

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DO GENGIBRE COMO ADITIVO FITOGÊNICO NA NUTRIÇÃO DE
TILÁPIA-DO-NILO**

KAUANA SANTOS DE LIMA

SALVADOR - BAHIA
OUTUBRO - 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DO GENGIBRE COMO ADITIVO FITOGÊNICO NA NUTRIÇÃO DE
TILÁPIA-DO-NILO**

KAUANA SANTOS DE LIMA

Zootecnista

SALVADOR - BAHIA

OUTUBRO - 2016

KAUANA SANTOS DE LIMA

**EFEITO DO GENGIBRE COMO ADITIVO FITOGÊNICO NA NUTRIÇÃO DE
TILÁPIA-DO-NILO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati

Coorientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga

SALVADOR - BA
OUTUBRO – 2016

Modelo de ficha catalográfica fornecido pelo Sistema Universitário de Bibliotecas da UFBA para ser confeccionada pelo autor

Santos de Lima, Kauana
Efeito do gengibre como aditivo fitogênico na
nutrição de tilápia-do-nylo / Kauana Santos de Lima. --
Salvador, 2016.
76 f.

Orientador: Ricardo Castelo Branco Albinati.
Coorientador: Luís Gustavo Tavares Braga.
Tese (Doutorado - Zootecnia) -- Universidade Federal
da Bahia, Escola de Medicina Veterinária de Zootecnia,
2016.

1. Gengibre. 2. Imunoestimulante. 3.
Imunoglobulinas. 4. Microbiota intestinal. 5. Bioquímica
sérica. I. Castelo Branco Albinati, Ricardo. II.
Tavares Braga, Luís Gustavo. III. Título.

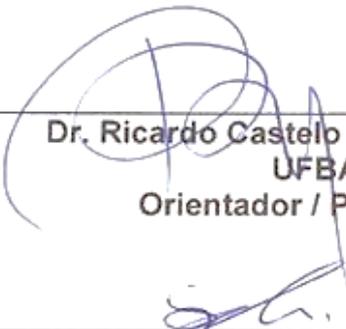
**EFEITO DO GENGIBRE COMO ADITIVO FITOGÊNICO NA
NUTRIÇÃO DE TILÁPIA-DO-NILO**

Kauana Santos de Lima

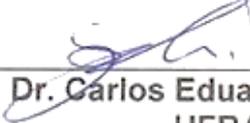
**Tese defendida e aprovada para obtenção do grau de
Doutor em Zootecnia**

Salvador, 24 de outubro de 2016

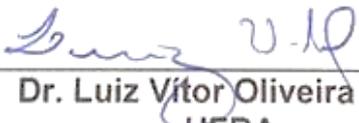
Comissão examinadora:



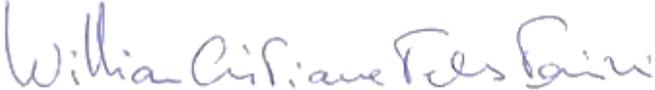
Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati
UFBA
Orientador / Presidente



Dr. Carlos Eduardo Copatti
UFBA



Dr. Luiz Vitor Oliveira Vidal
UFBA



Dr. William Cristiane Teles Tonini
UNEB



Dra. Bartira Guerra Santos
UFBA

DEDICATÓRIA

Ao meu avô, Antônio Freire de Lima.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me permitir sonhar, buscar e realizar.

Aos peixes, que deram suas vidas em nome da ciência.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Cláudia e Antônio, pelo amor, apoio e por serem o meu alicerce.

Ao meu noivo e amigo Filipe Cipriano, por trilharmos esse caminho juntos.

Ao meu orientador, Ricardo Albinati, pelo incentivo, dedicação e amizade.

Aos meus tios Marcelo e Rita pelo imprescindível apoio.

A minha família pela torcida.

Aos meus amigos, pela compreensão nos momentos de ausência.

Às professoras Paula, Daniela, Lilian pela fundamental ajuda na execução do projeto.

A equipe do LAQUA e do LASOA, sem vocês essa jornada seria muito mais difícil.

Muito obrigada.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

KAUANA SANTOS DE LIMA- filha de Antônio Freire de Lima Filho e Cláudia Cristina Araújo Santos, nasceu em 11 de Julho de 1987, na cidade de Ilhéus, estado da Bahia. Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Agosto de 2010. Obteve o título de mestre em Ciência Animal, na área de nutrição de monogástrico com ênfase em nutrição de organismos aquático, pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), em Fevereiro de 2012, sob a orientação do Prof. Dr. Luís Gustavo Tavares Braga. Em Março de 2013, ingressou no Doutorado do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela Universidade Federal da Bahia, sob a orientação do Prof. Dr. Ricardo Castelo Branco Albinati.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1		Página
Desempenho, bioquímica sérica, microbiota intestinal e análise sensorial de tilápia-do-nilo alimentada com dietas contendo gengibre		
Figura 1 - Análise polinomial do peso final de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de gengibre.....		52
Figura 2 - Análise polinomial do ganho de peso de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de gengibre.....		52
Capítulo 2		Página
Influência do gengibre nos tecidos hematopoiéticos, variáveis hematológicas e perfil eletroforético das proteínas séricas de tilápia-do-nilo		
Figura 3-Valores de volume globular de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.....		66
Figura 4 - Valores de eritrócitos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.....		67
Figura 5 - Valores de leucócitos totais de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.....		68
Figura 6 - Valores de neutrófilos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.....		69
Figura 7 - Valores de monócitos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.....		70
Figura 8 - Valores de linfócitos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.....		70

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1		Página
Desempenho, bioquímica séricas, microbiota intestinal e análise sensorial de tilápia-do-nylo alimentada com dietas contendo gengibre		
Tabela 1 - Composição (g Kg ⁻¹) das dietas experimentais.....		49
Tabela 2 - Valores médios de desempenho de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com rações contendo níveis de gengibre.....		51
Tabela 3 - Parâmetros bioquímicos/séricos de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com dietas contendo níveis de gengibre.....		53
Tabela 4 - Contagem de células bacterianas Gram negativo (MC) e bactérias totais (ASA) da microbiota intestinal (UFC. 10 ⁻⁵) de tilápia-do-nylo alimentados com dieta contendo gengibre.....		55
 Capítulo 2 		
Influência do gengibre nos tecidos hematopoiéticos, variáveis hematológicas e perfil eletroforético das proteínas séricas de tilápia-do-nylo		
Tabela 5 - Composição (g Kg ⁻¹) das dietas experimentais.....		65
Tabela 6 - Valores médios do perfil proteico eletroforético de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com rações contendo níveis de gengibre.....		71
Tabela 7 - Peso médio dos tecidos hematopoiéticos de juvenis de tilápia-do-nylo alimentados com dietas contendo níveis de gengibre.....		72

SUMÁRIO

	Página
Efeito do gengibre como aditivo fitogênico na nutrição de tilápia-do-nylo	
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Revisão de literatura.....	16
Referências bibliográficas.....	31

Capítulo 1

Desempenho, bioquímica sérica, microbiota intestinal e análise sensorial de tilápia-do-nylo alimentada com dietas contendo gengibre

Resumo.....	45
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e métodos.....	48
Resultados e discussão.....	51
Referências bibliográficas.....	56

Capítulo 2

Influência do gengibre nos tecidos hematopoiéticos, variáveis hematológicas e perfil eletroforético das proteínas séricas de tilápia-do-nylo

Resumo.....	61
Abstract.....	62
Introdução.....	63
Material e métodos.....	63
Resultados e discussão.....	66
Conclusão.....	72
Referências bibliográficas.....	73
Considerações finais.....	76

Efeito do gengibre como aditivo fitogênico na nutrição de tilápia-do-nilo

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho, parâmetros hemato-bioquímicos séricos, imunoglobulinas, microbiota intestinal e aceitabilidade do filé de juvenis de tilápia-do-nilo *Oreochornis niloticus* alimentadas com deitas contendo gengibre. O experimento foi realizado no laboratório de Aquicultura, da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, onde 440 juvenis de tilápia-do-nilo ($8,46 \text{ g} \pm 0,30$) foram distribuídos em 20 tanques (350 L) em um delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos experimentais consistiram na inclusão de gengibre em pó nas concentrações de 5, 10, 15 e 20 g Kg⁻¹ e uma dieta controle, isenta do aditivo. Após o período experimental de 60 dias os peixes foram pesados individualmente e foram coletadas amostras de sangue, intestino e filé para as análises hemato-bioquímicas, microbiológicas e sensoriais, respectivamente. Observou-se maior ganho de peso e peso final nos peixes alimentados com as dietas contendo 5, 10 e 15 g Kg⁻¹, sendo o melhor nível de inclusão estimado em 11 g Kg⁻¹. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para o consumo de ração, conversão alimentar aparente e sobrevivência. Verificou-se aumento nos níveis de glicose sanguínea com a inclusão do gengibre e uma redução nos níveis de colesterol e triglicérides. A inclusão do gengibre influenciou as variáveis sanguíneas analisadas, onde os valores de volume globular e eritrócitos foram maiores nos peixes alimentados com as dietas contendo gengibre entretanto para o volume globular, somente o tratamento 5 Kg⁻¹ não diferiu do controle; Para a variável leucócitos totais foram observados maiores valores para os níveis de inclusão 5 e 10 g Kg⁻¹ já os níveis de inclusão 15 e 20 g Kg⁻¹ resultaram em menores valores dessa variável. Maiores valores de neutrófilos e monócitos foram observados nos peixes alimentados com 5, 10 e 20 g Kg⁻¹. Para as variáveis monócitos e linfócitos os maiores níveis de inclusão (15, 20 g Kg⁻¹), resultaram em menores valores. Não foram observadas diferenças para o peso do baço entre os tratamentos. Quanto às proteínas séricas, foi verificado maiores valores de α -2 globulina para os peixes alimentados com a dieta contendo 5g Kg⁻¹ diferindo dos demais tratamentos. Também foi observada alteração na população de bactérias totais da microbiota intestinal, com maior população para os peixes alimentados com a dieta contendo 10 g Kg⁻¹. Não foi observada diferença na aceitabilidade do filé entre o tratamento controle e os demais níveis de inclusão. Os resultados deste estudo demonstram que a adição de 10 g Kg⁻¹ gengibre em dietas de tilápia-do-nilo proporciona efeito benéfico nas variáveis estudadas, sem alterar o sabor para o consumidor.

Palavras- chave: Aceitabilidade, imunoestimulante, imunoglobulina, *Zingiber officinale*

Ginger effect as phytogetic additive in nutrition of Nile tilapia

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the performance, serum blood-biochemical parameters, immunoglobulins, intestinal microbiota and acceptability of juvenile Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fillet fed you throw containing ginger. The experiment was conducted in the laboratory of Aquaculture at the Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, where 440 juveniles of Nile tilapia ($8.46 \text{ g} \pm 0.30$) were distributed in 20 tanks (350 L) a completely randomized design. The treatments consisted in adding powdered ginger at concentrations of 5, 10, 15 and 20 g Kg^{-1} and a control diet, free of the additive. After the trial period of 60 days the fish were individually weighed and blood samples were collected, gut and fillet for blood-biochemical analysis, microbiological and sensory respectively. A higher weight gain and final weight in fish fed diets containing 5, 10 and 15 g Kg^{-1} , with the level of inclusion estimated at 11 g Kg^{-1} . No differences were observed among treatments for feed intake, feed conversion and survival. An increase in blood glucose levels with the addition of ginger and a reduction in cholesterol and triglyceride levels. The inclusion of ginger influenced blood variables, where the packed cell volume values and erythrocytes were higher in fish fed diets containing ginger but for the packed cell volume, only the treatment 5 g Kg^{-1} did not differ from control; For the variable total leukocytes were observed higher values for the inclusion levels 5 and 10 g Kg^{-1} since the inclusion levels 15 and 20 g Kg^{-1} resulted in lower values of this variable. Higher values of neutrophils and monocytes were observed in the fish fed 5, 10 and 20 g Kg^{-1} . For monocytes and lymphocytes varying the largest inclusion levels (15, 20 g Kg^{-1}) resulted in lower values. No differences were observed in spleen weight between treatments. The serum protein was observed higher α -2 globulin values for fish fed the diet containing 5 g Kg^{-1} differing from the other treatments. Also, changes were observed in the total population of bacteria of the intestinal microbiota, with population for fish fed with diet containing 10 g Kg^{-1} . There was no difference in the acceptability of the fillet between the control treatment and the other inclusion levels. The results of this study demonstrate that the addition of 10 g Kg^{-1} ginger in Nile tilapia diets provides beneficial effect on variables without changing the taste for the consumer.

Key words: Acceptability, Immunostimulant, Immunoglobulin, *Zingiber officinale*

INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial tem crescido expressivamente, com produção de 70,2 milhões de toneladas em 2013, um acréscimo de 5,6% quando comparado a 2012, onde obteve-se uma produção de 66,5 milhões de toneladas. Deste total produzido, aproximadamente 89% é oriundo da região asiática, perfazendo 62,5 milhões de toneladas (FAO, 2015).

Em termos produtivos, o Brasil exhibe dados aquém do seu potencial, pois além de possuir um vasto litoral e inúmeras bacias hidrográficas, detém grande número de espécies com potencial produtivo. Em 2010 o país ocupava a 19ª posição entre os maiores produtores de pescados, com uma produção de 628.704,3 toneladas (BRASIL, 2011), tendo destaque produtivo para a espécie *Oreochromis niloticus*, a tilápia-do-nylo.

No cenário nacional, em 2010 foram produzidas 253.824,1 toneladas de tilápia, sendo mais que o dobro da segunda espécie com maior produção, o tambaqui *Colossoma macropomum* (111.084,1 ton) (BRASIL, 2011). Tal destaque é principalmente em função de características intrínsecas da espécie, sendo apreciada pelo consumidor além de ser apropriada para a indústria de filetagem.

Um ponto negativo para o cultivo de peixes em ambientes tropicais é a grande incidência de doenças, pois sabe-se que o ambiente aquático é constituído de um equilíbrio dinâmico entre os peixes e os micro-organismos, onde quaisquer alterações favorecem o crescimento de patógenos e afetam negativamente o sistema imunológico dos animais, causando mortalidade e por consequência, perdas produtivas. Estima-se que no ano de 2030, aproximadamente 93,4 milhões de toneladas de pescados serão perdidas em função de doenças (FAO, 2015).

De modo geral, o surgimento de doenças está atrelado ao estresse, seja por flutuação na qualidade da água, elevada densidade de estocagem, falta de manejo sanitário correto, manuseio inadequado ou exposição a compostos químicos que além de contribuir para a invasão bacterianas, desencadeiam respostas que imunosuprimem os animais, como o aumento na secreção dos corticosteróides e catecolaminas, culminando em uma diminuição das defesas orgânica (MARIANO et al., 2011).

Com o intuito de elevar a produtividade do sistema e reduzir as perdas em função de doenças, a utilização de aditivos alimentares se tornou uma prática comum, dentre eles

os compostos antimicrobianos, pois além de ser adotado como uma medida profilática, por causa da sua ação bactericida ou bacteriostático, beneficia o desempenho animal por meio da seleção da microbiota intestinal e reduzindo a carga bacteriana potencialmente patógenas dos sistemas de cultivos.

Porém, apesar do efeito positivo no desempenho zootécnico, a utilização demasiada de antibióticos acaba gerando perdas e tornando-se um problema de saúde pública por causa do aumento do número de micro-organismos resistentes aos antibióticos e acúmulo na carcaça e no ambiente (ARIAS e CARRILHO, 2012). Em função destas premissas, iniciou-se a busca por aditivos alimentares que atuem como imunostimulantes e promotores de crescimento, propiciando benefícios tanto a saúde quanto ao desempenho de peixes, destacando assim os probióticos, prebióticos e os aditivos fitogênicos.

Por definição, aditivos fitogênicos são compostos oriundos de plantas que, adicionados a dieta, asseguram melhorias no desempenho e no sistema imunitários dos animais. Essas melhorias estão relacionadas com às propriedades flavorizantes, aumento nas secreções enzimáticas melhorando a digestibilidade e absorção de nutrientes e com suas atividades biológicas como antibacteriana, antiviral, antifúngica, antioxidante e imunostimulatória (HASHEMI e DAVOODI, 2011).

Dentre os aditivos fitogênicos, pode-se destacar o gengibre *Zingiber officinale*, uma planta herbácea originária Ásia Tropical e do Arquipélago Malaio. Apresenta rizomas que são ricos em compostos químicos dos quais os tornam apreciáveis tanto na culinária quanto na medicina tradicional chinesa e tibetana (AFZAL et al., 2001). Foi descrito taxonomicamente em 1807, pelo botânico William Roscoe, entretanto suas propriedades já eram conhecidas e foram mencionadas nos escritos de Confúncio (551-479 A.C.).

O seu rizoma é composto de inúmeras substâncias, sendo elas voláteis ou não, os quais conferem ao gengibre as suas ações farmacológicas e bactericidas. Segundo Jolad et al. (2004) apresentam aproximadamente 115 compostos químicos, dentre eles monoterpenos (felandreno, canfeno, cineol, geraniol, curcumene, citral, terpineol, borneol) e sesquiterpenoides (zingibereno, sesquifelandreno, bisaboleno, farneseno, arcurcumeno, zingiberol).

Na aquicultura, a utilização de aditivos fitogênicos ainda é tênue, porém pesquisas iniciais evidenciaram o potencial de espécies herbáceas como o gengibre na produção de peixes, favorecendo tanto o desempenho como a resposta imune. Com isso, objetivou-se avaliar a influência do gengibre para o desempenho, variáveis bioquímicas séricas, hematológicas, microbiológicas e sensoriais de tilápia- do-nilo.

