat, T. E. H. P. (2006). Utilização do prebiótico flavofeed® como suplemento dietário para juvenis de tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus.*[Dissertação de

mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil].

FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation (2022) Rome, FAO, https://doi.org/10.4060/cc0461en

Faria, V. P. (2015). *Estudo do efeito modulador do macrolídeo tilosina na reação inflamatória aguda de tilápias do Nilo (Oreochromis niloticus), vacinadas e desafiadas com Streptococcus agalactiae* [Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo, SP, Brasil]

Feitoza-Silva, A. (2019). *Eficácia do levamisol como modulador de respostas de estresse, do sistema imune inato e anti-helmíntico em tambaqui.* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil]

Ferreira, K. B., Leite, R. B., Augusti, R., Melo, J. O. F., Galvão, J. R., Kowalski, É. A., ... & Silva, L. P. D. (2021). Prebióticos na alimentação de peixes: uma revisão sobre ingredientes promotores de saúde, *Engenharia de pesca: Aspectos teóricos e práticos*, (Cap, 13, pp. 198-215). Editora Cientifica Digital,

Gaiotto, J. R. (2005) *Utilização de levedura de cana-de-açúcar (Saccharomyces cerevisae) e seus subprodutos na alimentação de juvenis de pintado (Pseudoplatystoma coruscans)* [Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil]

Sousa, A. D. L. (2010). *Mananoligossacarídeo e β-glucano na suplementação dietária para juvenis de tilápia-do-nilo mantidos em tanques-rede* [Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil]

García, F., Santos, V. B., & Moraes, F. R. (2011). Eficiência da suplementação alimentar em tilápias do nilo usando modelo exponencial de crescimento. *Archivos de zootecnia*, 60(232), 1239-1246.

García-Rodríguez, T., Ferrer, M., Carrillo, J. C., & Castroviejo, J. (1987). Metabolic responses of *Buteo buteo* to long-term fasting and refeeding. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 87(2), 381-386.

Geraldo, A. M. R. (2016). *Probiótico, prebiótico e simbiótico na nutrição de juvenis de carpa capim* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Pampa, Rio Grande do Sul, RS, Brasil].

Gomes, D. M. (2004). *Resíduos de antibióticos promotores de crescimento em produtos de origem animal*. [Monografia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil].

Gopalakannan, A., & Arul, V. (2010). Enhancement of the innate immune system and disease-resistant activity in *Cyprinus carpio* by oral administration of β-glucan and whole cell yeast. *Aquaculture research*, 41(6), 884-892.

Graeff, A., & Mondardo, M. (2006). Influência do probiótico no crescimento das carpas comum (*Cyprinus carpio* l., 1758) na fase de recria. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(11), 1-8.

Heath, A. G. (1995). Water pollution and Fish Physiology, CRC. Press. INC. Boca. Raton, Florida, 359.

Hrubec, T. C., Cardinale, J. L., & Smith, S. A. (2000). Hematology and plasma chemistry reference intervals for cultured tilapia (*Oreochromis hybrid*). *Veterinary clinical pathology*, 29(1), 7-12.

Hurvitz, A., Bercovier, H., & Van Rijn, J. A. A. P. (1997). Effect of ammonia on the survival and the immune response of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss, Walbaum*) vaccinated against *Streptococcus iniae*. *Fish & Shellfish Immunology*, 7(1), 45-53.

Ishikawa, N. M., Ranzani-Paiva, M. J. T., & Lombardi, J. V. (2008). Metodologia para quantificação de leucóciotos totais em peixe *Oreochromis Niloticus*. *Archives of Veterinary Science*, 13, 54-63.

Jami, M.J., Kenari, A.A., Paknejad, H., Mohseni, M. 2019. Effects of dietary β-glucan, mannan oligosaccharide, *Lactobacillus plantarum* and their combinations on growth performance, immunity and immune related gene expression of *Caspian trout, Salmo*

trutta caspius (Kessler, 1877). *Fish Shellfish Immunol*. 91, 202-208. https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.05.024

Junior, A. C. F., Barros, M. M., Pezzato, L. E., Guimarães, I. G., dos Santos, V. G., & Padovani, C. R. (2010). Desempenho produtivo de tilápia do Nilo alimentada com níveis de colina na dieta. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 32(2), 163-167.

Kühlwein, H., Merrifield, D. L., Rawling, M. D., Foey, A. D., & Davies, S. J. (2014). Effects of dietary β-(1, 3)(1, 6)-D-glucan supplementation on growth performance, intestinal morphology and haemato-immunological profile of mirror carp (*Cyprinus carpio L.*). *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 98(2), 279-289.

Lai, J. C., Kakuta, I., Mok, H. O., Rummer, J. L., & Randall, D. (2006). Effects of moderate and substantial hypoxia on erythropoietin levels in rainbow trout kidney and spleen. *Journal of Experimental Biology*, 209(14), 2734-2738.

Lirançо, A. D. D. S., Ciarlini, P. C., Moraes, G., Camargo, A. L. S., & Romagosa, E. (2013). Mannanoligosaccharide (mos) and β-glucan (β-glu) in dietary supplementation for Nile tilapia juveniles dept in cages. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 8(2), 112-125.

