

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Câmpus de Botucatu

Efeitos da inclusão dietética da farinha de gengibre no desempenho produtivo, atividade das enzimas do sistema antioxidante, respostas hematológicas e imunológicas da tilápia-do-Nilo submetida à desafio bacteriano

RAFAEL FOGAÇA NALIATO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos para obtenção ao título de Mestre em Zootecnia

BOTUCATU – SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Câmpus de Botucatu

Efeitos da inclusão dietética da farinha de gengibre no desempenho produtivo, atividade das enzimas do sistema antioxidante, respostas hematológicas e imunológicas da tilápia-do-Nilo submetida à desafio bacteriano

RAFAEL FOGAÇA NALIATO

Zootecnista

ORIENTADORA: Prof.<sup>a</sup> Dra. Margarida Maria Barros

CO-ORIENTADOR: Prof.<sup>o</sup> Dr. Filipe Giardini Pereira Bonfim

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte dos requisitos para obtenção ao título de Mestre em zootecnia.

BOTUCATU – SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

N171e Naliato, Rafael Fogaça, 1990-  
Efeitos da inclusão dietética da farinha de gengibre no desempenho produtivo, atividade das enzimas do sistema antioxidante, respostas hematológicas e imunológicas da Tilápia-do-Nilo submetida à desafio bacteriano / Rafael Fogaça Naliato. - Botucatu : [s.n.], 2017  
66 f.: grafs., tabs.

Dissertação(Mestrado)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2017

Orientador: Margarida Maria Barros

Coorientador: Filipe Giardini Pereira Bonfim

Inclui bibliografia

1. Tilápia(Peixe) - Alimentação e rações. 2. Tilápia (Peixe)- Desempenho. 3. Gengibre. 4. Infecções bacterianas - Resistência. I. Barros, Margarida Maria. II. Bonfim, Filipe Giardini Pereira. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

Elaborada por Maria Lúcia Martins Frederico - CRB-8:5255

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

*“ É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem a vitória, nem a derrota (Theodore Roosevelt).”*

**DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais,*

*Luciana Ap. Fogaça Baldi, Vilson José Naliato e Evando Carlos Furlanette;*

*Por serem meu exemplo de força, por toda a confiança depositada e pelo amor incondicional.*

*Aos meus irmãos,*

*Gabrieli Fogaça Naliato e Miguel Fogaça Furlanette;*

*Por serem os melhores presente que a vida poderia me dar, meu porto seguro e o maior orgulho da minha vida.*

*Aos meus avós,*

*Maura de Almeida Fogaça e Vilson Naliato;*

*Por todo Amor que não pode ser expresso em palavras, pelo exemplo de caráter e dignidade.*

*Muito Obrigado!*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por cada desafio que enfrentei, me fazendo crescer e acreditar cada vez mais e pela grande oportunidade de realizar esse trabalho;

À toda minha família, pelo incentivo, apoio e amor, por serem o espelho da pessoa que eu sou hoje, com certeza esse título também pertence a vocês;

À minha orientadora, Profa. Dra. Margarida Maria Barros pela grande satisfação que me foi dada de poder ser orientado por uma grande profissional do meio da aquicultura, pela preocupação demonstrada durante todo esse período, toda paciência e incentivo para o crescimento;

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Filipe Giardini Pereira Bonfim, por toda contribuição para realização desse trabalho, paciência e pela disposição dada;

Ao Prof. Dr. Ricardo Orsi, por toda contribuição para realização desse trabalho, pela amizade e grandes contribuições para minha formação profissional e pessoal, pelo exemplo de profissional a ser seguido e pela facilidade, paz e alegria que traz ao ambiente de trabalho;

À professora Profa. Dra. Luciana Francisco Fleuri, pela contribuição na realização de análises;

À professora Profa. Dra. Fabiana Pilarski, pela contribuição na realização desse trabalho e grande receptividade;

Ao Prof. Dr. Luiz Edivaldo Pezzato, por toda contribuição para realização desse trabalho, pela amizade, pelos bons momentos vividos, exemplo de pessoa e profissional e toda ajuda e incentivo desde o começo da graduação;

À Profa. Dra. Maria Márcia Pereira Sartori, pela contribuição e ajuda nas análises estatísticas;

As alunas de Doutorado Jéssica, Débora, Silvia e Jordany por toda a ajuda, contribuição, grande paciência e empenho para contribuições neste trabalho;