REVISÃO DE LITERATURA

Tilápia *Oreochromis niloticus*

A tilápia-do-nilo é uma espécie onívora pertencente à classe dos ciclídeos. É endêmica da África e do Oriente Médio e atualmente está inserido no grupo dos peixes mais produzidos no mundo. Acredita-se que a sua criação teve início a mais de 4000 anos atrás no Egito entretanto o seu potencial para a aquicultura só foi estabelecido em 1940 (GUPTA et al., 2004). No Brasil, foi introduzida em 1952, atualmente o país é um dos maiores produtores do mundo (AGOSTINHO et al., 2007).

A grande produtividade dessa espécie em todo o mundo está associada a características inerentes, como rápido crescimento, atingindo o peso de abate de 700g em 8 meses (KUBITZA, 2009), tolerância a alterações ambientais, como: temperatura, apresentando crescimento satisfatório em uma ampla faixa entre 24 e 32 °C; podendo tolerar baixas concentrações de O₂D e alta amônia, tendo como CL₅₀ a concentração de 2,46 ppm (EL- SAYED, 2004).

Também apresenta resistência a estresse e doenças, facilidade da reprodução em cativeiro e hábito alimentar onívoro, aceitando uma gama de ingredientes e elevada porcentagem de inclusão de proteína vegetal nas rações como demonstrado por Al-Kenaw et al. (2008) comparando o crescimento de tilápia-do-nilo alimentada com diferentes níveis de proteína de origem vegetal (farelo de soja) e origem animal (farinha de peixe), concluíram que inclusão de 25% de proteína bruta da fonte vegetal não afeta negativamente o ganho de peso. El- Sayed (1998) afirmou que a inclusão de fontes de proteína de alternativas, como farelo de soja, farinha de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de sub produtos avícolas é uma boa alternativa a substituição a farinha de peixe

na produção de tilápia devido ao fato da espécie apresentar bom crescimento e a ótima relação custo benefício.

Um outro ponto positivo quanto a tilapicultura está relacionado com a indústria, pois esta espécie não apresenta espinhos em forma de “Y” (mioceptos), o que a torna apropriada para a filetagem (BOSCOLO et al., 2003).

Atualmente, muitas tecnologias são empregadas para agregar valor comercial aos files de tilápia, como defumação (SOUZA et al., 2004), preparação de *nuggets* (ROSA et al., 2013) e *hamburger* (FREITAS et al., 2012), aumentando a procura do consumidor pelo produto.

Antibióticos como controle de doenças na aquicultura

Designados primariamente para fins terapêutico, devido ao seu potencial bactericida e bacteriostático, os antibióticos na aquicultura têm grande importância, pois como os peixes são produzidos em densidades elevadas o que resulta em uma baixa imunológica devido ao estresse e um aumento na quantidade de bactérias causadoras de doenças, esses agentes são eficientes para reduzir as perdas causadas pelas principais bacterioses na produção (BURRIDGE et al., 2010).

Os antibióticos são classificados conforme complexidade da molécula em β -lactamas, quinolones, tetraciclina, macrolídeos, sulfonamidas e outros (KÜMMERER, 2009), definindo assim o seu modo de ação. Para bactérias gram positivas, o principal modo de ação é a inibição da síntese de peptidoglicanos e beta lactama, constituintes da parede celular. Já para as bactérias gram negativas ocorre a inibição de mecanismos cruciais para desenvolvimento celular, como a síntese proteína bacteriana e DNA, porém em função dessa inespecificidade dos antibióticos, eles acabam sendo danosos para uma gama de células (NIKAIDO, 2009, ROMERO et al., 2012).

Diante dessa problemática, a utilização de antibióticos na produção animal é regulamentada por agências governamentais específicas. Segundo a legislação brasileira, na aquicultura só é permitido a utilização do antibiótico florfenicol (BRASIL, 2010). Ressalta-se que este antibiótico é de amplo espectro, tendo sua eficiência comprovada no controle de *Aeromonas hydrophila* (CARRASCHI et al., 2011), *Edwardsiella tarda*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Streptococcus* spp. (GOZI et al. 2011).

Em outros países, com os EUA, permite-se a utilização de um número maior de compostos antimicrobianos, tais como a oxitetraciclina, florfenicol, norfloxacino, eritromicina e sulfonamidas, respeitando a dosagem e o tempo de para que esses animais sejam abatidos. Pode-se frisar que antibióticos utilizados para o tratamento de enfermidades em humanos não podem ser utilizados na produção animal devido ao maior risco de resistência microbiana (SERRANO, 2005).

Antibióticos na produção animal

O efeito benéfico de alguns fungos e bolores foram descritos em civilizações antigas que se beneficiavam das propriedades terapêuticas desses micro-organismos no tratamento de feridas infectadas, porém, somente em 1928 que por acidente, o bacteriologista Alexander Fleming, movido pela intenso deslumbramento do poder dos leucócitos em destruir bactérias (PEREIRA e PITA, 2005), descobriu que micro-organismos produziam substâncias que detinham o poder de inibir o crescimento de outros micro-organismos, dando a esta substância o nome de penicilina (DERDERIAN, 2007).

De grande importância na Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a penicilina, salvou a vida de milhares de soldados acometidos por bacterioses nos campos de batalhas. Em 1940, começou a produção em escala comercial para fins terapêuticos, iniciando assim a era dos antibióticos (PEREIRA e PITA, 2005). Em 1947, o termo antibiótico foi definido por Waksman como inibição do crescimento ou atividade metabólica de uma bactéria por substâncias produzidas por um outro micro-organismo.

Na produção animal, tais compostos eram utilizados somente com fins terapêuticos até a década de 1940. No início dos anos 1950 foram iniciados os primeiros estudos que avaliaram o potencial promotor de crescimento animal. Sieburth et al. (1951) avaliaram o efeito do antibiótico na microbiota intestinal e crescimento de peru e suínos. Elam et al. (1953) afirmaram que a administração de antibióticos na alimentação de frangos aumenta significativamente o ganho de peso e diminui o número de *Clostridium* sp. por grama de fezes. Em 1955, Coates e colaboradores observaram redução no peso intestinal de frangos alimentados com penicilina devido à redução de possíveis infecções intestinais.

Na aquicultura, essa prática obteve os primeiros relatos em 1957, onde Snieszko avaliaram o uso de antibióticos em dietas de peixes salmonídeos. Struhsaker et al. (1973) avaliaram a sobrevivência de larvas de *Caranx mate* alimentadas com dietas contendo antibióticos. Ahmad e Matty (1989) avaliaram o efeito da alimentação com antibiótico no crescimento e composição corporal de carpa obtendo um ganho de peso superior cerca de 322% nos peixes alimentados com virginamicina.

No âmbito nacional, os estudos com a utilização de antibióticos foram iniciados por Kronka et al. (1982) que estudaram a inclusão de antibióticos em rações de suínos. Ribeiro et al. (1984) observaram o efeito na virginamicina no desenvolvimento e características da carcaça de suínos.

Concomitante com o advento dos estudos relacionados a utilização de antibióticos como promotor de crescimento animal surgiram as primeiras alusões sobre a resistência dos micro-organismos aos agentes antimicrobianos e os possíveis riscos ambientais desta prática. Starr e Reymond (1951) observaram a resistência a estreptomicina em coliformes da microbiota intestinal de perus alimentados com dietas contendo antibióticos. Esses pesquisadores afirmaram que com a alimentação de apenas três dias com antibióticos, já é necessário para o aparecimento de bactérias resistentes, fazendo um alerta para o potencial perigo a saúde pública na utilização de antibióticos na produção animal.

Quanto ao risco ambiental, Pramer (1958) afirmou que os antibióticos podem persistir no solo por um tempo suficiente para ter um efeito biológico, podendo influenciar na germinação das plantas e microbiota do solo.

Um percalço inerente a utilização desses compostos é a forma de oferta aos animais, podendo ser adicionada na dieta ou diretamente na água de cultivo, sendo que em ambos esses aditivos são carregados para o ambiente. Um outro ponto negativo é o fato da baixa utilização pelos peixes, pois eles não conseguem metabolizar esses agentes, com isso acabam sendo excretados cerca de 70% na água (BURRIDGE, 2010).

Antibióticos como promotores de crescimento

A utilização de antibióticos como promotores de crescimento consiste na administração de doses abaixo das terapêuticas tendo por finalidade melhorar os índices zootécnicos nos sistemas de cultivos. Salienta-se que como são adicionadas baixas doses

e os peixes não são eficientes em metabolizá-los, o efeito promotor de crescimento dos antibióticos está atrelado a modulação da microbiota intestinal, sendo que animais *germ-free* não apresentam tal benefício (SOUZA, 2005).

O modo de ação na microbiota intestinal consiste na redução dos micro-organismos como um todo, devido à baixa seletividade da molécula, com isso reduz também os micro-organismos patogênicos responsáveis pela produção de metabólitos tóxicos que propiciam inflamações intestinais (DIBNER e RICHARDS, 2005).

Alterações na microbiota intestinal de peixes foram observadas por He et al. (2010) que analisaram as alterações na microbiota intestinal de tilápias alimentadas com florfenicol, flavomicina e a combinação desses dois elementos. Após oito semanas de alimentação, foi observada uma redução nas bactérias intestinais totais dos peixes alimentados com os antibióticos, sendo a florfenicol mais eficiente ($0,2 \times 10^7$ UFC g⁻¹ matéria seca (MS)) do que a flavomicina ($0,47 \times 10^7$ UFC g⁻¹ MS) e a combinação dos dois ($0,43 \times 10^7$ UFC g⁻¹ MS) quando comparados ao tratamento controle ($1,11 \times 10^7$ UFC g⁻¹ MS), concluindo que estes antibióticos modulam significativamente a microbiota intestinal.

He et al. (2011) observaram o efeito promotor de crescimento, alterações na microbiota intestinal e imunidade específica de tilápia-do-nilo alimentadas com dietas contendo florfenicol e *Saccharomyces cerevisiae*. Observou-se maior ganho de peso e menor concentração intestinal de *Escherichia coli* para os peixes alimentados com antibiótico. Esses pesquisadores não observaram efeito benéfico do antibiótico e da levedura na atividade da lisozima, entretanto os peixes alimentados com levedura obtiveram maior atividade fagocítica, ratificando a hipótese de que o efeito promotor de crescimento dos antibióticos em peixes está restrito a manipulação da microbiota intestinal.

Em termos econômicos, poucos estudos foram realizados a fim de averiguar a eficiência econômica dessa prática na produção animal. Graham et al. (2007) fizeram uma análise econômica sobre a utilização de antibióticos como promotores de crescimento na produção de frangos, chegando à conclusão de que os ganhos em crescimento são insuficientes para compensar os custos com o antimicrobiano.

Aditivo fitogênico

O poder medicinal das plantas já era conhecido por civilizações primitivas, sendo ingeridos ou com aplicações tópicas com o propósito curativo. Na Suméria, civilização mais antiga que se tem registro, utilizava-se a papoula, ópio e outras plantas locais para a preparação de remédios (DONG e KELLY, 2009). Há mais de 1000 anos, os Maias e os Astecas experimentavam plantas para amenizar patologias (HALBERSTEIN, 2005). Essa prática também era encontrada no Brasil pré-descobrimento, onde segundo SOUSA (1587), os nativos se beneficiavam dos poderes anti-inflamatório de algumas plantas como caju (*Anacardium occidentale*), maracujá (*Passiflora* sp.) e mandioca (*Manihot esculenta*).

Algumas plantas possuem um eficiente aparato químico que além de as protegerem da ação de patógenos e predadores são grandes atrativos para os polinizadores. Estas substâncias não estão relacionadas como o crescimento da planta e grande parte da energia é destinada para a produção desses compostos, sendo denotados de metabólitos secundário. Vale ressaltar que os metabólitos secundários derivam do metabolismo primário do carbono e são agrupados, principalmente, em quatro classes: terpenos, compostos fenólicos, glicosídeos e alcaloides e cada classe é responsável por uma ou mais ações farmacológicas (AVALOS GARCÍA e CARRIL, 2011).

Os terpenos, compostos insolúveis em água são sintetizados no ciclo do ácido mevalônico e derivam da união de isoprenos, moléculas de cinco carbonos, sendo classificado conforme a união de isoprenos em monoterpenos, sesquiterpenos, tetraterpenos, quando apresentam respectivamente cinco, 15 e 40 isoprenos. Os compostos fenólicos compõem um grupo diverso e são sintetizados a partir de um fenol, nos ciclos dos ácidos siquímico e malônico. Compostos glicosídeos são formados pela condensação de moléculas de glicose. Os alcaloides, compostos solúveis em água, derivam de aminoácidos como a tirosina, triptofano e lisina (AVALOS GARCÍA e CARRIL, 2011).

Define-se como aditivo fitogênicos um grupo de aditivos naturais promotores de crescimento oriundos de plantas que, quando incorporados a dieta animal, são capazes de favorecer o desempenho devido a melhorias na digestibilidade dos nutrientes, excreção de enzimas digestivas, selecionando a microbiota intestinal eliminando os patógenos e atuando como imunoestimulante (YITBAREK, 2015).

A incorporação desses aditivos na dieta animal pode ser de distintas formas, como por meio do óleo essencial, nome denominado ao líquido oleoso composto pelos metabólitos secundários da planta, extraído de distintas partes por meio de destilação por arraste a vapor, hidrodestilação, extração com CO₂ supercrítico dentre outros (ANDREO e JORGE, 2006; LOURENÇO, 2007). Um outro modo de incorporação é na forma de pó, desidratando e moendo determinada parte da planta. Vale ressaltar que o último modo de incorporação tem um menor custo de produção, apresentando em ambos uma resposta benéfica, como demonstrado por Ross et al. (2006) ao verificaram o efeito bactericida tanto do óleo essencial de alho como no alho em pó, concluindo que ambos são eficientes.

Na alimentação humana, os aditivos fitogênicos já demonstraram sua eficiência a muitos anos, entretanto estudos sobre a utilização desses aditivos na saúde e produção animal são recentes. Sone e Hitati (1937), observaram o aumento da atividade intestinal de coelhos com a utilização de óleo essencial de canela. Já a descoberta de que os aditivos fitogênicos são eficientes também para promover o crescimento animal é ainda mais recente, sendo os primeiros estudos realizados no início da década de 90, onde Horton et al. (1991) verificaram o efeito do alho no crescimento, composição da carcaça e sanguínea de frangos.

Na aquicultura, estudos tem demonstrado a influência promissora de distintos aditivos fitogênicos no desempenho e na saúde animal como a inclusão de *Scutellaria baicalensis* solidéu-de-baical (KIM et al., 2013), *Euphorbia hirta* erva de santa luzia (SHEIKHLAR et al., 2011), *Echinacea purpúrea* echinacea (GUZ et al., 2011), *Allium sativum* alho (TALPUR e IKHWANUDDIN, 2012) e *Cinnamomum zeylanicum* canela (AHMAD et al., 2011).

Aditivos fitogênicos como promotores de crescimento

A eficiência dos aditivos fitogênicos em melhorar o desempenho animal está atrelada a inúmeros modos de ações, influenciando positivamente desde a melhoria da digestão e absorção de nutrientes até em fatores celulares, como a maior produção de anticorpos (FRANKIC et al., 2009; IMMANUEL et al., 2009).

Frankič et al. (2009) compilaram informações referentes as fontes vegetais e os principais efeitos, informando que a canela, cravo (*Syzygium aromaticum*), cardamom

(*Amomum* sp.), pimenta (*Capsicum frutescens*), alho e gengibre (*Zingiber officinale*) atuando benéficamente na estimulação da digestão, devido ao aumento na síntese de enzimas pancreáticas e digestivas.

Platel e Srinivasan (2000^{a,b}) afirmaram que alguns aditivos como a curcumina *Curcuma longa*, capsaicina, piperina e gengibre estimularam a atividade da amilase pancreática, tripsina e quimiotripsina. Maior secreção biliar foi observada em ratos alimentados com alho, curcumina e ajowan *Trachyspermum ammi*.

Na aquicultura, melhorias no desempenho foram evidenciados por Yilmaz et al. (2013) ao suplementarem tilápia (*O. mossambicus*) com 0; 0,5; 1; 1,5 e 2,0% de cominho *Cuminum cyminum*. Os autores observaram efeito quadrático no ganho de peso onde a inclusão de 1% propiciou maior ganho. Os menores ganhos com os maiores níveis de inclusão foram justificados como um possível efeito tóxico de altas concentrações do aditivo, já o maior ganho com a inclusão de 1% foi relacionado com o aumento na utilização de nutrientes.

Acar et al. (2015) avaliaram o efeito da inclusão de 0,1%; 0,3% e 0,5% do óleo essencial de laranja *Citrus sinensis* no desempenho de tilápia *O. mossambicus* e observaram um maior desempenho para os peixes alimentados com a inclusão de 0,5%, sugerindo um possível efeito benéfico na microbiota intestinal. Moraes et al. (2014) concluíram que a inclusão de 0,5 g/Kg de óleo essencial de orégano em dietas para *Astyanax altiparanae* atua como promotor de crescimento. Felicitta et al. (2013) avaliaram o efeito da inclusão de 10, 20 e 30 g Kg⁻¹ de alho ou cebola (*Allium cepa*) no crescimento de tilápia *O. mossambicus*. Esses pesquisadores identificaram que a inclusão de 3% para ambos os aditivos propiciou o melhor desempenho.

Influência na microbiota intestinal

O efeito antisséptico de compostos vegetais foi demonstrado em estudos como os realizados por Aurora e Kaur (1999) ao comparar a sensibilidade de bactérias e leveduras humanas ao alho, gengibre, cravo-da-índia, pimenta preta, pimenta negra e compara-los com o antibiótico nistatina. Os resultados evidenciam que as leveduras apresentaram maior zona de inibição com o alho e que este aditivo e o cravo podem ser utilizados como tratamento tópico para a inibição de doenças de pele. Prabuseenivasan et al. (2006) avaliaram o efeito de 21 óleos essenciais contra seis espécies de bactérias (*Escherichia*

coli, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus*), onde encontraram de destes, 19 apresentaram efeito inibitório significativo em ao menos uma espécie.