Lopes, B. S., Lopes, B. G., & Faria, G. A. (2022). Levantamento do planejamento experimental e análises de dados utilizados em experimentos com piscicultura. *Research, Society and Development*, 11(13), e115111335049-e115111335049.

Martins, A. M. C., Catroxo, M. H. B., & Hipólito, M. (2015). Estresses ambientais na piscicultura. *Instituto Biológico* (Comunicado Técnico, 211).

Medeiros, G. O., Silva, W. S., & Tosta, M. D. C. R. (2022). A água como entrave da piscicultura semi-intensiva no estado do Espírito Santo (Brasil). *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, 10(2).

Mombach, P. I. (2015). Novos prebióticos na nutrição de Tilápia do Nilo [Dissertação de mestrado, Universidade Federal De Santa Maria, Rio Grande do Sul, RS, Brasil].

Munir, M. B., Hashim, R., Manaf, M. S. A., & Nor, S. A. M. (2016). Dietary prebiotics and probiotics influence the growth performance, feed utilisation, and body indices of snakehead (*Channa striata*) fingerlings. *Tropical Life Sciences Research*, 27(2), 111-125. http://dx.doi.org/10.21315/tlsr2016.27.2.9

Nagata, M.M., Takahashi, L.S., Gimbo, R.Y., Kojima, J.T., Biller, J.D., 2010. Influência da densidade de estocagem no desempenho produtivo do acará-bandeira (*Pterophyllum scalare). Boletim do Instituto de Pesca*. 36(1), 9-16.

Oliveira, V. D. D. (2021). *Níveis de suplementação do aditivo alimentar VILIGEN em dietas para juvenis de tilápia-do-Nilo: efeito na estrutura do epitélio intestinal e junção oclusiva.* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catariana, SC, Brasil

Oshiro, E. (2015). *Prebiótico e probiótico na dieta de tilápia-do-Nilo: Perfil hematológico, resposta imune inata e desempenho zootécnico* [Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, SP, Brasil

Paulsen, S. M., Engstad, R. E., & Robertsen, B. (2001). Enhanced lysozyme production in Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) macrophages treated with yeast β-glucan and bacterial lipopolysaccharide. *Fish & Shellfish Immunology*, 11(1), 23-37.

Peixe BR, Anuário Peixe Br da Piscicultura (2022). Peixe BR–Associação Brasileira da Piscicultura, São Paulo, 2022.

Petersen, L. H., & Gamperl, A. K. (2011). Cod (*Gadus morhua*) cardiorespiratory physiology and hypoxia tolerance following acclimation to low-oxygen conditions. *Physiological and Biochemical Zoology*, 84(1), 18-31.

Pontes, L. H. (2022). *As exigências nutricionais de tilápias nas fases de desenvolvimento* [Monografia de graduação em Engenharia de Aquicultura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, RN, Brasil]

Porto, E. D. P., Oliveira, C. A. L. D., Martins, E. N., Ribeiro, R. P., Conti, A. C. M., Kunita, N. M., ... & Porto, P. P. (2015). Respostas à seleção de características de

desempenho em tilápia-do-nilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50, 745-752.

Ranzani- Paiva, M. J. T. R., de Pádua, S. B., Tavares-Dias, M., & Egami, M. I. (2013). *Métodos para análise hematológica em peixes.* Editora da Universidade Estadual de Maringá- EDUEM.

Ranzani-Paiva, M.J.T. 1991. *Hematologia de peixes*. Histologia de peixes, p. 65-70.

Ranzani-Paiva, M. J. T. R., de Pádua, S. B., Tavares-Dias, M., & Egami, M. I. (2013). *Métodos para análise hematológica em peixes.* Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM.

Raulino, F., Sado, R. Y., & Cechin, F. E. (2012, October). Desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus* alimentados com níveis crescentes de prebiótico. In Sicite 2012 *Anais eletrônicos [Anais].* 17° Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, PR, Brasil.

Rezende, F. A. C., & Monteiro, J. B. R. (2005). Composição corporal: influência na ação da insulina, leptina, lipase lipoprotéica e lipase hormônio-sensível. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr*, 131-140.

Sales, F. B., Sado, R. Y., & Cechin, F. E. (2012). Prebiótico na nutrição de juvenis de tilápia-do-nilo *Oreochromis niloticus*: Efeitos sobre a morfologia intestinal. In Sicite 2012 *Anais eletrônicos [Anais]*. 17° Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, PR, Brasil...

Santos, E. L., Carmo, M. M., Barbosa, J. M., Pessoa, W. V. N., de Lima, A. F., & de Ramos, A. M (2007) Influência da inclusão do farelo de coco na dieta de alevinos de tilápia do Nilo sobre o peso de vísceras, índice hepatosomático e índice de gordura viscero-somática. In SBZ 2007 *Anais eletrônicos [Anais]*. 44ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, São Paulo, SP, Brasil.