Aos colegas do AquaNutri, Hinglidj de Carvalho Müller, Igor Simões, Pedro Pucci, Pedro Ventura, Matheus Gardim, Natália Brasil, Paulo Ito, William Xavier e Catarina Demarchi. Esse trabalho não teria sido concluído sem a ajuda de todos vocês;

Aos meus colegas de Laboratório Pedro Pucci e Igor Simões, primeiramente pela grande paciência, dedicação, pelo empenho na realização deste trabalho, por cada ensinamento que me fez crescer profissionalmente, sem vocês com certeza o resultado desse trabalho não seria o mesmo;

Aos meus amigos Alexandre Marques, Tamara Barbosa, Alessa Ribas, Guilherme Assuane, Natalia Marins Bastos, Mariana Gaioto, Acalian Nunes, Marina Piza, Bárbara Schweizer, Everton Lemos, Priscila Orsini, Michele Moura, André Roberto Franco Oliveira e Renan Diniz pela companhia nessa trajetória, pelos bons momentos, pela força e empenho nos momentos difíceis e pela grande saudade que carrego de todos me fazendo seguir em frente;

Ao IAC e Centro Flora pela contribuição em análises;

À CAPES e a CNPQ pela concessão da bolsa de estudos;

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Botucatu, pela minha formação;

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da FMVZ/UNESP, Botucatu, pela oportunidade da obtenção desse título de mestre.

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO I

Resumo .....	1
1. Estresse em peixes .....	2
2. Aditivos na alimentação animal.....	4
3. Composição das plantas com potencial uso na aquicultura.....	4
3.1 Terpenos.....	7
3.2 Compostos fenólicos.....	10
4. Gengibre ( <i>Zingiber officinale</i> ) .....	11
4.1 Ação Anti-inflamatória.....	13
4.2 Ação Antioxidante .....	13
4.3 Ação imunoestimulante .....	13
5. Hematologia em peixes.....	14
6. Sistema imune em peixes.....	16
7. <i>Aeromonas hydrophila</i> .....	18
8. Referências.....	20

### CAPITULO II

Abstract.....	27
1. Introduction.....	28
2. Material and Methods .....	29
2.1 Analysis and processing of Ginger .....	30
2.2 Experimental diet.....	31
2.3 Feeding trial (Phase I).....	31
2.4 Challenge with <i>Aeromonas hydrophila</i> (Phase 2) .....	33
2.5 Hematological assay (Phase I and II).....	34
2.6 Activity of the Immune system (Phase I and II) .....	34
2.7 Antioxidant enzyme activity (Phase I and II) .....	36
2.8 Statistical analysis.....	37
2.9 Ethics statement .....	38
3. Results.....	38
3.1 Phase I.....	38
3.2 Phase II.....	38
4. Discussion.....	40

5. References.....	44
<b>CAPITULO III</b>	
Implicações.....	66
<b>FIGURAS</b>	
<b>Capitulo I</b>	
Figura 1: Produção de metabolitos primários nos organismos vegetais.....	6
Figura 2: Unidade de isopreno.....	7
Figura 3: Metabolismo de terpenos.....	9
Figura 4: Alguns exemplos de terpenos.....	9
Figura 5: Conversão do gingerol em suas formas homólogas.....	12
<b>Capitulo II</b>	
Figure 1: Chromatographic profile of compounds present in ginger oil extracted of ginger powder.....	51
Figure 2: Effect of dietary ginger powder supplementation on Final body weight.....	52
Figure 3: Effect of dietary ginger powder supplementation on Specific growth rate.....	53
Figure 4: Effect of dietary ginger powder supplementation on Feed conversion rate.....	54
Figure 5: Effect of dietary ginger powder supplementation on mortality after the bacteria challenge.....	55
<b>TABELAS</b>	
<b>Capitulo I</b>	
Tabela 1: Terpenos.....	7
Tabela 2: Estrutura química dos compostos fenólicos.....	10
<b>Capitulo II</b>	
<b>Table 1-</b> Chemical composition (%) and classification of ginger powder.....	56
<b>Table 2 -</b> Formulation and chemical composition of the experimental diets.....	57
<b>Table 3 –</b> Initial weight (IW), Final body weight (FBW), specific growth rate (SGR), feed intake (FI), feed conversion rate (FCR), survival (SUR) of Nile tilapia fed diet supplemented with graded levels of ginger powder.....	58
<b>Table 4 -</b> Centesimal composition of body of Nile Tilapia.....	59