A microbiota intestinal é um ambiente dinâmico e quaisquer alterações nesse sistema pode desencadear a proliferação de bactérias patogênicas. O efeito inibitório no crescimento de patógenos na microbiota intestinal foi demonstrado por Bona et al. (2012) ao avaliarem a inclusão de óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella* sp., *Eimeria* sp. e *Clostridium* sp., observando uma redução na população desses patógenos, assim como uma menor incidência de enterite em frangos. Ahmed et al. (2013) verificaram uma redução na população de *E. coli* e *S. typhimurium* assim como um aumento na população de *Lactobacilos* sp. e *Bacillus* sp. em suínos alimentados com dietas contendo um mix de óleo essencial composto por orégano, anis e chicória.

Em peixes, o efeito manipulador na microbiota intestinal de peixes foi elucidado por Nwabueze (2014) ao estudar a inclusão de gengibre em dietas para *Clarias gariepinus*, observando redução na população de espécies de *Bacillus* sp., *Escherichia* sp., *Staphylococcus* sp. e *Streptococcus* sp.. Mahmoud et al. (2004) concluíram que o carvacrol e o timol apresentam grande atividade bacteriana na microbiota de truta.

Os mecanismos de ação pelos quais os aditivos influenciam na manipulação da microbiota intestinal estão diretamente relacionados com as características químicas dos compostos secundários, indicando que determinadas moléculas apresentam distintas influencias na manipulação. Helander et al. (1998) ao testarem o modo de ação dos compostos fenólicos, cavarcol, timol e cinamaldeído, como inibidor de crescimento nas bactérias Gram- negativo *E. coli* e *S. typhimurium* identificaram que o timol e o cavarcol interagem com a membrana celular, desintegrando-a devido a alteração na permeabilidade da membrana aos cátions H^+ e K^+ , além de diminuir o aporte de ATP intracelular, resultando em uma depleção energética. O cinamaldeído também apresentou inibição do crescimento dessas bactérias, entretanto apresentam mecanismos distintos, atingindo o periplama e influenciando em mecanismos crucial de sobrevivência da bactéria.

Os terpenoídes, são compostos lipofílicos, que interagem com a membrana celular por meio do aumento da concentração de peróxidos lipídicos, o que provoca a perda da

integridade, exteriorização dos componentes celulares e por consequência a morte (BADAWY e ABDELGALEIL, 2014). Segundo os mesmos pesquisadores, as atividades antimicrobianas de alguns óleos essenciais atuam de forma sinérgica, destruindo os fosfolipídios da membrana, desregulando o aparato enzimático, coagulando o citoplasma e causando distúrbio eletrolítico nas bactérias.

A microbiota intestinal também é alterada pelos aditivos fitogênicos devido ao efeito prebiótico exercido por eles, pois como apresentam em sua composição polissacarídeos estes acabam beneficiando o crescimento de bactérias benéficas, como *Lactobacilos* sp. e *Bifidobacteria* sp.. Essas classes de bactérias produzem ácido láctico, atuando como antimicrobianos devido a redução do pH intestinal, aderindo-se ao epitélio intestinal e competindo por nutrientes (BALCAZAR et al., 2006).

Imunomodulador

O sistema imune é um sistema de defesa altamente adaptável para garantir a integridade do organismo. Essa proteção é mediada por um complexo sistema de células e moléculas capazes de eliminar grande variedade de patógenos, sendo classificados em inato e adaptativo (ROBERTS, 2012).

O sistema imune inato constitui a primeira linha de defesa do organismo, composto por células fagocíticas (neutrófilos / células polimorfonucleares (PMNs), monócitos /macrófagos e células dendríticas) e células natural *Killer* (NK). Quando o sistema imune inato não consegue deter o agente infeccioso, o sistema imune adaptativo é acionado, consistindo de componentes celulares e humorais como linfócitos e citocinas (GILL et al., 2009).

Alguns leucócitos apresentam alta capacidade fagocítica enquanto que outros produzem anticorpos, sendo divididos em agranulócitos, sem granulações no citoplasma (linfócitos e monócitos) e granulócitos, com granulações citoplasmáticas (neutrófilos, basófilos e eosinófilos). Na classe dos leucócitos agranulócitos, os linfócitos são células com funcionalidade heterogênea, atuando desde o reconhecimento de antígenos (linfócitos T e B) até exterminando células infecciosas. Já os monócitos, tem como função a fagocitose de corpos estranhos assim como a sinalização para outras células sobre agentes estranhos por meio de sinalizadores químicos (ROBERTS, 2012).

Os neutrófilos, eosinófilos e basófilos são altamente especializados para a fagocitose, entretanto não fagocitam os mesmos elementos. Os neutrófilos, são importantes contra agentes infecciosos, os basófilos estão relacionados ao processo alérgico já os eosinófilos fagocitam anticorpos (ROBERTS, 2012).

Um grande número de constituintes de plantas tem demonstrado efeito no sistema imune, modulando e exercendo ações anti-inflamatória e antiestresse (BIN-HAFEEZ et al., 2003). Desta forma, esses compostos são comumente denotados como imunoestimulante, ou seja, fatores que estimulam a imunidade do hospedeiro, apresentando uma resposta não específica contra os patógenos e aumentando a resposta de células humorais (TAN e VANITHA, 2004).

O efeito de aditivos fitogênicos no sistema imune está relacionado com o aumento na atividade e no número de leucócitos, células responsáveis pela defesa do organismo, contra bactérias e corpos estranhos. Nya e Austin (2011) ao suplementarem dietas de truta *Oncorhynchus mykiss* com alho observaram um aumento significativo no número de leucócitos totais, persistindo este efeito até 28 dias após a interrupção da alimentação com alho. Acar et al. (2015) concluíram que a inclusão de 0,1% de óleo essencial de *Citrus sinensis* aumenta significativamente os valores de leucócitos totais. Resultado semelhante foi observado Immanuel et al. (2009) com a inclusão de *Cynodon dactylon*, *Withania somnifera* e *Zingiber officinale*.

Aly et al. (2008) ao suplementaram tilápia-do-nilo com alho observaram aumento significativo na contagem de leucócitos e maior atividade fagocítica nos monócitos e neutrófilos.

Os neutrófilos produzem radicais livres com o objetivo de destruir células invasoras, a esse fenômeno dá-se o nome de explosão respiratória. Aly et al. (2008) observaram maior atividade da explosão respiratória dos neutrófilos de tilápia alimentada com alho. Nya e Austin (2011) utilizando o mesmo aditivo em dietas para truta observam efeito similar, como o aumento no número de monócitos, linfócitos e neutrófilos. Sutilli et al. (2016) observaram o efeito dos óleos essenciais de estoraque *Ocimum americanum*, capim limão *Cymbopogon flexuosus* e malaleuca *Melaleuca alternifolia* no sistema imune de peixe vermelho *Sciaenops ocellatus* e observaram um aumento na atividade da explosão respiratória.

A resposta imune humoral é medida pela produção de anticorpos, sendo este uma classe de proteínas denominadas imunoglobulinas. Comumente, estas proteínas presentes no plasma sanguínea são denominadas como alfa, beta e gamaglobulinas e suas frações, em função de sua mobilidade eletroforética (THRALL, 2007), estando a produção de anticorpos associadas a fração gama.

A fração alfa-1 conjunto de várias proteínas, entre as quais a alfa-1-antitripsina, protrombina, transcortina, globulina ligadora de tiroxina e alfa-fetoproteína ocorrendo um aumento dessa fração geralmente em processo infecciosos e inflamatórios. A alfa 2-globulina é constituída por haptoglobina e alfa-2-macroglobulina, estando associada a eventos patológicos. A beta globulina, beta-lipoproteínas, transferrina e componente C3 do complemento está relacionada com processos crônicos, e a gama globulina fração constituída por imunoglobulinas (Igs), sintetizadas em resposta a estímulo antigênico (SILVA et al., 2008; NAOUM et al., 2011).

A influência de compostos secundários de plantas nas imunoglobulinas foi evidenciada por Washiya et al. (2013) ao suplementarem ratos com ajoene, princípio ativo do alho, e observarem um aumento de IgA intestinal nesses organismos, entretanto os mecanismos pelos quais este fenômeno ocorre ainda não foram elucidados.

Alp et al. (2012) ao suplementarem frangos com o óleo essencial de orégano não observaram alterações nos níveis de imunoglobulinas sérica. Badr et al. (2012) observaram alterações nas imunoglobulinas de tilápia- do-nilo alimentadas com dietas contendo alecrim *Rosmarinus officinalis*. Ngugi et al. (2015) observaram um aumento de 5% na imunoglobulina de *Labeo victorianus* alimentados com dietas contendo urtiga *Urtica dioica*. Immanuel et al. (2009) observaram um aumento na imunoglobulina de tilápia alimentada com deitas contendo canela, *Aegle marmelos*, *Withania somnifera* e gengibre.

Bioquímica plasmática

Os compostos químicos das plantas também podem influenciar nos metabólitos plasmáticos, reduzindo os níveis de colesterol e triglicerídeo. Acar et al. (2011) observaram uma redução nos valores de glicose sanguínea, triglicerídeos e colesterol e um aumento nos valores de proteína plasmática total de tilápia alimentadas com dietas

contendo alho, sendo respectivamente 59,88 mg/dL; 47,87 mg/dL; 60 mg/dL e 4,94 g/dL. Esses pesquisadores afirmaram que a redução no nível de glicose sanguínea ocorreu devido uma redução no nível de estresse.

Ngugi et al. (2015) observaram redução nos níveis plasmáticos de glicose e cortisol de *L. rohita* alimentados com *U. dioica* após infecção com *Aeromonas hydrophila*, concluindo que o efeito nos níveis na glicose sanguínea é resultando da ação das catecolaminas, estimulando a glicogenólise no fígado (MOMMSEN et al., 1999).

Immanuel et al. (2009) observaram uma redução nos valores de colesterol e triglicerídeos de tilápia após alimentação com deitas incluídas de canela, *Aegle marmelos*, *Withania somnifera* e gengibre, entretanto esses pesquisadores não encontraram diferença significativa nos níveis sanguíneos de glicose. Kim et al. (2013) não observaram redução nos valores sanguíneos de *Silurus asotus* alimentados com deitas contendo *Scutellaria baicalensis*. Os mecanismos pelos quais os aditivos fitogênicos reduzem os níveis plasmáticos de colesterol está relacionado com a redução da síntese dessa molécula, além da maior conversão de colesterol em sais biliares (ANDALLU et al., 2003).

O gengibre

O gengibre é uma planta herbácea pertencente ao gênero *Zingiber* que inclui aproximadamente 85 espécies vegetais. Uma grande característica deste gênero é presença de rizomas, caules subterrâneos, constituído em sua maior proporção de amido com numerosas células secretoras de oleoresinas (ELPO e NEGRELLE, 2004), perfazendo em entre 5 a 8% do gengibre in natura (CHRUBASIK et al., 2005).

Originário da Ásia, atualmente esta planta é cultivada em muitos países devido ao seu poder medicinal. Sua ação farmacológica já era conhecida a mais de 2500 anos atrás, sendo utilizado na medicina tradicional chinesa para curar problemas digestivos (KEMPER, 1999). Tal efeito é resultado da sua composição rica em óleo essencial, variando entre 1 a 3% do peso do gengibre. Jolad et al. (2004) encontraram 63 compostos químicos, sendo que destes, 20 seriam desconhecidos. Esses autores também ressaltaram que a pungência do gengibre está relacionado com a presença de compostos fenólicos, dentre eles os gingeróis, apresentando maior abundância o [6]-gingerol e os shagoais.

Estudos recentes têm demonstrado o efeito benéfico do gengibre na saúde

humana, apresentando ação anti-inflamatória (OJEWOLE, 2006), analgésica (HANIADKA et al., 2013) e bactericida (JOE et al., 2009).

Na bioquímica sanguínea, Tanabe et al. (1993) observaram a redução nos níveis sanguíneos de colesterol de ratos com hipercolesterolemia, diminuindo a biossíntese deste componente por meio da inibição da síntese da enzima chave HMG-CoA redutase e maior estímulo da enzima 7 alfa hidroxilase, responsável pela conversão de colesterol em ácido biliar (ANDALLU et al., 2003). Alterações nos níveis de glicose sanguíneas foram observados por Agoreyo et al. (2008) ao suplementarem dietas de ratos obtendo maiores valores quando comprado ao grupo controle.

Na produção animal, a utilização do gengibre como aditivo ainda é recente e tem ganhado destaque nos últimos anos. Elmakki et al. (2013) avaliaram a inclusão de 0,25, 0,50 e 0,75% de gengibre em dietas para frango observando efeito positivo com a inclusão de 0,75%. Khan et al. (2012) afirmaram que o gengibre pode ser utilizado na produção de aves como promotor de crescimento, devido ao aumento no consumo de ração em função de uma melhora na palatabilidade da dieta, aumento nas secreções de enzimas gastrointestinais, culminando em um maior ganho de peso. Lee et al. (2013) avaliaram a utilização de extrato de gengibre em dietas para suínos, concluindo que este aditivo favorece o sistema imune.

Utilização do gengibre na aquicultura

Com o objetivo de verificar a eficácia do gengibre como promotor de crescimento e imunoestimulantes para *Lates calcarifer* Talpur et al. (2013) suplementaram dietas com 1, 2, 3, 5 e 10 g/kg e observaram efeito linear crescente no ganho de peso com a inclusão do gengibre, como peso final de 34,2 g para o tratamento controle e 67,8g para a maior inclusão do aditivo. Foi observado também uma maior sobrevivência dos peixes alimentados com gengibre quando desafiados com o *Vibrio harveyi* e identificado que a inclusão do gengibre alterou os números de eritrócitos e leucócitos, além de reduzir os níveis de glicose, triglicerídeos e colesterol sanguíneo.

Nya e Austin (2009) avaliaram o efeito dos níveis de gengibre com (0; 0,05; 0,1; 0,5 e 1,0 g/ 100 g) como imunoestimulante para dietas de truta desafiadas com *A. hydrophila* e encontraram além de um maior ganho de peso dos peixes alimentados com

1,0 g/100g, maior sobrevivência com aumento significativo na atividade fagocítica, explosão respiratória, atividade da lisozima e maiores valores de globulina.

Immanuel et al. (2009) avaliaram o efeito do extrato acético de *Cynodon dactylon*, *Aegle marmelos*, *Withania somnifera* e *Z. officinale* na atividade imunológica e no crescimento de tilápia moçambicana e observaram que, dentre os aditivos testados, os peixes alimentados com gengibre apresentaram maior ganho de peso, sendo 139% superior ao tratamento sem a inclusão de aditivo. A utilização do aditivo reduziu os níveis sanguíneos de colesterol e triglicerídeos e aumentaram os níveis de globulina, albumina e proteínas do plasma.

Haghighi e Rohani (2013) avaliaram o efeito imune estimulatório em trutas alimentadas com deita contendo 1% de gengibre e observaram alterações positivas nas variáveis hematológicas, com aumento nos valores de hematócrito, leucócitos totais, linfócitos, neutrófilos e monócitos, assim como na atividade da explosão respiratório e da lisozima, afirmando que o gengibre pode ser utilizado como imunoestimulante em dietas para truta.

Arulvasu et al. (2013) avaliaram a administração de gengibre no crescimento, sobrevivência e reposta imune de *Catla catla* e identificaram maiores valores de eritrócito, leucócitos e hemoglobina nos peixes alimentados com gengibre, como também maior atividade bactericida e sobrevivência quando desafiados com *A. hydrophila*.

Ao suplementarem juvenis de *Huso huso*, Kanani et al. (2014) observaram aumento significativo nos valores de neutrófilos e eosinófilos, assim como nos valores de globulina, porém esses pesquisadores não encontram diferenças significativas no ganho de peso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAR, Ü.; KESBIÇ, O. S.; YILMAZ, S.; GÜLTEPE, N.; TÜRKER, A. Evaluation of the effects of essential oil extracted from sweet orange peel (*Citrus sinensis*) on growth rate of tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and possible disease resistance against *Streptococcus iniae*. **Aquaculture.**, v. 437, p. 282-286, 2015.

AFZAL, M.; AL-HADIDI, D.; MENON, M.; PESEK, J.; DHAMI, M. S. Ginger: an ethnomedical, chemical and pharmacological review. **Drug. Metabol. Drug. Interac.**, v. 18, p. 59-90, 2001.

AGOREYO, F. O.; AGOREYO, B. O.; ONUORAH, M. N. Effect of aqueous extracts of *Hibiscus sabdariffa* and *Zingiber Officinale* on blood cholesterol and glucose levels of rats. **Afr. J. Biotechnol.**, v. 7, n. 21, 2008.

AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: EDUEM, 2007, 501 p.

AHMAD, T. S.; MATTY, A. J. The effect of feeding antibiotics on growth and body composition of carp (*Cyprinus carpio*). **Aquaculture.**, v. 77(2), p. 211-220, 1989.

AHMAD, M. H.; EL MESALLAMY, A. M.; SAMIR, F.; ZAHRAN, F. Effect of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) on growth performance, feed utilization, whole-body composition, and resistance to *Aeromonas hydrophila* in Nile tilapia. **J. Appl. Aquaculture.**, v. 23, n. 4, p. 289-298, 2011.

AHMED, S. T.; HOSSAIN, M. E.; KIM, G. M.; HWANG, J. A.; JI, H.; YANG, C. J. Effects of Resveratrol and Essential Oils on Growth Performance, Immunity, Digestibility and Fecal Microbial Shedding in Challenged Piglets. **Asian. Australas. J. Anim. Sci.**, v. 26(5), p. 683–690, 2013.

ALY, S. M.; ATTI, N. M. A.; MOHAMED, M. F. Effect of garlic on the survival, growth, resistance and quality of *Oreochromis niloticus*. In: International Symposium on Tilapia in Aquaculture. p.277-296, 2008.