Satiro, T. M. (2021). *Efeito do β-glucano nos estoques de lipídios e enzimas metabólicas hepática em tilápias do Nilo alimentadas com alto teor de carboidratos*

[Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil.

Schiavo, M., Lunardelli, A., & Oliveira, J. R. D. (2003). Influência da dieta na concentração sérica de triglicerídeos. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 39, 283-288.

Schorer, M. (2008). *Utilização do beta-glucano sobre o desempenho produtivo, indicadores de estresse, perfil hematológico e sobrevivência do pacu (Piaractus mesopotamicus)* [Dissertação de mestrado,Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil].

Schwarz, K. K., Furuya, W. M., Natali, M. R. M., Michelato, M., & Gualdezi, M. C. (2010). Mananoligossacarídeo em dietas para juvenis de tilápias do Nilo. Acta Scientiarum. *Animal Sciences*, 32(2), 197-203.

Silva, L. C., Guedesa, H. C., Machadoa, D. C., de Assis, C. R. D., da Silvaa, V. L., & de Souza Bezerrab, R. (2018). *Hematológicas e zootécnicas do surubim (Pseudoplatystoma sp.) juvenil estimulado com campo elétrico de baixa intensidade e frequência*. [Tese de doutorado, Universidade Federal De Pernambuco, Pernambuco, PE, Brasil].

Silveira, U. S., Logato, P. V. R., & Pontes, E. (2009). Fatores estressantes de peixes. *Revista Eletrônica Nutritime*, 6(4), 1001-1017.

Sousa, A. D. L. de. (2010). *Mananoligossacarídeo e β-glucano na suplementação dietária para juvenis de tilápia-do-Nilo mantidos em tanques-rede* [Tese de doutorado,Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil.

Souza, A. C. F., Guimarães, E. C., Santos, J. P., Costa, F. N., & Viana, D. C. (2022). Piscicultura no estado do Maranhão: perspectivas para aceleração da produção de peixes nativos. *Scientia Plena*, 18(2).

Souza, G. M., & Leite, M. A. (2016). Custo de Produção de Piscicultura da espécie Tilápia no Sistema Intensivo de tanque rede. *QUALIA: a ciência em movimento*, 2(2), 141-167.

Souza, F. P., de Lima, E. C. S., Pandolfi, V. C. F., Leite, N. G., Furlan-Murari, P. J., Leal, C. N. S., ... & Lopera-Barrero, N. M. (2020). Effect of β-glucan in water on growth performance, blood status and intestinal microbiota in tilapia under hypoxia. *Aquaculture Reports*, 17, 100369.

Suphoronski, S. A., Chideroli, R. T., Facimoto, C. T., Mainardi, R. M., Souza, F. P., Lopera-Barrero, N. M., ... & Gonçalves, G. S. (2019). Effects of a phytogenic, alone and associated with potassium diformate, on tilapia growth, immunity, gut microbiome and resistance against francisellosis. *Scientific reports*, 9(1), 1-14.

Tavares-Dias, M., Ishikawa, M. M., Martins, M. L., Satake, F., Hisano, H., de PÁDUA, S. B., ... & de Sá, A. R. S. (2009). Hematologia: ferramenta para o monitoramento do estado de saúde de peixes em cultivo. In: SARAN NET, A.; MARIANO, W. dos S.; SÓRIA, SFP (Org.). *Tópicos especiais em saúde e criação animal*. São Carlos, SP: Pedro & João Editores, 2009. p. 43-80.

Thrall, M. A. (2007). *Hematologia e bioquímica clínica veterinária*. Editora Roca.

Val, A. L., Gomes, K. R. M., & de Almeida-Val, V. M. F. (2015). Rapid regulation of blood parameters under acute hypoxia in the Amazonian fish *Prochilodus nigricans*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 184, 125-131.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho conclui-se que o aditivo β-Glucana+ Mananoligossacarídeo (βG + MOS) não alterou os parâmetros dos peixes em nenhuma das análises, principalmente por não ter havido a ação de algum desafio como hipóxia, desafio bacteriano, etc. Do ponto de vista genético houve diferenças entre as variedades em alguns parâmetros, demonstrando a singularidade e as características diferenciais entre elas, assim a pesquisa pode auxiliar na tomada de decisão sobre a seleção de indivíduos para melhoramento genético no futuro.

Para que os efeitos do aditivo sejam evidenciados, recomenda-se que outros estudos deverão ser realizados testando βG + MOS em diferentes sistemas de cultivo, com desafios físicos e/ou imunológicos. Sugere-se também o teste em diferentes fases de crescimento, pensando principalmente na maturação sexual, que é um período de maior estresse entre indivíduos. Em relação às linhagens recomenda-se fazer algum trabalho analisando também a ação da enzima lipase lipoproteica e lipase hormônio-sensível para responder e expandir os resultados em relação aos triglicerídeos, assim como o cortisol para melhor entendimento de como o estresse pode afetar os parâmetros analisados. Em relação à questão de mobilização energética entre as linhagens sugere-se, por fim, uma análise de índice de gordura visceral em pesquisas futuras.