ALP, M.; MIDILLI, M.; KOCABAĞLI, N.; YILMAZ, H.; TURAN, N.; GARGILI, A.; ACAR, N. The effects of dietary oregano essential oil on live performance, carcass yield, serum immunoglobulin G level, and oocyst count in broilers. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 21, n. 3, p. 630-636, 2012.

ANDALLU, B.; RADHIKA, B.; SURYAKANTHAM, V. Effect of aswagandha, ginger and mulberry on hyperglycemia and hyperlipidemia. **Plant. Foods. Hum Nutr.**, v. 58, n. 3, p. 1-7, 2003.

ANDREO, D.; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. **Bol. Cen. Pesq. Proc. Alim.**, v. 24, n. 2, 2006.

ARIAS, M. V. B.; CARRILHO, C. M. D. M. Resistência antimicrobiana nos animais e no ser humano. Há motivo para preocupação? **Semina.**, v.33, p. 775-790, 2012.

AURORA, Daljit S.; KAUR, Jasleen. Antimicrobial activity of spices. **Int. J. Antimicrob. Agents.**, v. 12, n. 3, p. 257-262, 1999.

ARULVASU, C.; MANI, K.; CHANDHIRASEKAR, D.; PRABHU, D.; SIVAGNANAM, S. Effect of dietary administration of *Zingiber officinale* on growth, survival and immune response of Indian major carp, *Catla catla* (Ham). **Int. J. Pharm. Pharm. Sci.**, v. 5, n. Suppl 2, p. 108-115, 2013.

AVALOS GARCÍA, A.; PÉREZ-URRIA C, E. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca.**, v. 2, n. 3, 2011.

- BADAWY, M. E.; ABDELGALEIL, S. A. Composition and antimicrobial activity of essential oils isolated from Egyptian plants against plant pathogenic bacteria and fungi. **Ind. Crops. Prod.**, v. 52, p. 776-782, 2014.
- BADR, M. O.; HASHEM, M. A.; ELMANDRAWI, S. A Clinicopathological studies on some antibiotics used in Nile tilapia infected with *Streptococcus iniae*. **J .Am. Sci.**, v. 8, n. 12, p. 1057-1070, 2012.
- BALCÁZAR, J. L.; DE BLAS, I.; RUIZ-ZARZUELA, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MÚZQUIZ, J. L. The role of probiotics in aquaculture. **Vet. micr.**, v. 114, n. 3, p. 173-186, 2006.
- BIN-HAFEEZ, B.; HAQUE, R.; PARVEZ, S.; PANDEY, S.; SAYEED, I.; RAISUDDIN, S. Immunomodulatory effects of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) extract in mice. **Int. im.**, v. 3, n. 2, p. 257-265, 2003.
- BOSCOLO, W.R. **Farinha de resíduos da indústria de filetagem de tilápia na alimentação da tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus***. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2003. 83p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2003.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2010**, Brasília, DF, p.129, 2012.
- BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2011**, Brasília, DF, p.60, 2013.
- BONA, T. D. M. M.; PICKLER, L.; MIGLINO, L. B.; KURITZA, L. N.; VASCONCELOS, S. P.; SANTIN, E. Óleo essencial de orégano, alecrim, canela e extrato de pimenta no controle de *Salmonella*, *Eimeria* e *Clostridium* em frangos de corte. **Pesqui. Vet. Bras.**, v. 32, n. 5, p. 411-418, 2012.

BURRIDGE, L.; WEIS, J. S.; CABELLO, F.; PIZARRO, J.; BOSTICK, K. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. **Aquacu.**, v. 306(1), p. 7-23, 2010.

CARRASCHI, S. P.; CRUZ, C.; MACHADO NETO, J. G.; CASTRO, M. P.; BORTOLUZZI, N. L.; GÍRIO, A. C. F. Efficacy of the florfenicol and of the oxytetracycline in the control in *Aeromonas hydrophila* in pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.**, v.63(3), p.579-583, 2011.

CHRUBASIK, S.; PITTLER, M. H.; ROUFOGALIS, B. D. Zingiberis rhizoma: a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. **Phytomedicine**, v. 12(9), p. 684-701, 2005.

COATES, M. E.; DAVIES, M. K.; KON, S. K. The effect of antibiotics on the intestine of the chick. **Br J Nutr.** , v. 9(01), p. 110-119, 1955.

DERDERIAN, S. L. Alexander Fleming's miraculous discovery of Penicillin. **Rivier Academic Journal.**, v.3(2), p.1-5, 2007.

DIBNER, J. J.; RICHARDS, J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. **Poultry science.**, v.84(4), p.634-643, 2005.

DONG, LILY; TIAN, KELLY. "The Use of Western Brands in Asserting Chinese National Identity." **J. Consum. Res.** , v. 36.3, p. 504-523, 2009.

ELAM, J. F.; JACOBS, R. L.; TIDWELL, W. L.; GEE, L. L.; COUCH, J. R. Possible mechanism involved in the growth-promoting responses obtained from antibiotics. **J. Nutr.** , v. 49(2), p. 307-317, 1953.

ELMAKKI, A.M; ABDELATTI, A.K; DOUSA, M.B; ELAGIB, A.A.H; MALIK, E.E.H; ELAMIN, M.K. Effect of Treated Cowpea Seeds on Broiler Chicken, **Global Journal of Animal Scientific Research**, v. 1(1), p. 61-68, 2013.

ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. R. B. Zingiber officinale roscoe: aspectos botânicos e ecológicos. **Visão Acadêmica**, v.5(1), 2004.

EL-SAYED, A. F. M. Total replacement of fish meal with animal protein sources in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), feeds. **Aquac. Res.**, v. 29 (4), p. 275-280, 1998.

EL-SAYED, A.-F.M. **Tilapia culture**. Wallingford, UK, p.139-159, 2006.

FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). **Seção Fisheries and Aquaculture Department**. Roma: SOFIA, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en>>. Acesso em: 24/05/2015.

FELICITTA, J.; MANJU, R. A.; RONALD, J.; SAKTHIKA, T.; NAGARAJAN, R.; CHELLADURAI, G. Effect of Different Concentrations Garlic (*Allium sativum*) and Onion (*Allium cepa*) on Growth, Survival, and Hematology of Juvenile Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). **Isr. J. Aquacult-Bamid.**, v. 65, 2013.

FRANKIČ, T., VOLJČ, M., SALOBIR, J., & REZAR, V. Use of herbs and spices and their extracts in animal nutrition. **A. Agr. Slov.**, v. 94, n. 2, p. 95-102, 2009.

FREITAS, R. M.; SILVA, J. D. O.; TAHIM, E. F.; MOURA, R. L. Elaboração de hambúrguer a partir de filés de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e estudo da sua estabilidade no armazenamento¹. In **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Brasil, 2012.

GILL, W. P.; HARIK, N. S.; WHIDDON, M. R.; LIAO, R. P.; MITTLER, J. E.; SHERMAN, D. R. A replication clock for *Mycobacterium tuberculosis*. **Nature med.**, v.15(2), p.211-214, 2009.

GOZI, K. S., ROMERA, D. M., ZAGO, A. C., FRANCESCHINI, L., GARCIA, F., SCHALCH, S. H. C. Atividade Hemolítica e Resistência Microbiana de Isolados Bacterianos da Tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*. In: **X Reunião Científica do Instituto de Pesca** - Resumos expandidos da X Reunião Científica do Instituto de Pesca – São Paulo, Brasil, 2011.

GRAHAM, J. P.; BOLAND, J. J.; SILBERGELD, E. Growth promoting antibiotics in food animal production: an economic analysis. **Pub. health rep.**, v.122(1), p.79, 2007.

GUPTA, M. V.; BARTLEY, D. M.; ACOSTA, B. (Ed.). Use of genetically improved and alien species for aquaculture and conservation of aquatic biodiversity in Africa. **WorldFish**, 2004.

GUZ, L.; SOPINSKA, A.; ONISZCZUK, T. Effect of *Echinacea purpurea* on growth and survival of guppy (*Poecilia reticulata*) challenged with *Aeromonas bestiarum*. **Aquacult. Nutr.** v. 17(6), p. 695-700, 2011.

HAGHIGHI, M.; ROHANI, M. S. The effects of powdered ginger (*Zingiber officinale*) on the haematological and immunological parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. **J. Med. Plants. Stud.**, p.8-12, 2013.

HALBERSTEIN, R. A. Medicinal plants: historical and cross-cultural usage patterns. **Annals of epidemiology**, v.15, n.9, p.686-699, 2005.

HANIADKA, R.; SALDANHA, E.; SUNITA, V.; PALATY, P. L.; FAYAD, R.; BALIGA, M. S. A review of the gastroprotective effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Food & function**, v.4(6), p.845-855, 2013.

HASHEMI, S. R.; DAVOODI, E. H., Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Vet. Res. Com.**, v.35, p.169-180, 2011.

HE, S.; ZHOU, Z.; LIU, Y.; CAO, Y.; MENG, K.; SHI, P.; RINGØ, E. Effects of the antibiotic growth promoters flavomycin and florfenicol on the autochthonous intestinal microbiota of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus*♀× *O. aureus*♂). **Arch. Microbiol.**, v. 192(12), p. 985-994, 2010.

HE, S.; ZHOU, Z.; MENG, K.; ZHAO, H.; YAO, B.; RINGØ, E.; YOON, I. Effects of dietary antibiotic growth promoter and fermentation product on production, intestinal bacterial community, and nonspecific immunity of hybrid tilapia (female× male). **J. Anim. Sci.** , v.89(1), p.84-92, 2011.

HELANDER, I. M.; ALAKOMI, H. L.; LATVA-KALA, K.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POL, I.; SMID, E. J.; VON WRIGHT, A. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46(9), p. 3590-3595, 1998.

HORTON, G. M. J.; FENNELL, M. J.; PRASAD, B. M. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) on performance, carcass composition and blood chemistry changes in broiler chickens. **Can. J. Anim. Sci.**, v.71(3), p.939-942, 1991.

IMMANUEL, G.; UMA, R. P.; IYAPPARAJ, P.; CITARASU, T.; PUNITHA PETER, S. M.; MICHAEL BABU, M.; PALAVESAM, A. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*. **J. f. bio.**, v. 74(7), p.1462-1475, 2009.

JOE, M. M.; JAYACHITRA, J.; VIJAYAPRIYA, M. Antimicrobial activity of some common spices against certain human pathogens. **J. Med. Plants Res.**, v. 3, n. 11, p. 1134-1136, 2009.

JOLAD, S. D.; LANTZ, R.C.; SOLYOM, A.M.; CHEN, G.J.; BATES, R.B.; TIMMERMANN, B.N. Fresh organically grown ginger (*Zingiber officinale*): composition and effects on LPS-induced PGE2 production. **Phytochemistry**, v.65, p.1937-1954, 2004.

LEE, S. D.; KIM, J. H.; JUNG, H. J.; KIM, Y. H.; KIM, I. C.; KIM, S. B.; KIM, Y. J. The effect of ginger extracts on the antioxidant capacity and IgG concentrations in the colostrum and plasma of neo-born piglets and sows. **Livest. Sci.**, v. 154, n. 1, p. 117-122, 2013.

LOURENÇO, J. A. A. Destilação industrial de óleos essenciais. **Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Mediciniais. Curso Teórico--Prático**, v. 3, p. 80-95, 2007.

KANANI, H. G.; NOBAHAR, Z.; KAKOOLAKI, S.; JAFARIAN, H. Effect of ginger- and garlic-supplemented diet on growth performance, some hematological parameters and immune responses in juvenile *Huso huso*. **Fish Physiol. Biochem.**, v. 40(2), p. 481-490, 2014.

KHAN, R. U.; NAZ, S.; NIKOUSEFAT, Z.; TUFARELLI, V.; JAVDANI, M.; QURESHI, M. S.; LAUDADIO, V. Potential applications of ginger (*Zingiber officinale*) in poultry diets. **World Poultry Sci. J.**, v. 68(02), p. 245-252, 2012.

KEMPER, K. J. Ginger (*Zingiber officinale*). **Longwood Herbal Task Force**, 1999. Disponível em :Availabe at: <http://www.mcp.edu/herbal/default.htm>, 1-18.

KIM, K. T.; JEON, G. H.; CHO, S. H.; LIM, S. G.; KWON, M. G.; YOO, J. H. Effects of dietary inclusion of various concentrations of *Scutellaria baicalensis* Georgi extract on growth, body composition, serum chemistry and challenge test of far eastern catfish (*Silurus asotus*). **Aquacul. Resear.**, v. 44(10), p. 1502-1510, 2013.

KRONKA, R. N., OHASHI, K., MACHADO, J. A., TANIMOTO, R. M. Antibióticos em rações de suínos. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.17(11), p.1685-1689, 1982.

- KUBITZA, F. Manejo na produção de peixes; parte 05: boas práticas de manejo sanitário. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 112, p. 15-23, mar./abr. 2009.
- KÜMMERER, K. Antibiotics in the aquatic environment—a review—part I. **Chemosphere**, v.75(4), p.417-434, 2009.
- MARIANO, W.S.; SORIA, S.F.P.; GARCIA, R.G.; FÉLIX, M.Z.; LOPES, F.; TOLEDO, J.R.S. Metabolismo e fisiologia de tucunaré, *Gymnotus carapo* (LINNAEUS, 1758) submetidos à exposição ao ar atmosférico. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde** 15(1), 9-18, 2011.
- MOMMSEN, T.P.; VIJAYAN, M.M.; MOON, T. Cortisol in teleosts: dynamic, mechanisms of action, and metabolic regulations, **Revist. Fish Biology**, v. 9, p. 11-268, 1999.
- MORAES, F. F.P.; SILVA, N. L.; COELHO DIAS, D.; VEIGA M.D. M.; SALARO, A. L.; FREITAS, D.; SAMPAIO ZUANON, J. A. Essential Oregano Oil as a Growth Promoter for the Yellowtail Tetra, *Astyanax altiparanae*. **J. World Aquac. Soc.** , v. 45(1), p. 28-34, 2014.
- NAOUM, P. C.; NAOUM, F. A.; NAOUM, P. F. **Eletroforeses - Hemoglobinopatias, Proteínas Séricas, Lipoproteínas e DNA**. Livraria Santos / Grupo Editorial Nacional, 2011.
- NGUGI, C. C.; OYOO-OKOTH, E.; MUGO-BUNDI, J.; ORINA, P. S.; CHEMOIWA, E. J.; ALOO, P. A. Effects of dietary administration of stinging nettle (*Urtica dioica*) on the growth performance, biochemical, hematological and immunological parameters in juvenile and adult Victoria Labeo (*Labeo victorianus*) challenged with *Aeromonas hydrophila*. **Fish Shellfish Immun.**, v. 44(2), p. 533-541, 2015.

NIKAIDO, H. Multidrug resistance in bacteria. **Annu. Rev. Biochem.**, v.78, p.119, 2009.

NWABUEZE, A. A. Antimicrobial Action of Epidermal Mucus Extract of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Juveniles-Fed Ginger Inclusion in Diet. **Int. J. Biol. Sci.**, v. 6(2), p. 42- 56, 2014.

NYA, E. J.; AUSTIN, B. Use of garlic, *Allium sativum*, to control *Aeromonas hydrophila* infection in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **J. Fish Dis.**, v. 32(11), p. 963-970, 2009^a.

NYA, E. J.; AUSTIN, B. Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **J. Fish Dis.**, v. 32(11), p. 971-977, 2009^b.

OJEWOLE, J. A. Analgesic, antiinflammatory and hypoglycaemic effects of ethanol extract of *Zingiber officinale* (Roscoe) rhizomes (*Zingiberaceae*) in mice and rats. **Phytother. Res.**, v.20(9), p.764-772, 2006.

PEREIRA, A. L.; PITA, J. R. Alexander Fleming (1881-1955), Da descoberta da penicilina (1928) ao Prémio Nobel (1945). **Revista da Faculdade de Letras: História Porto**, v.6, p.129-151, 2005.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Stimulatory influence of select spices on bile secretion in rats. **Nutr Res.**, v. 20, p. 1493-1503, 2000^a.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. Influence of dietary spices or their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. **Nahrung**, v. 44, p. 42-46, 2000^b.

PRABUSEENIVASAN, S.; JAYAKUMAR, M.; IGNACIMUTHU, S. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. **BMC Complement. Altern. Med.**, v. 6(1), 2006.

PRAMER, D. The persistence and biological effects of antibiotics in soil. **J. Appl. Microbiol.**, v. 6(3), p. 221, 1958.

RIBEIRO, U. F. F.; KRONKA, R. N.; BUTOLO, J. E. Efeito da virginiamicina no desenvolvimento e características de carcaça de suínos. **P. Agr. Bra.**, v. 19(5), p. 651-656, 1984.

ROBERTS, R. J. **Fish pathology**. John Wiley & Sons, 2012.

ROMERO, J.; FEIJOÓ, C. G.; NAVARRETE, P. Antibiotics in aquaculture-use, abuse and alternatives. **INTECH Open Access Publisher**, 2012.

ROSA, C. A. D.; FERRANDIN, D. C.; SOUSA, M. M. D. Desenvolvimento de nuggets de filé e polpa de tilápia com adição de linhaça (*Linum usitatissimum* L.). Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

ROSS, Z. M.; O'GARA, E. A.; HILL, D. J.; SLEIGHTHOLME, H. V.; MASLIN, D. J. Antimicrobial properties of garlic oil against human enteric bacteria: evaluation of methodologies and comparisons with garlic oil sulfides and garlic powder. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 67, n. 1, p. 475-480, 2001.

SHEIKHLAR, A.; ALIMON, A. R.; DAUD, H.; SAAD, C. R.; RAMEZANI-FARD, E. Effects of crude methanol extract of *Euphorbia hirta* on hematological and biochemical indices and histological changes of liver in African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **J. Fish. Aquat. Sci.**, v. 6(7), p. 802, 2011.

SONE, Y.; HITATI, S. Effect of some essential oils on the activity of the intestine. **Tohoku j. Exp. Med.**, v. 30, p. 540-545, 1937.

SOUSA, G. S. **Tratado Descritivo do Brasil em 1587**. Disponível em:

<http://fabiopaivareis.net/wp-content/uploads/2012/05/SOUSA-Gabriel-Soares-Tratado-Descritivo-do-Brasil.pdf>

SOUZA, M. D.; Baccarin, A. E.; Viegas, E. M. M.; KRONKA, S. D. N. Defumação da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 33(1), p. 27-36, 2004.

SOUZA, A. V. C. **Alternativas ao uso de promotores de crescimento em avicultura**. Polinutri Nutrição Animal, 2005.

SIEBURTH, J. M.; GUTIERREZ, J.; MCGINNIS, J.; STERN, J. R.; SCHNEIDER, B. H. Effect of antibiotics on intestinal microflora and on growth of turkeys and pigs. **Exp. Biol. Med.**, v. 76(1), p. 15-18, 1951.

SILVA, R. O. D. P.; LOPES, A. D. F.; FARIA, R. M. D. D. **Eletroforese de proteínas séricas: interpretação e correlação clínica**, 2008.

SNIESZKO, S. F. Use of antibiotics in the diet of salmonid fishes. **Prog. Fish-cult.**, v. 19(2), p. 81-84, 1957.

STARR, M. P.; REYNOLDS, D. M. Streptomycin resistance of coliform bacteria from turkeys fed streptomycin. **Am. J. Public Health.** , v. 4, p. 1375-1380, 1951.

STRUHSAKER, J. W.; HASHIMOTO, D. Y.; GIRARD, S. M.; PRIOR, F. T.; COONEY, T. D. Effect of antibiotics on survival of carangid fish larvae (*Caranx mate*), reared in the laboratory. **Aquacul.**, v.2, p.53-88, 1973.

SUTILI, F. J.; GATLIN, D. M.; ROSSI, W.; HEINZMANN, B. M.;

BALDISSEROTTO, B. In vitro effects of plant essential oils on non-specific immune parameters of red drum, *Sciaenops ocellatus* L. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, 2016.

TANEBE, M.; CHEN, Y-D.; SAITO, K-I.; KANO, Y. Cholesterol biosynthesis inhibitory component from *Zingiber officinale* Roscoe. **Chem. Pharm. Bull.**, v. 41(4), p. 710-713, 1993.

TALPUR, A. D.; IKHWANUDDIN, M. Dietary effects of garlic (*Allium sativum*) on haemato-immunological parameters, survival, growth, and disease resistance against *Vibrio harveyi* infection in Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch). **Aquacult.**, v.364, p.6-12, 2012.

THRALL, M.A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo, 582p, 2007.

WASHIYA, Y.; NISHIKAWA, T.; FUJINO, T. Enhancement of intestinal IgA production by ajoene in mice. **Biosci. Biotechnol. Biochem.**, v. 77(11), p. 2298-2301, 2013.

YILMAZ, S.; ERGÜN, S.; SOYTAŞ, N. Dietary supplementation of cumin (*Cuminum cyminum*) preventing streptococcal disease during first-feeding of Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*). **J. Med. Sci. Biol** , v. 2(2), p. 117-124, 2013.

YITBAREK, M.B. Phytochemicals as feed additives in poultry production: A Review. **Int. J. Extr. Res.**, v. 3, p. 49-60, 2015.

CAPÍTULO 1

Desempenho, bioquímica sérica, microbiota intestinal e análise sensorial de tilápia-do-
nilo alimentada com dietas contendo gengibre

Desempenho, bioquímica sanguínea, microbiota intestinal e análise sensorial de tilápia-do-nilo alimentada com dietas contendo gengibre

RESUMO

Objetivou-se com este estudo determinar o efeito de gengibre em pó *Zingiber officinale* como um aditivo fitogênico em dietas para tilápia-do-nilo *Oreochornis niloticus*. Foram utilizados 440 juvenis de tilápia-do-nilo ($8,46\text{g} \pm 0,30$) distribuídos em 20 tanques plásticos (350 L). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos com quatro repetições cada. Os tratamentos experimentais consistiram na inclusão de gengibre em pó nas concentrações de 5, 10, 15 e 20 g Kg⁻¹ e uma dieta controle, isenta do aditivo. Após o período de 60 dias os peixes foram pesados individualmente e coletadas amostras de sangue, intestino e filé para as análises bioquímicas, microbiológicas e sensoriais, respectivamente. Observou-se maior ganho de peso e peso final nos peixes alimentados com as dietas contendo 5, 10 e 15 g Kg⁻¹, sendo o melhor nível de inclusão estimado em 11 g Kg⁻¹. Verificou-se aumento linear dos níveis de glicose sanguínea com a inclusão do gengibre e uma redução nos níveis de colesterol e triglicérides. A população de bactérias totais da microbiota intestinal foi maior para os peixes alimentados com a dieta contendo 10 g Kg⁻¹. Não foi observada diferença sensoriais. Os resultados deste estudo demonstram que a inclusão de 10 g Kg⁻¹ na dieta de tilápia-do-nilo proporciona efeito benéfico nas variáveis estudadas, sem alterar o sabor para o consumidor.

Palavras-chave: *Zingiber officinale*, colesterol, micro-organismo intestinal, aceitabilidade

The performance, electrophoretic profile of serum proteins, intestinal microbiota and sensory analysis of Nile tilapia fed diets containing ginger

ABSTRACT

The study aimed to determine the effect of ginger as a phytogetic additive in diets for Nile tilapia *Oreochornis niloticus*. 440 juveniles Nile tilapia were used ($8,46g \pm 0,30$) distributed in 20 plastic tanks (350 L). A completely randomized design was used, composed by five treatments with four repetitions each. The treatments consisted in adding powdered ginger in concentrations of 5, 10, 15 e 20 g Kg⁻¹ and a diet control, free of additives. After 60 days the fishes were weighed individually, blood, but and fillet samples were collected for biochemical, microbiological and sensory analysis respectively. There were a higher weight gain and final weight in fishes fed diets containing 5, 10 e 15 g Kg⁻¹, being the best level of inclusion estimated in 11 g Kg⁻¹. There was a linear increase of blood glucose levels with the inclusion of ginger and a reduction in cholesterol and triglyceride levels. There were also changes in the population of total bacteria of the intestinal microbiota with the highest population of fishes fed with the diet containing 10g Kg⁻¹. There was no statistical difference in sensory analysis. The results of this study shows that the inclusion of 10 g kg⁻¹ in the Nile tilapia diet provides beneficial effect on variables without changing the taste for the consumer.

Key words: *Zingiber officinale*, immunostimulant, intestinal microorganism, immunoglobulin, acceptability

INTRODUÇÃO

A aquicultura mundial tem crescido em ritmo acelerado e tal sucesso está associado às boas práticas de manejo e aperfeiçoamento das técnicas produtivas. Entretanto grandes perdas ainda são geradas devido ao estresse causado pelo manejo inadequado e às elevadas densidades de estocagem utilizadas. Em função disso, desde a proibição da utilização de antibióticos como promotores de crescimento na produção animal, a utilização de imunostimulante é uma alternativa viável e coerente, pois além de não causarem danos ao ambiente e a saúde do consumidor, acarreta em melhorias produtivas.

Aditivos fitogênicos são compostos oriundos de plantas adicionados a dieta que assegurem melhorias no desempenho e no sistema imunitários dos animais. Essas melhorias estão relacionadas com às propriedades flavorizantes, aumento nas secreções enzimáticas melhorando a digestibilidade e absorção de nutrientes, além das suas atividades biológicas, antibacteriana, antiviral, antifúngica, antioxidante e imunostimulatória (Hashemi e Davoodi, 2011).

O gengibre (*Zingiber officinale*) é uma planta herbácea que apresenta rizomas ricos em compostos fenólicos, dentre eles gingeróis e shogaóis que atuam como antioxidante (Singh et al., 2008), antimicrobiano (Andrade et al., 2012), antocolesterolêmico, além de auxiliar na redução de triglicérides sanguíneos (Iwashita et al., 2001). Outros estudos demonstram também que o gengibre afeta positivamente as proteínas plasmáticas, aumentando os níveis séricos de albumina em frangos (Saeid et al., 2010) e selecionando benéficamente a microbiota intestinal, reduzindo consideravelmente a população *Escherichia coli*, *Streptococcus antracis*, *Streptococcus aureus* e *Vibrio parahaemolyticus* em catfish *Clarias gariepinus* (Olukayode e Barakat, 2014).

A tilápia-do-nylo é uma espécie onívora, pertencente à família Cichlidae, endêmica da África e do Oriente Médio, estando atualmente inserida no grupo dos peixes mais produzidos no mundo. A grande produtividade dessa espécie em todo o mundo está associada a características inerentes da espécie, como rápido crescimento, tolerância a alterações ambientais, resistência a estresse e doenças e facilidade da reprodução em cativeiro (Sayed, 2005).

Na aquicultura, estudos com a inclusão do gengibre em dietas para tilápia ainda são escassos e os seus benefícios não foram elucidados. Com isso objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de níveis de gengibre em pó nas variáveis zootécnicas, índices bioquímicos, proteínas plasmáticas, microbiota intestinal de tilápia-do-nilo, além da possível interferência desse aditivo na aceitabilidade mercadológica do filé.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Aquicultura da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil, por um período de 60 dias. Foram distribuídos mil juvenis de tilápia-do-nilo da linhagem tailandesa com peso médio de 2 g em 20 tanques com volume de 350L em um sistema de recirculação, com temperatura controlada (29 °C) e aeração constante por um período de 20 dias, onde foram alimentadas cinco vezes ao dia (8:00; 10:00; 12:00; 14:00 e 16:00) até a saciedade aparente, correspondendo ao período de adaptação.

Posteriormente, foram escolhidos e alocados em um delineamento inteiramente casualizado 440 juvenis com peso médio inicial de $8,46 \pm 0,30$ g, em 20 tanques de plástico (350 L), com densidade de 22 peixes por tanque, em cinco grupos experimentais e quatro repetições. Os tanques eram abastecidos com fluxo contínuo de água em um sistema de circulação fechada de água, com filtragem biológica, sistema de aquecimento e aeração constante individual através de soprador.

Os tanques eram sifonados duas vezes ao dia, após a primeira e a última alimentação para retirada de fezes e semanalmente verificou-se as variáveis físicas e químicas da água como temperatura, O_2D , O_2 % e pH ficando em 28,5 °C; $6,28 \pm 0,21$ mg L⁻¹, $80,75 \pm 2,76$ % e 6,52 a 7,92, respectivamente.

Para a confecção das dietas experimentais formulou-se uma dieta basal (Tabela 1) conforme às necessidades nutricionais de tilápia-do-nilo com auxílio do programa computacional SUPER CRAC[®], sendo esta ração utilizada como tratamento controle. Os ingredientes foram moídos individualmente em moinho tipo faca com peneira de 0,5 mm. Para os demais tratamentos, utilizou-se a fórmula do tratamento controle acrescido dos diferentes níveis de gengibre em pó, 5; 10; 15 e 20 g Kg⁻¹, conforme cada tratamento. As

dietas foram peletizadas e armazenadas em refrigerador (4 °C) durante todo o período experimental.

Tabela 1- Composição (g Kg⁻¹) das dietas experimentais.

Ingredientes	Dietas experimentais				
	Controle	5	10	15	20
Farelo de soja - 45%	396,98	394,98	392,98	390,98	388,98
Farinha de peixe-55%	235,0	233,0	232,0	231,0	230,0
Quirera de arroz	180,0	179,0	177,0	175,0	173,0
Farelo de trigo	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Óleo de soja	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Fubá de milho	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Fosfato bicálcio	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
DL metionina	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Compl. min e vit ¹	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sal comum	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Óxido de cromo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Gengibre em pó	0	5,0	10,0	15,0	20,0
Valores analisados (g Kg ⁻¹)					
Matéria seca	905,5	913,1	913,7	910,7	912,6
Proteína bruta	333,4	329,2	321,3	333,3	326,0
Energia bruta ³	4.393,42	4.265,6	4.381,1	4.373,3	4.388,6
Extrato Etéreo	98,6	100,7	98,5	92,2	100,3

¹ Complexo mineral e vitamínico: Composição/Kg: Mg – 2.600 mg; Zn – 14.000 mg; Fe – 10.000 mg; Cu – 1.400 mg; Co – 20 mg; I – 60 mg; Se – 60 mg; Vit. A – 1.000.000 UI; Vit. D3 – 400.00 UI; Vit. E – 10.000 mg; Vit. K3 – 500 mg; Vit. B1 – 2.500 mg; Vit. B2 – 2.500 mg; Vit. B6 – 2.500 mg; Vit. B12 – 3.000 mcg; Vit. C – 35.000 mg; Ac. Fólico – 500 mg; Ac. Pantotênico – 5.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Biotina – 80.000 mcg; Colina – 200.000 mg; Metionina – 130 g; Inositol – 5.000 mg; Etóxiquin – 15.000 mg.

² Butilhidroxitolueno. ³Energia bruta ((Kcal Kg⁻¹))

Durante o período experimental, os peixes foram alimentados três vezes ao dia (8:00; 12:00 e 16:00) até a saciedade aparente.

Ao final do experimento, os juvenis foram submetidos a jejum de 8 horas e posteriormente foram contados e pesados individualmente para determinação dos parâmetros de sobrevivência, ganho de peso (GP), consumo de ração aparente (CRA) e conversão alimentar aparente (CA). De cada unidade experimental retirou-se aleatoriamente quatro peixes para coleta de sangue (1 mL) via punção cardíaca e em

seguida foram eutanasiados em solução de benzocaína (1:500 v/v) para retirada do intestino e do filé.

Verificou-se os níveis de glicose sanguínea com auxílio do Glicosímetro Accu-Chek. Separou-se o plasma sanguíneo por meio de centrifugação por 15 minutos a 3000 rpm para as análises de proteína total pelo método de refratômetros, colesterol e triglicérides com auxílio de kits monoenzimáticos (Bioclin).

Realizou-se a análise do perfil eletroforético das proteínas séricas conforme metodologia modificada descrita por Naoum (1990), utilizando gel de algarose, tampão TRIS e 27 minutos de corrido em gel. Posteriormente, as fitas foram lidas e determinados os valores das proteínas através software CELM.

Com as amostras intestinais dos peixes submetidos aos tratamentos 10, 20 g Kg⁻¹ e sem a inclusão do gengibre, realizou-se a pesagem em balança analítica e condicionou-as em tubos de ensaios esterilizados para a posterior maceração e diluição em série de 10⁻⁵, 10⁻⁶ e 10⁻⁷ para a contagem da população de bactérias totais e bactérias Gram negativo. As amostras foram semeadas em duplicatas em placa de Petri contendo o meio de cultura ASA (ágar sangue) e MC (ágar MacConkey) e incubadas em estufas a 30 °C por 72 horas para a posterior contagem das colônias (AOAC, 1990).

Para a análise sensorial realizou-se previamente análise da qualidade do filé, segundo RDC12 (ANVISA, 2001), para a presença de *Salmonella* spp. e coliformes totais e termo tolerantes, seguindo a IN 62 (MAPA, 2003), e posteriormente os mesmos foram padronizados com tamanho 10 cm, identificados e submetido a cozimento em vapor de água por 15 minutos.

As amostras foram servidas a oito provadores treinados, onde estes responderam um questionário de quatro pontos: 1- nenhuma diferença do padrão; 3- leve diferença do padrão; 5- regular diferença do padrão e 7- extrema diferença do padrão, com a opção de identificarem também se o sabor da amostra era agradável ou desagradável ou se observaram alterações na coloração.

Com dados obtidos, verificou-se a hipótese de normalidade pelo teste de Anderson- Darling e homogeneidade das variâncias. Após determinada diferença estatística para as variáveis que apresentaram distribuição normal, aplicou-se análise de regressão segmentada e teste de Tukey a 5 %. Para as variáveis não normais, perfil eletroforético das proteínas plasmáticas, colesterol, glicose, triglicérides aplicou-se o

teste de Kruskal Wallis e para a microbiota intestinal aplicou-se o teste mediana de Mood. As análises foram realizadas com o auxílio dos programas computacional MINITAB 17 e o R.2.13.1. Para a análise sensorial, as respostas dos questionários foram analisadas estatisticamente pelo teste de Friedman pareado pelo programa InfoStat, da UNC, Cordoba, Argentina, 2008.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) nas variáveis ganho de peso e peso final (Tabela 2). O maior peso final e ganho de peso foi observado para os peixes alimentados com as dietas contendo 5, 10 e 15 g Kg⁻¹ de gengibre, diferindo do tratamento controle. Os peixes alimentados com a dieta contendo 20 g Kg⁻¹ apresentaram um menor ganho de peso e peso final, não diferindo do tratamento controle.

Tabela 2 - Valores médios de desempenho de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo níveis de gengibre.

Variáveis	Níveis de inclusão de gengibre (g Kg ⁻¹)					CV (%)	p-valor
	0	5	10	15	20		
PF* ¹ (g)	84,57±1,0 ^c	93,54± 4,5 ^{ab}	90,56±0,4 ^{ab}	94,14±2,9 ^a	88,67±0,4 ^{bc}	3,74	0,023
GP* ² (g)	76,11±1,09 ^c	85,33±4,51 ^{ab}	82,15±0,43 ^{ab}	86,58±1,8 ^a	80,33±0,44 ^{bc}	4,07	0,004
Con ³ (g)	1,83±0,15	2,07±0,6	1,94±0,8	1,96±0,16	2,06±0,26	8,26	0,262
C.A ⁴	1,31±0,05	1,33±0,03	1,30±0,02	1,35±0,03	1,38±0,04	4,05	0,371
Sob ⁵ (%)	99,4	99,7	99,7	98,10	98,10	0,57	0,228

Fonte: Construída a partir dos dados originais de desempenho de tilápia-do-nilo alimentada com dieta contendo gengibre. ¹Peso final; ²Ganho de peso; ³Consumo; ⁴Conversão alimentar aparente; ⁵Sobrevivência. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças estatísticas para o consumo diário de ração, conversão alimentar e sobrevivência entre os tratamentos, permanecendo com uma média de 1,97; 1,34; 99%, respectivamente.

Por meio da análise de regressão é possível observar que a partir da inclusão de aproximadamente 11 g Kg⁻¹ há um declínio no peso final (Figura 1) e no ganho de peso (Figura 2), sendo este o nível de inclusão de gengibre ideal para proporcionar maiores índices para tilápia-do-nilo.

O efeito promotor de crescimento do gengibre foi observado por Arulvasu et al. (2013) ao suplementarem dietas de carpa *Catla catla* com 0,1; 0,5 e 1 g Kg⁻¹, obtendo melhor desempenho com o maior nível de inclusão do aditivo. Talpur et al. (2013) observaram maior ganho de peso para juvenis de *Lates calcarifer* alimentados com dietas contendo 10 g Kg⁻¹ de gengibre, resultado semelhante ao observado neste estudo.

Figura 1 - Análise polinomial do peso final de tilápia-do-nylo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de gengibre

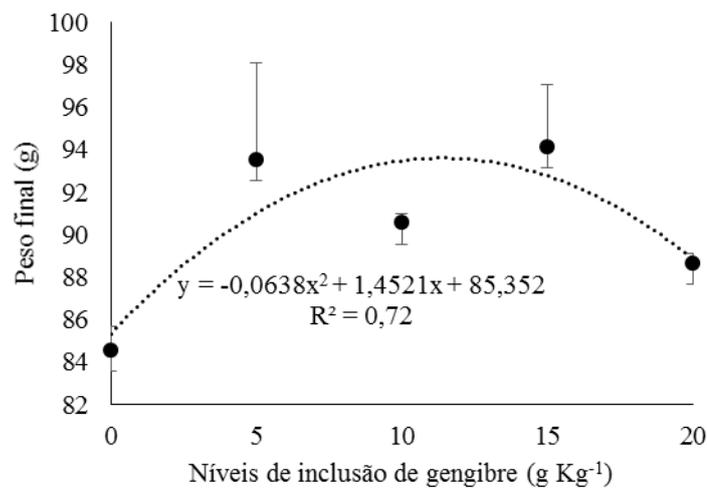
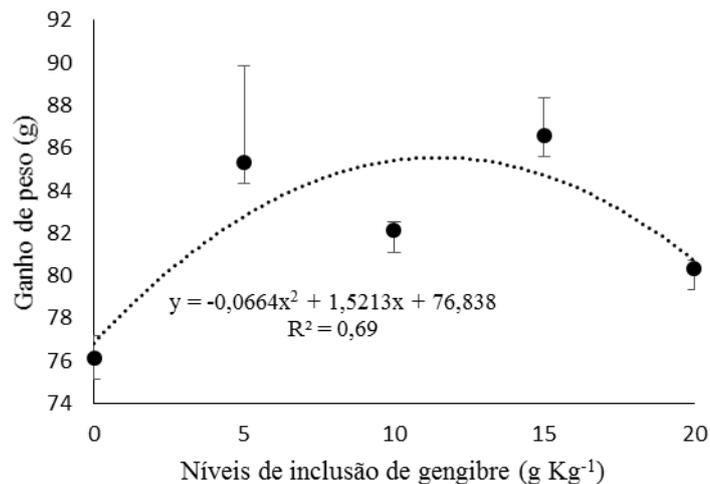


Figura 2 - Análise polinomial do ganho de peso de tilápia-do-nylo alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de gengibre



O melhor desempenho dos peixes alimentados com até 11 g Kg⁻¹ de gengibre na dieta pode estar associado com o aumento na digestibilidade dos nutrientes devido a um aumento nas secreções enzimáticas pancreáticas como demonstrado por Chattopadhyay et al. (2004). Platel e Srinivasan (2000) estudaram o efeito do açafrão *Curcuma longa*, pimenta *Capsicum annum*, piperina *Piper nigrum* e do gengibre na atividade das enzimas lipase, amilase, tripsina e quimiotripsina de ratos obtendo um acréscimo de 184% e 120% nas atividades enzimas pancreáticas amilase e tripsina, respectivamente, quando comparados ao tratamento controle dos ratos alimentados com gengibre. Esses pesquisadores também observaram um incremento significativo de 17% na atividade da sacarase na mucosa intestinal.

O menor ganho de peso dos peixes alimentados com 20 g Kg⁻¹ de gengibre, quando comparada a inclusão de 10 g Kg⁻¹, na dieta pode estar relacionada ao possível efeito tóxico que altas concentrações desse aditivo pode causar (ZHANG et al., 2010).

Não foram observadas alterações nos valores de proteína plasmática, porém o gengibre afetou os níveis de sanguíneos de glicose, colesterol e triglicerídeos (Tabela 3). A inclusão de gengibre aumentou os níveis plasmáticos de glicose, entretanto o tratamento com a inclusão de 5 g Kg⁻¹ não diferiu do controle. Para o colesterol, os maiores níveis de inclusão (10, 15 e 20 g Kg⁻¹) resultaram em menores valores, diferindo do controle. Já os triglicerídeos nos níveis de inclusão 10 e 15 g Kg⁻¹ foram observados os menores valores, diferindo do controle e do maior nível de inclusão.

Tabela 3 - Parâmetros bioquímicos/séricos de juvenis de tilápia- do-nilo alimentados com dietas contendo níveis de gengibre

Variáveis	Níveis de inclusão de gengibre (g Kg ⁻¹)					CV	p-valor
	0	5	10	15	20		
¹ PTN	7,26±0,57	7,75±0,51	7,65±0,4	7,00±0,7	6,97±0,3	7,66	0,228
² GLI	111,0±14,3 ^b	140,2±10,2 ^{ab}	172,0±10,4 ^a	165,7±25,9 ^a	173,0±7,1 ^a	10,02	0,001
³ COL	261,7±29,3 ^a	228,2±23,0 ^{ab}	164,7±15,4 ^c	180,4±24,1 ^c	195,4±11,2 ^{bc}	10,03	0,001
⁴ TRI	133,5±12,4 ^a	119,8±11,6 ^{ab}	104,5±10,1 ^b	100,1±3,1 ^b	111,1±20,3 ^a	9,24	0,005

Fonte: Construída a partir dos dados originais da bioquímica sérica de tilápia-do-nilo alimentada com dieta contendo gengibre. ¹PT- proteínas totais (g dL⁻¹); ²GLI- glicose (mg dL⁻¹); ³COL- colesterol (mg dL⁻¹); ⁴TRI- triglicerídeos (mg dL⁻¹) · Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste Kruskal- Wallis (p<0,05).

O aumento no nível de glicose sanguínea é resultante da característica termogênica do gengibre, aumentando a secreção de catecolaminas (Plantenga et al., 2006) e por consequência aumentando a glicogenólise no fígado (MARIANO et al., 2011). Antache et al. (2014) encontraram maior concentração de glicose sanguínea em tilápia-do-nylo alimentada com dieta contendo gengibre quando comparados aos peixes sem a inclusão de aditivo ou alimentados com *Rosmarinus Officinalis* (alecrim) e *Hippophae rhamnoides* (espinheiro marítimo), entretanto Talpur et al. (2013) observaram redução na glicose sanguínea em *Lates calcarifer*.

Observou-se uma redução nos níveis de colesterol sanguíneo nos peixes alimentados com gengibre. Em estudo com *Lates calcarifer*, Talpur et al. (2013) observaram redução no colesterol sanguíneo de peixes alimentados com 3, 5 e 10 g Kg⁻¹ de gengibre. Efeito similar foi observado por Nicoll e Henein (2007) ao suplementaram dietas de ratos com gengibre, concluindo que este aditivo atua no fígado reduzindo a síntese de colesterol, além de estimular a conversão de colesterol em ácidos biliares. Nammi et al. (2007) observaram redução na expressão do RNAm da enzima HMG CoA redutase em ratos alimentados com gengibre. Andallu et al. (2003) afirmaram que o efeito hipercolesterêmico do gengibre é em função do estímulo da enzima 7 alfa hidroxilase, responsável pela conversão de colesterol em ácido biliar.

Para a produção aquícola, maior quantidade de ácidos biliares pode melhorar o aproveitamento de lipídeos da dieta e o desvio das proteínas das vias catabólicas para as vias anabólicas.

Foi observada redução nos níveis de triglicerídeos nas tilápias alimentadas com gengibre em comparação ao tratamento controle, resultado semelhante ao observado por Talpur et al. (2013) ao adicionar gengibre em dietas para *Lates calcarifer*. Bhandari et al. (2008) afirmaram que o efeito do gengibre na redução dos triglicerídeos ocorre devido à redução nos níveis do carreador VLDL (*very low density lipoprotein*). Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para a população de bactérias Gram negativo (Tabela 4). Já para a população de bactérias totais, foi observado maior número de colônias para os peixes alimentados com a dieta contendo 10 g Kg⁻¹ de gengibre.

Tabela 4 - Contagem de células bacterianas Gram negativo (MC) e bactérias totais (ASA) da microbiota intestinal (UFC. 10^{-5}) de tilápia-do-nilo alimentados com dieta contendo gengibre

Níveis de inclusão de gengibre (g Kg ⁻¹)	Meio de cultura	n	UFC	p-valor
0	MC	5	6,2	0,153
10	MC	5	405,6	
20	MC	5	3,6	
0	ASA	5	10,2 ^b	0,003
10	ASA	5	651,4 ^a	
20	ASA	5	30 ^b	

Fonte: Construída a partir dos dados originais da microbiota intestinal de tilápia-do-nilo alimentada com dieta contendo gengibre. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente dos pelo teste Mediana de Mood ($p < 0,05$).

A microbiota intestinal é bastante sensível aos ingredientes da dieta, modificando-a e com isso a utilização de aditivo fitogênico em dietas para peixe afeta esse ecossistema aumentando a proliferando bactérias benéficas (BALCÁZAR et al., 2006). Os mecanismos pelos quais esse fenômeno ocorre ainda não estão elucidados, porém especula-se que as características lipofílicas de alguns componentes químicos interajam com a membrana plasmática de determinadas bactérias (HELANDER et al., 1998), o que acarreta em morte celular.

Quanto à análise sensorial, não foi observada diferença estatística ($p=0,795$) entre a aceitação do filé das tilápias do tratamento controle em relação às alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de gengibre, sendo todos os filés considerados agradáveis. Nenhum juiz notou diferença de cor e do padrão, mostrando que a adição de gengibre na ração não interfere na aceitabilidade do filé.

Conclui-se que a inclusão de 11 g Kg⁻¹ de gengibre em dietas para tilápia-do-nilo tem um efeito positivo no desempenho, podendo este ser utilizado como promotor de crescimento sem influenciar na aceitabilidade mercadológica de seu filé.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 10 jan 2001; Seção 1: 45-53.

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of analysis. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.

ANDALLU, B.; RADHIKA, B.; SURYAKANTHAM, V., Effect of aswagandha, ginger and mulberry on hyperglycemia and hyperlipidemia. **Plant. Foods Hum. Nutr.** v.58, p. 1-7, 2003.

ANDRADE, M.A.; CARDOSO, M.G.; BATISTA, L.R.; MALLET, A.C.T.; MACHADO, S.M.F. Essential oils of *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* and *Zingiber officinale*: composition, antioxidant and antibacterial activities. **Rev. Ciencia Agron.**, v. 43, p. 399-408, 2012.

ANTACHE, A.; CRISTEA, V.; GRECU, I.; DEDIU, L.; CREȚU, M.; PETREA, S.M. The Influence of Some Phytobiotics on Haematological and Some Biochemical Indices at *Oreochromis Niloticus*–Linnaeus, 1758. **J Anim Sci Biotechnol.**, v. 47, p. 192-199, 2014.

ARULVASU, C.; MANI, K.; CHANDHIRASEKAR, D.; PRABHU, D.; SIVAGNANAM, S. Effect of dietary administration of *zingiber officinale* on growth, survival and immune response of indian major carp, *catla catla* (ham.). **Int. J. Pharm. Pharm. Sci.**, v. 5 (2), p. 108-115, 2013.

BALCÁZAR, J. L.; DE BLAS, I.; RUIZ-ZARZUELA, I.; CUNNINGHAM, D.; VENDRELL, D.; MÚZQUIZ, J. L. The role of probiotics in aquaculture. **Vet. Microbiol.**, v. 114(3), p. 173-186, 2006.

BHANDARI, U.; SHARMA, J.N.; ZAFAR, R. The protective action of ethanolic ginger (*Zingiber officinale*) extract in cholesterol fed rabbits. **J. Ethnopharmacol.**, v. 61, p. 167–171, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Diário Oficial da União. Brasília, 2003.

CHATTOPADHYAY, I.; BISWAS, K.; BANDYOPADHYAY, U.; BANERJEE, R.K.; 2004. Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. **Curr. Sci.** v. 87, p. 1-10, 2004.

HASHEMI, S. R.; DAVOODI, E. H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Vet. Res. Commun.**, v.35, p.169-180, 2011.

HELANDER, I. M.; ALAKOMI, H. L.; LATVA-KALA, K.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POL, I.; SMID, E. J.; VON WRIGHT, A. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. **J. Agric. Food Chem.**, v. 46(9), p. 3590-3595, 1998.

IMMANUEL, G.; UMA, R. P.; IYAPPARAJ, P.; CITARASU, T.; PUNITHA PETER, S. M.; MICHAEL BABU, M.; PALAVESAM, A. Dietary medicinal plant extracts improve growth, immune activity and survival of tilapia *Oreochromis mossambicus*. **J. Fish Biol.**, v. 74(7), p. 1462-1475, 2009.

IWASHITA, K.; YAMAKI, K.; TOJIRO, T. Mioga (*Zingiber mioga* Rosc.) Extract Prevents 3T3-L1 Differentiation into Adipocytes and Obesity in Mice. **Food Sci. Technol. Res.**, v. 7 (2), p. 164–170, 2001.

MAPA–Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/consultasislegis>>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MARIANO, W.S.; SORIA, S.F.P.; GARCIA, R.G.; FÉLIX, M.Z.; LOPES, F.; TOLEDO, J.R.S. Metabolismo e fisiologia de tuvira, *Gymnotus carapo* (LINNAEUS, 1758) submetidos à exposição ao ar atmosférico. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 15(1), p. 9-18, 2011.

Minitab, I., 2014. MINITAB release 17: statistical software for windows. Minitab Inc, USA.

NAMMI, S.; KIM, M.S.; GAVANDE, N.S.; LI, G.Q.; ROUFOGALIS, B.D. Regulation of low-density lipoprotein receptor and 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme A reductase expression by *Zingiber officinale* in the liver of high-fat diet-fed rats. **Basic Clin Pharmacol Toxicol.**, v. 106, p. 389-395, 2010.

NICOLL, R.; HENEIN, M.Y. Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): a hot remedy for cardiovascular disease? **Int. J. Cardiac.**, v.131, p. 408-409, 2007.

NAOUM, P.C. Eletroforese – técnicas e diagnóstico. São Paulo: Livraria Santos, 1990.

NYA, E.J.; AUSTIN, B. Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **J. Fish Dis.**, v. 32, p. 971–977, 2009.

OLUKAYODE, A. O.; BARAKAT, Y. A. Closed Rank Effects of Ginger Oil and Moringa Oil on Bacteria Isolates of African Catfish (*Clarias gariepinus*). **World**, v. 6(4), p. 305-312, 2014.

PLANTENGA, M.W.; DIEPVENS, K.; JOOSEN, A.M.C.P.; PARENT, S.B.; TREMBLAY, A. Metabolic effects of spices, teas, and caffeine. **Physiol. Behav.**, v. 89, p. 85-91, 2006.

PLATEL, K.; SRINIVASAN, K. 2000. Influence of dietary spices and their active principles on pancreatic digestive enzymes in albino rats. **Nahrung**, v. 44(1), p. 42-6, 2000.

R Development Core Team . 2011 R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SAYED, A. F. Protein nutrition of farmed tilapia. Searching for unconventional sources. Source southern regional agriculture center and the Texas aquaculture extension service, 364-378, 2005.

SAEID, J. M.; MOHAMED, A. B.; AL-BADDY, M. A. Effect of aqueous extract of ginger (*Zingiber officinale*) on blood biochemistry parameters of broiler. **Int. J. Poultry Sci.**, v. 9(10), p. 944-947, 2010.

SINGH, G., KAPOOR, I.P., SINGH, P., HELUANI, C.S., LAMPASONA, M.P., CATALAN, C.A. Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale*. **Food Chem. Toxicol.**, v. 46, p. 3295–3302, 2008.

TALPUR, A.D.; IKHWANUDDIN, M.; BOLONG, A.M.A. Nutritional effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on immune response of Asian sea bass, *Lateolabrax niloticus* (Bloch) and disease resistance against *Vibrio harveyi*. **Aquaculture**. v.400-401, p. 46-52, 2013.

WOOF, J. M.; KERR, M. A. The function of immunoglobulin A in immunity. **J. Pathol.**, v. 208(2), p. 270-282, 2006.

ZHANG, G. F.; YANG, Z. B.; WANG, Y.; YANG, W. R.; JIANG, S. Z.; GAI, G. S. Effects of ginger root (*Zingiber officinale*) processed to different particle sizes on growth performance, antioxidant status, and serum metabolites of broiler chickens. **Poultry Sci.**, v. 88(10), p. 2159-2166, 2009.

CAPÍTULO 2

Influência do gengibre nos tecidos hematopoiéticos, variáveis hematológicas e perfil eletroforético das proteínas séricas de tilápia-do-nilo

Influência do gengibre nos tecidos hematopoiéticos nas variáveis hematológicas e perfil eletroforético das proteínas séricas de tilápia-do-nilo

RESUMO

Objetivou-se com este estudo determinar o efeito do gengibre (*Zingiber officinale*) nas variáveis hematológicas, perfil eletroforético das proteínas séricas e o peso dos tecidos hematopoiéticos, fígado e baço de tilápia-do-nilo. As dietas experimentais continham 5, 10, 15 e 20 g Kg⁻¹ de gengibre em pó, além de uma dieta controle, isenta do aditivo. Os peixes foram alimentados por um período de 60 dias e ao final do período experimental foram coletados o fígado e o baço e amostras sanguíneas onde verificou-se os valores de volume globular, eritrócito total, leucócito total, neutrófilos, monócitos e linfócitos e com o plasma sanguíneo verificou-se as proteínas séricas. A inclusão do gengibre influenciou significativamente as variáveis analisadas, onde maiores valores de eritrócitos e volume globular foram observados nos peixes alimentados com as dietas contendo gengibre entretanto somente o tratamento 5 g Kg⁻¹ diferiu do controle para o volume globular; Para a variável leucócitos totais foram observados maiores valores para os níveis de inclusão 5 e 10 g Kg⁻¹ e os maiores níveis de inclusão (15 e 20 g Kg⁻¹) resultaram em menores valores dessa variável. Maiores valores de neutrófilos foram observados nos peixes alimentados com 5, 10 e 20 g Kg⁻¹, diferindo do tratamento controle. Para as variáveis monócitos e linfócitos os maiores níveis de inclusão (15, 20 g Kg⁻¹), resultaram em menores valores. Os peixes alimentados com 5 g Kg⁻¹ de gengibre tiveram maiores valores de $\alpha 2$ globulina, diferindo dos demais tratamentos. Não foram observadas diferença para o peso do baço entre os tratamentos, ficando com uma média de 0,178 g, entretanto, para o peso do fígado a inclusão de 20 g Kg⁻¹ resultou em menor peso. Os resultados deste estudo demonstram que a inclusão de 5 g Kg⁻¹ de gengibre em dietas de tilápia-do-nilo altera as variáveis estudadas, atuando como imunoestimulantes.

Palavras-chave: *Zingiber officinale*, hematologia, imunoglobulina, tilápia-do-nilo

Ginger influence in hematopoietic tissues and in haematological variables of Nile tilapia

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of ginger (*Zingiber officinale*) in haematological variables, electrophoretic profile of serum proteins and weight of hematopoietic tissues, liver and spleen Nile tilapia. Experimental diets contained 5, 10, 15 and 20 g Kg⁻¹ ginger powder, and a control diet, free of the additive. The fish were fed for 60 days and at the end of the experimental period were collected liver and spleen and blood samples where there was a globular volume values, the total erythrocyte, the total leukocytes, neutrophils, monocytes and lymphocytes and to the blood plasma was found to serum proteins. The inclusion of ginger significantly influenced the analyzed variables, where higher values of red blood cells and packed cell volume were observed in fish fed diets containing ginger however only treatment 5 g Kg⁻¹ differed from the control to the packed cell volume; For the variable total leukocytes were observed higher values for the inclusion levels 5 and 10 g Kg⁻¹ and higher inclusion levels (15 and 20 g Kg⁻¹) resulted in lower values of this variable. Further neutrophil values were observed in the fish fed 5, 10 and 20 g Kg⁻¹, differing from the control treatment. For monocytes and lymphocytes varying the largest inclusion levels (15, 20 g Kg⁻¹) resulted in lower values. Fish fed 5 g Kg⁻¹ of ginger had higher α values 2 globulin, differing from the other treatments. There were no difference in spleen weight between treatments, leaving an average of 0.178 g, however, for the inclusion liver weight of 20 g Kg⁻¹ resulted in a lower weight. The results of this study demonstrate that the addition of 5 g Kg⁻¹ of ginger in Nile tilapia diets alter the variables, acting as immunostimulant.

Key words: *Zingiber officinale*, hematology, immunoglobulin, Nile tilapia

INTRODUÇÃO

O gengibre, uma planta herbácea originária da Ásia Tropical e do Arquipélago Malaio, nos últimos anos têm ganhado destaque tanto na produção animal quanto na nutrição humana, devido a composição dos seus rizomas ricos em compostos químicos, dentre eles, gingeróis e shagoals (SINGH et al., 2009), dos quais os tornam apreciáveis tanto na culinária quanto na medicina alternativa (AFZAL et al., 2001), estando associada a efeitos benéficos, como a redução dos níveis plasmáticos de colesterol e glicose (IWASHITA et al., 2001), melhorias imunológicas (GRZANNA et al., 2005), modulação benéficamente da microbiota intestinal (ANDRADE et al., 2012) e influência nos parâmetros hematológicos (ARULVASU et al., 2013).

Os peixes são organismos desprovidos de medula óssea e a hematopoiese ocorre principalmente no baço, rins, fígado, intestino e timo (AGIUS e ROBERTS, 2003). Alterações nesses tecidos podem ser resultantes da ação de agentes infecciosos, compostos tóxicos, imunossupressão dos animais (MACHADO et al., 1985), como também resultantes da ação benéficas de alguns aditivos (BANERJEE et al., 2001).

Estudos referentes a modulação da produção de células sanguíneas por aditivos fitogênicos indicam que espécies como o alho e o gengibre influenciam na modulação da produção de células vermelhas (WU et al., 2001) e influencia na expressão gênica dos percussores hematopoiéticos (FERRI-LAGNEAU et al., 2012).

Objetivou-se por meio deste estudo avaliar a influência de níveis crescente de gengibre, na dieta de tilápias, sob parâmetros sanguíneos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Aquacultura da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brasil no período de seis de Junho de 2014 a seis de Agosto de 2014. Mil juvenis de tilápia-do-nilo da linhagem tailandesa com peso médio de 2g foram distribuídos em 20 tanques com volume de 350L em um sistema de recirculação, com temperatura controlada (29 °C) e aeração constante por um período de 20 dias, onde foram alimentadas, com ração comercial, cinco vezes ao dia (8:00; 10:00; 12:00; 14:00 e 16:00) até a saciedade aparente, correspondendo ao período de adaptação.

Posteriormente a este período, foram escolhidos e alocados, em um delineamento inteiramente casualizado, 440 juvenis de tilápia-do-nilo com peso médio inicial de $8,46\text{g} \pm 0,30$ em 20 tanques (350 L), com densidade de 22 peixes por tanque, em cinco grupos experimentais e quatro repetições cada. Os tanques eram abastecidos com fluxo contínuo de água em um sistema de circulação fechada de água, com filtragem biológica, sistema de aquecimento e aeração constante individual através de soprador.

Os tanques eram sifonados duas vezes ao dia, após a primeira e a última alimentação para retirada de fezes. Semanalmente, verificou-se as variáveis físicas e químicas da água como temperatura, OD, O_2 % e pH sendo os valores médios de $28,5 \pm 0,24^\circ\text{C}$; $6,28 \pm 0,21 \text{ mg L}^{-1}$, $80,75 \pm 2,76\%$ e 6,52 a 7,15 respectivamente.

Para a confecção das dietas experimentais, formulou-se uma dieta basal (Tabela 1) conforme as necessidades nutricionais de tilápia-do-nilo com auxílio do programa computacional SUPER CRAC[®], sendo o tratamento controle. Para os demais tratamentos, utilizou-se a fórmula da dieta basal acrescida dos diferentes níveis de gengibre em pó, 5; 10; 15 e 20 g Kg^{-1} , conforme cada tratamento.

Tabela 5 - Composição (g Kg⁻¹) das dietas experimentais

Ingredientes	Dietas experimentais				
	Controle	5	10	15	20
Farelo de soja - 45%	396,98	394,98	392,98	390,98	388,98
Farinha de peixe- 55%	235,0	233,0	232,0	231,0	230,0
Quirera de arroz	180,0	179,0	177,0	175,0	173,0
Farelo de trigo	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Óleo de soja	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Fubá de milho	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
Fosfato bicálcio	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
DL metionina	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Compl. min e vit ¹	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Sal comum	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
BHT ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Óxido de cromo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Gengibre em pó	0	5,0	10,0	15,0	20,0
Valores analisados (g Kg ⁻¹)					
Matéria seca	905,5	913,1	913,7	910,7	912,6
Proteína bruta	333,4	329,2	321,3	333,3	326,0
Energia bruta ³	4.393,42	4.265,6	4.381,1	4.373,3	4.388,6
Extrato Etéreo	98,6	100,7	98,5	92,2	100,3

¹ Complexo mineral e vitamínico: Composição/Kg: Mg – 2.600 mg; Zn – 14.000 mg; Fe – 10.000 mg; Cu – 1.400 mg; Co – 20 mg; I – 60 mg; Se – 60 mg; Vit. A – 1.000.000 UI; Vit. D3 – 400.00 UI; Vit. E – 10.000 mg; Vit. K3 – 500 mg; Vit. B1 – 2.500 mg; Vit. B2 – 2.500 mg; Vit. B6 – 2.500 mg; Vit. B12 – 3.000 mcg; Vit. C – 35.000 mg; Ac. Fólico – 500 mg; Ac. Pantotênico – 5.000 mg; Niacina – 10.000 mg; Biotina – 80.000 mcg; Colina – 200.000 mg; Metionina – 130 g; Inositol – 5.000 mg; Etoiquin – 15.000 mg.

² Butilhidroxitolueno. ³Energia bruta (Kcal Kg⁻¹).

Durante o período experimental, os peixes foram alimentados três vezes ao dia (8:00; 12:00 e 16:00) até a saciedade aparente e ao final do período experimental de 60 dias, os juvenis foram submetidos a jejum de 8 horas e de cada unidade experimental retirou-se aleatoriamente quatro peixes, totalizando 16 peixes por tratamento, para coleta de 1 mL de sangue via punção cardíaca em seringas de 2mL contendo 10 µL de anticoagulante EDTA (ácido etilenodiaminotetracético sal dipotássico a 10%). Logo após a coleta, o material foi homogeneizado, posteriormente identificado e processado.

Determinou-se o volume globular pelo método de microhematócrito. Realizou-se contagem total de leucócitos e eritrócitos, com auxílio da câmara de Neubauer, utilizando-se solução de azul de toluidina a 0,01% (diluído em solução de cloreto de sódio). A

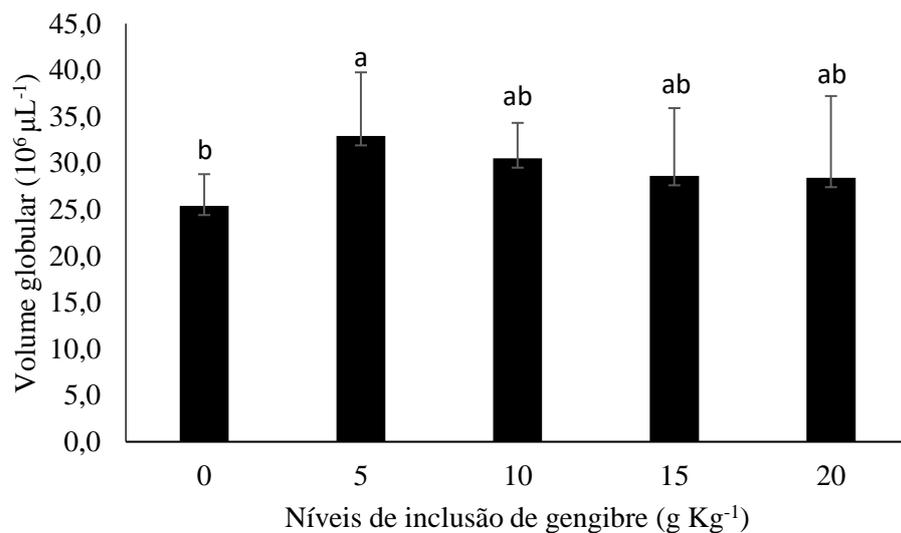
contagem diferencial dos leucócitos foi realizada por meio de extensões sanguíneas corados pelo método Panótico rápido (Laborelin) e contados 200 leucócitos em cada esfregaço.

Com os dados verificou-se a normalidade das variáveis por meio do teste Anderson-Darling e homocedasticidade pelo teste Bartlett. Para as variáveis que não ajustam em uma distribuição normal e homocedasticidade (volume globular, leucócitos totais, neutrófilos e linfócitos), aplicou-se o teste de mediana de Mood. Para as variáveis, proteínas séricas, eritrócito e monócito, aplicou-se análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alterações nos valores das variáveis sanguíneas foram observadas com a inclusão do gengibre. Maiores valores de volume globular foram observados nos peixes alimentados com as dietas contendo gengibre (Figura 1), entretanto somente o tratamento com a inclusão de 5 g Kg⁻¹ diferiu do controle.

Figura 3 - Valores de volume globular de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.

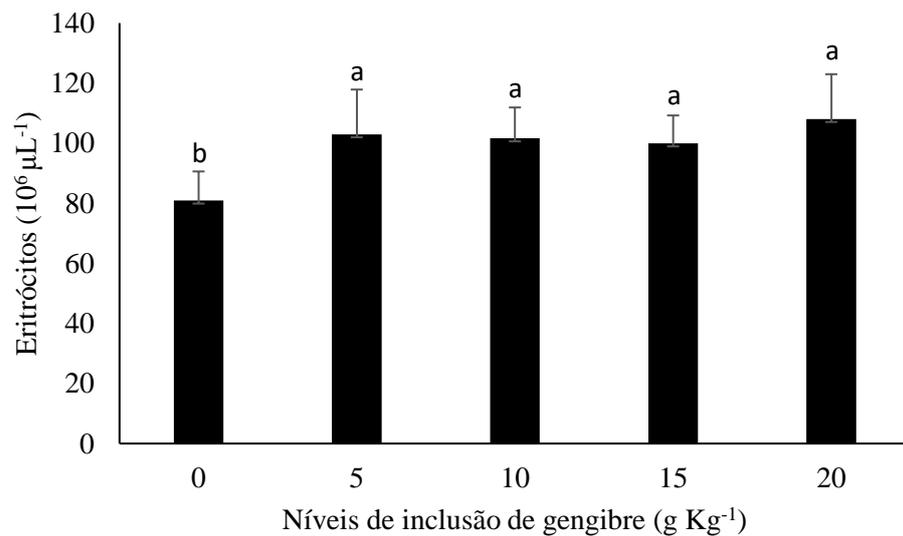


Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de mediana de Mood ($p < 0,05$)

Maior volume globular em peixes alimentados com gengibre também foram observados por Talpur et al. (2013) ao suplementarem *Lates calcarifer* com 2, 3, 5 e 10g Kg⁻¹, apresentando valor médio de 29,4. Kanani et al. (2014) observaram um aumento no volume globular de 57% de *Huso huso* alimentados com dietas contendo 10 g Kg⁻¹ de gengibre por um período de 40 dias.

Foram observados maiores valores de eritrócitos (Figura 2) para os peixes alimentados com a dieta contendo gengibre em todos os níveis, não diferindo entre si, entretanto, diferindo do controle.

Figura 4 - Valores de eritrócitos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.



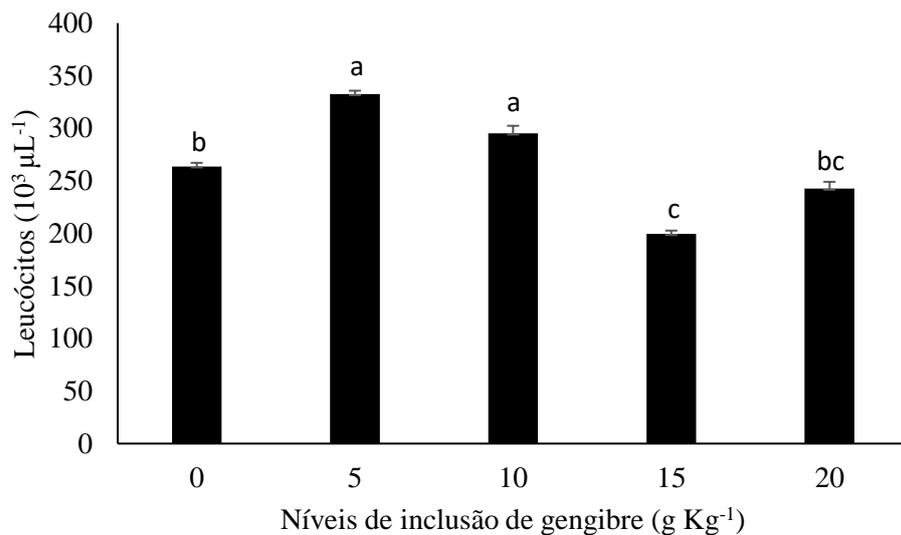
Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

O gengibre contém em sua composição compostos bioativos dentre eles os gingeróis. Estudo demonstrou que esse composto afeta positivamente na transcrição de fatores regulatórios da eritropoiese, como demonstrado por Ferri-Lagneau et al. (2012) em larvas de zebra *fish*. Segundo esses autores, o gengibre influencia no fator de transcrição GATA-1, responsável, na via mielóide, pela formação de eritrócitos. Maiores valores nessa variável pode indicar um aumento na capacidade metabólica respiratória dos peixes, o que pode culminar em maiores taxas de desempenho.

Para leucócitos totais os níveis mais baixos de inclusão (5 e 10 g Kg⁻¹) causaram

aumento significativo no número de leucócitos em relação aos demais tratamentos controle (Figura 3), enquanto que os níveis mais altos promoveram efeito inverso. Talpur et al. (2013) observaram um aumento linear crescente no número de leucócitos de *Lates calcarifer* alimentados com dieta contendo até 5 g Kg⁻¹ de gengibre, posteriormente ocorreu uma redução no maior nível de inclusão do aditivo (10g Kg⁻¹). Nya e Austin (2009) observaram maiores valores de leucócitos em truta alimentadas com 1 g Kg⁻¹ de gengibre. Os leucócitos podem ser indicadores de saúde dos peixes, tendo papel importante no sistema imune inato e um aumento nessa variável pode indicar efeito imunoestimulatório e propriedades anti infecciosas do gengibre (TALPUR et al., 2013).

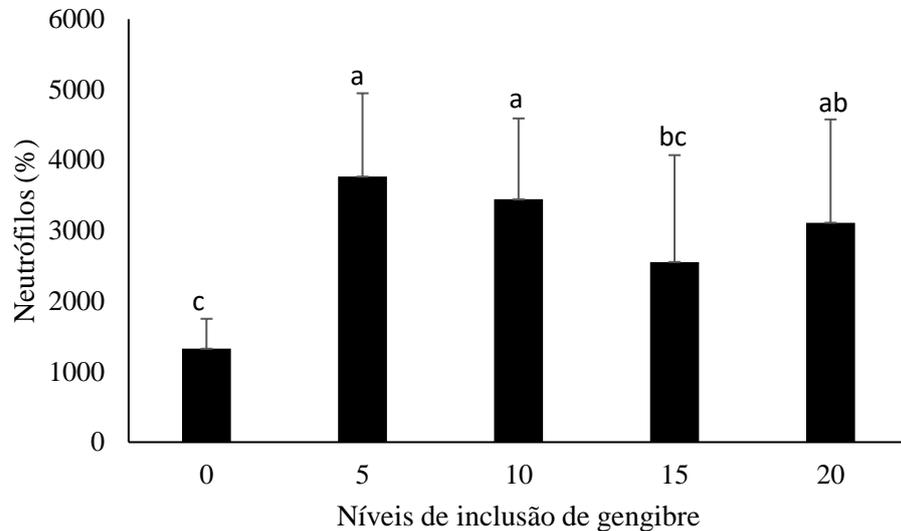
Figura 5 - Valores de leucócitos totais de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.



Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste mediana de Mood ($p < 0,05$)

Os neutrófilos são células fagocíticas, capazes de defender o organismo por meio da produção de radicais livres que destroem os invasores, sendo um indicativo de resposta imunitária (ALY e MOHAMED, 2010). A inclusão de alguns aditivos fitogênicos em dietas para peixe tem causado um aumento significativo no número de neutrófilos. A inclusão de gengibre incrementou os valores de neutrófilos, nos grupos 5, 10 e 20g Kg⁻¹ (Figura 4).

Figura 6 - Valores de neutrófilos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.

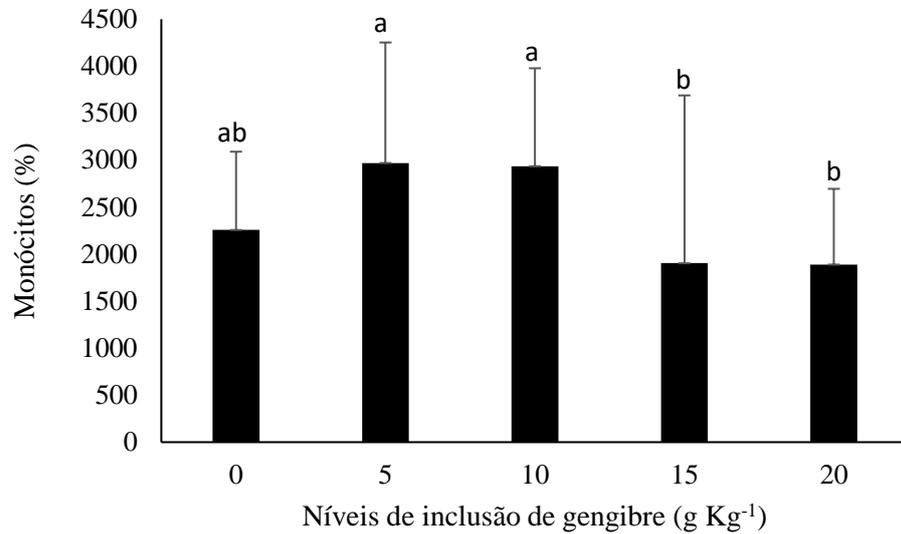


Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de mediana de Mood ($p < 0,05$)

Resultados semelhantes foram observados por Lima et al. (2015) ao incluírem alho e canela em dietas de piavuçu, Nya e Austin (2009) ao incluírem gengibre e alho em dietas para truta e Aly e Mohamed (2010) ao adicionarem cúrcuma em dietas de tilápia.

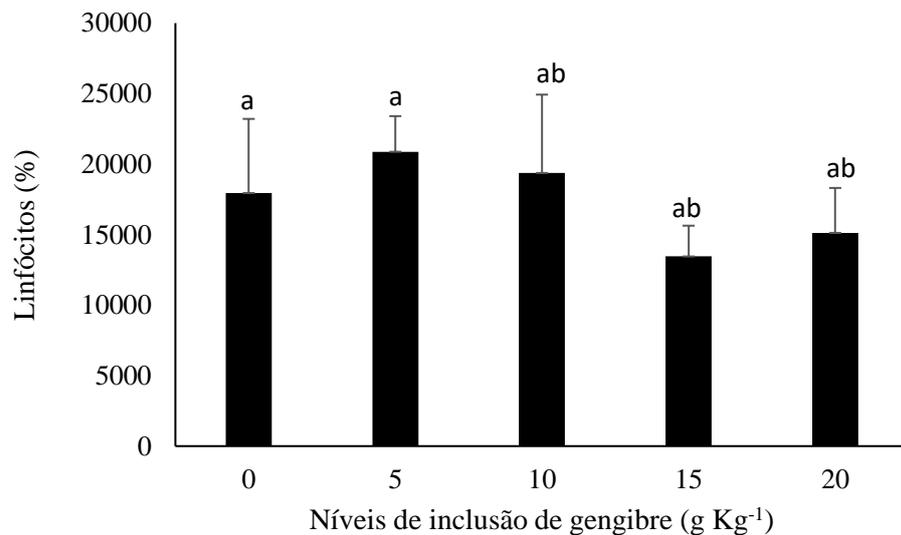
Os números de monócitos e linfócitos tiveram redução nos grupos alimentados com os maiores níveis de inclusão (15, 20 g Kg⁻¹), quando comparado aos menores níveis de inclusão (5 e 10 g Kg⁻¹), conforme a figuras 5 e 6.

Figura 7 - Valores de monócitos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.



Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Figura 8 - Valores de linfócitos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo gengibre.



Médias seguidas por letras distintas diferem estatisticamente pelo teste mediana de Mood ($p < 0,05$)

Os monócitos, assim como os neutrófilos, são células fagocíticas, já os linfócitos são responsáveis pela produção de anticorpos e resposta celular e a influência do gengibre na proliferação destas células pode estar relacionada com maior expressão do fator de transcrição PU.1. Na via linfóide, este fator tem grande importância na regulação genética na produção de linfócitos. Já na via mielóide, influencia na produção de macrófagos e células granulocíticas (HSU et al. 2001). Vallejos Vidal (2015) observou um aumento no fator de transcrição PU.1 de *Sparus aurata* alimentados com dietas contendo imunostimulantes até 14 dias de alimentação, entretanto ocorreu significativa redução até o 28º dia de alimentação.

Não foram observadas diferenças estatísticas nas concentrações das proteínas séricas pré-albumina, albumina, α -1, β globulina e γ globulina, entretanto os peixes alimentados com a dieta contendo 5 g Kg⁻¹ de gengibre obtiveram os maiores valores de α -2 globulina (Tabela 2).

Tabela 6. Valores médios do perfil proteico eletroforético de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com rações contendo níveis de gengibre

Variáveis (g dL ⁻¹)	Níveis de inclusão de gengibre (g Kg ⁻¹)					p-valor
	0	5	10	15	20	
Pré-albumina	0,780±1,0	0,811±1,21	0,859±1,56	0,883±1,33	0,892±1,25	0,298
Albumina	0,583±0,73	0,606±0,79	0,653±1,42	0,559±1,18	0,600±1,89	0,556
α -1 globulina	3,09±0,46	2,79±0,82	2,68±1,17	2,62±1,05	2,63±0,78	0,920
α -2 globulina	1,04±0,33 ^b	1,66±0,59 ^a	1,18±0,6 ^b	1,47±0,64 ^b	1,14±0,45 ^b	0,048
β -globulina	1,05±0,26	1,11±0,47	0,99±0,53	0,81±0,25	0,93±0,29	0,268
γ -globulina	0,186±0,19	0,254±0,14	0,280±0,16	0,286±0,1	0,288±0,13	0,4466

*médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste Kruskal -Wallis

Pesquisas tem demonstrados a efetividade dos aditivos fitogênicos na melhoria da resposta imune, porém os mecanismos pelos quais geram tais fenômenos ainda são obscuros. Zhang et al. (2009) verificaram um aumento nas proteínas plasmáticas até a inclusão de 5 g Kg⁻¹ em dietas para frango. Em peixes, Nya e Austin (2009) observaram um aumento significativo nas concentrações de globulina de truta (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada com dietas contendo gengibre. Immanuel et al. (2009) observaram aumentos das globulinas de *Oreochromis mossambicus* alimentadas com 1% de *Cynodon dactylon*,

Aegle marmelos, *Withania somnifera* e *Zingiber officinale*. A α -2 globulina em humanos apresenta como função primordial a produção de células sanguíneas como neutrófilos, monócitos, eosinófilos dentre outras (Woof e Kerr, 2008). Em peixes, a sua função não está bem definida, mas acredita-se que tenha funções parecidas com as funções nos humanos.

Não foram observadas diferença para o peso do baço entre os tratamentos (Tabela 3), ficando com uma média de 0,178 g. Já o peso do fígado foi afetado pela inclusão de gengibre, sendo o maior peso observado nos peixes alimentados com a dieta contendo 5 g Kg⁻¹ e menor peso nos peixes do tratamento com a inclusão de 20 g Kg⁻¹. O maior peso no fígado dos peixes do tratamento controle e da menor inclusão do gengibre pode ser resultante na maior deposição de gordura nesse órgão. O gengibre atua benéficamente na redução dos níveis sanguíneos de triglicerídeos e já possui a sua eficiência comprovada na redução de gordura visceral (MATSUDA et al., 2009).

Tabela 6. Peso médio dos tecidos hematopoiéticos de juvenis de tilápia-do-nilo alimentados com dietas contendo níveis de gengibre

Variáveis	Níveis de inclusão de gengibre (g Kg ⁻¹)					CV	p-valor
	0	5	10	15	20		
Fígado (g)	2,02 ± 0,56 ^a	2,31 ± 0,64 ^a	1,88 ± 0,64 ^{ab}	1,89 ± 0,55 ^{ab}	1,66 ± 0,54 ^b	44,60	0,045
Baço (g)	0,19 ± 0,07	0,19 ± 0,11	0,16 ± 0,06	0,17 ± 0,08	0,18 ± 0,06	34,12	0,574

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste Tukey (p<0,05)

O fígado é um tecido altamente associado com a granulopoeise, formação de neutrófilo, eosinófilos e basófilos, em peixes teleósteos. Já o baço é um órgão acessório hematopoiético com a função de filtrar o sangue, destruir células além de armazenar eritrócitos (MUMFORD et al., 2007). Alterações demasiadas no peso do fígado podem indicar possível acúmulo de gordura visceral, patologia conhecida como esteatose hepática ou hipertrofia dos hepatócitos causado por algum agente tóxico.

CONCLUSÃO

A inclusão de 5 g Kg⁻¹ gengibre influencia na produção de células sanguíneas e imunoglobulina de tilápia-do-nilo indicando que este aditivo desempenha um efeito imunomodulador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALY, S. M.; MOHAMED, M. F. Echinacea purpurea and Allium sativum as immunostimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v. 94, n. 5, p. e31-e39, 2010.
- AFZAL, M., AL-HADIDI, D., MENON, M., PESEK, J.; DHAMI, M. S. I. Ginger: an ethnomedical, chemical and pharmacological review. **Drug Metabol. Drug Interact.**, v. 18, n. 3-4, p. 159-190, 2001.
- AGIUS, C.; ROBERTS, R. J. Melano-macrophage centres and their role in fish pathology. **J. Fish Dis.**, v. 26, n. 9, p. 499-509, 2003.
- ANDRADE, M.A.; CARDOSO, M.G.; BATISTA, L.R.; MALLET, A.C.T.; MACHADO, S.M.F. Essential oils of *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon nardus* and *Zingiber officinale*: composition, antioxidant and antibacterial activities. **Rev. Cienc. Agron.**, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012.
- ARULVASU, C.; MANI, K.; CHANDHIRASEKAR, D.; PRABHU, D.; SIVAGNANAM, S. Effect of dietary administration of *Zingiber officinale* on growth, survival and immune response of Indian major carp, *Catla catla* (Ham). **Int. J. Pharm. Pharm. Sci.**, v. 5, n. Suppl 2, p. 108-115, 2013.
- FERRI-LAGNEAU, K. F.; MOSHAL, K. S.; GRIMES, M.; ZAHORA, B.; LV, L.; SANG, S.; LEUNG, T. Ginger stimulates hematopoiesis via Bmp pathway in zebrafish. **PloS one**, v. 7, n. 6, p. e39327, 2012.
- GRZANNA, R.; LINDMARK, L.; FRONDOZA, C.G. Ginger-an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. **J. Med. Food.**, v. 8, n. 2, p. 125-132, 2005.

HSU, K.; KANKI, J. P.; LOOK, A. T. Zebrafish myelopoiesis and blood cell development. **Curr. Opin. Hematol.**, v. 8, n. 4, p. 245-251, 2001.

IWASHITA, K.; YAMAKI, K.; TOJIRO, T. (*Zingiber mioga* Rosc.) Extract Prevents 3T3-L1 Differentiation into Adipocytes and Obesity in Mice. **Food Sci. Technol. Res.**, v.7 (2) p.164–170, 2001.

KANANI, H. G.; NOBAHAR, Z.; KAKOOLAKI, S.; JAFARIAN, H. Effect of ginger- and garlic-supplemented diet on growth performance, some hematological parameters and immune responses in juvenile *Huso huso*. **Fish Physiol. Biochem.**, v. 40, n. 2, p. 481-490, 2014.

LIMA, K. S.; CIPRIANO, F., OLIVEIRA JÚNIOR, F. M.; TONINI, W. C. T.; DE SOUZA, R. H. B.; SIMÕES, I. G. P. C.; BRAGA, L. G. T. Performance and hematological variables of piavuçu whose diets were supplemented with phytobiotic and probiotic additives. **Semina**, v. 36, n. 4, p. 2881-2892, 2015.

MATSUDA, A.; WANG, Z.; TAKAHASHI, S.; TOKUDA, T.; MIURA, N.; HASEGAWA, J. Upregulation of mRNA of retinoid binding protein and fatty acid binding protein by cholesterol enriched-diet and effect of ginger on lipid metabolism. **Life Sci.**, v. 84, n. 25, p. 903-907, 2009.

MUMFORD, S.; HEIDEL, J.; SMITH, C.; MORRISON, J.; MACCONNELL, B.; BLAZER, V. Fish histology and histopathology manual. **US Fish & Wildlife Service, National Conservation Training Center (USFWS-NCTC)**, 2007.

NYA, E. J.; AUSTIN, B. Use of dietary ginger, *Zingiber officinale* Roscoe, as an immunostimulant to control *Aeromonas hydrophila* infections in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **J. Fish Dis.**, v. 32, n. 11, p. 971-977, 2009.

SINGH, A.B.; AKANKSHA, S. N; MAURYA, R., SRIVASTAVA, A.K., 2009. Anti-

hyperglycaemic, lipid lowering and anti-oxidant properties of [6]-gingerol in db/db mice. **Int. J. Med. Med. Sci.**, v. 1, n. 12, p. 536-544, 2009.

TALPUR, A.D.; IKHWANUDDIN, M.; BOLONG, A.M.A. 2013. Nutritional effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) on immune response of Asian sea bass, *Lates calcarifer* (Bloch) and disease resistance against *Vibrio harveyi*. **Aquaculture**, v. 400, p. 46-52, 2013.

VALLEJOS VIDAL, E. C. Molecular regulation of the immune function in the gills of gilthead sea bream (*sparus aurata*) fed with immunostimulant diets. Universitat Autònoma de Barcelona. Departament de Biologia Cel·lular, de Fisiologia i d'Immunologia, 2015.

Wu, C. C., Sheen, L. Y., Chen, H. W., Tsai, S. J., & Lii, C. K. Effects of organosulfur compounds from garlic oil on the antioxidation system in rat liver and red blood cells. **Food Chem. Toxicol.**, v. 39, n. 6, p. 563-569, 2001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A adição de gengibre em pó na alimentação de juvenis de tilápia-do-nilo resulta em maior ganho de peso e peso final até a inclusão de 11 g Kg⁻¹, sem alterar o consumo de ração, a conversão alimentar aparente e a sobrevivência.
- A inclusão do gengibre em pó reduz os níveis sanguíneos de colesterol e triglicérides, assim como aumento nos valores de glicose.
- Suplementação dietética de gengibre altera os valores de imunoglobulinas, evidenciando possível efeito imunoestimulador.
- A suplementação com o gengibre influencia os valores de células de sanguíneas dos peixes, melhorando o seu estado de saúde.
- A adição de 10 g Kg⁻¹ gengibre demonstra efeito modulador na microbiota intestinal.
- Maiores níveis de inclusão do gengibre resultam em menores pesos do tecido hepático.
- Conforme os resultados obtidos neste estudo, a inclusão de baixas doses de gengibre influencia benéficamente tanto no desempenho zootécnico quanto na saúde de juvenis de tilápia-do-nilo, fazendo-se necessário novos estudos para elucidar os mecanismos de ação dos quais tornaram esses resultados possíveis.