<b>Table 5</b> – Hematological parameters of Nile tilapia fed for 30 days with diet supplemented with graded levels of ginger powder and submitted a bacterial challenge.....	60
<b>Table 6</b> – Total plasma protein (TPP), albumin (Alb), globulin (Glob) and albumin: globulin ratio (A:G) of Nile tilapia fed diet supplemented with graded levels of ginger powder for 30 days and submitted a bacterial challenge.....	61
<b>Table 7</b> - Mean values of nitrogen (NO) and oxygen (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) reactive intermediates produced by monocytes of Nile tilapia fed diet supplemented with graded levels of ginger powder for 30 days and submitted a bacterial challenge.....	62
<b>Table 8</b> – Leukocyte, Lymphocytes (Lynf), neutrophil (Neutr) and monocytes (Mon) of Nile tilapia fed diet supplemented with graded levels of ginger powder for 30 days and submitted a bacterial challenge.....	63
<b>Table 9</b> - Antioxidant enzyme activity of Nile tilapia fed diet supplemented with graded levels of ginger powder for 30 days and submitted a bacterial challenge.....	64

## Resumo

Os Peixes foram alimentados com dietas contendo níveis de pó de gengibre (GgP) para verificar seus efeitos sobre o desempenho produtivo e resistência à infecção bacteriana. Um grupo de 540 tilápias-do-Nilo ( $8,2 \text{ g} \pm 0,34$ ) foi distribuído aleatoriamente em 36 aquários de 250 L (15 peixes / tanque) e alimentadas com seis dietas práticas, uma sem a adição de gengibre (0 GgP, dieta basal, controle positivo) e níveis crescentes de suplementação de 0,25% (0,25 GgP), 0,5% (0,5 GgP), 0,75% (0,75 GgP), 1% (1 GgP) e 1,5% da dieta GgP (1,5 GgP). Estas dietas foram formuladas para conter 29% de proteína digestível e 18 MJ de energia digestível  $\text{kg}^{-1}$ . Após 30 dias de alimentação, determinou-se o desempenho produtivo, os parâmetros hematológico e imunológico e a atividade das enzimas do sistema antioxidantes. Em seguida, os peixes foram submetidos a desafio com *Aeromonas hydrophila* e a mortalidade foi registrada por 15 dias. Os mesmos parâmetros e atividade de enzimas do sistema antioxidantes foram determinados após esse tempo. Peixes alimentados com dietas contendo níveis acima de 0,5 GgP apresentaram maior peso final e taxa de crescimento específica. Maior ingestão de ração foi determinada nos peixes alimentados com dietas contendo 1GgP e 1,5 GgP ( $P < 0,05$ ). Quanto aos parâmetros hematológicos e imunológicos, antes ou após o desafio bacteriano, peixes alimentados com 0 GgP e 1,5 GgP apresentaram os piores resultados para todos os parâmetros. Os peixes alimentados com 1 GgP mostraram a maior produção de  $\text{H}_2\text{O}_2$  e NO quando comparado com a dieta de controle ( $P < 0,05$ ). Quanto as enzimas do sistema antioxidante, os peixes alimentados com 0,25 GgP e 1GgP foram capazes de manter as atividades de catalase e superóxido dismutase após a bactéria. Por outro lado, o peixe alimentado com 1,5 GgP mostrou os piores resultados. Após o desafio bacteriano, uma diminuição da mortalidade foi encontrada de acordo com a inclusão de gengibre. A maior taxa de sobrevivência foi determinada para peixes alimentados com 1 GgP, que foi 61.40% maior quando comparado ao controle. Com base nos resultados obtidos para taxa de sobrevivência e resposta imunológica, indicamos 1% de GgP para melhora da resistência à tilápia do Nilo contra a infecção por *Aeromonas hydrophila*.

**Palavras Chaves:** Compostos fitogênicos; desafio bacteriano; Imunoestimulante; *Oreochromis niloticus*; Zingibereno.

## 8. Referências

ADEGOKE, G.O.; VIJAY, K.M.; GOPALA K.A.G.; VARADARAJ, M.C.; SAMBIAIAH, K.; LOKESH, B.R. Antioxidants and lipid oxidation in food – a critical appraisal. *J Food Sci Technol*, v.35, n.4, p.283-398, 1998.

ALVES, H. M. A diversidade química das plantas como fonte de fitofármacos. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, v. 3, p. 10-15, 2001.

ARAÚJO, C.S.O.; TAVARES-DIAS, M.; GOMES, A.L.S.; ANDRADE, S.M.S.; LEMOS, J.R.G.; OLIVEIRA, A.T.; CRUZ, V.R; AFFONSO, E.G. Infecções parasitárias e parâmetros sanguíneos em *Arapaima gigas* Schinz, 1822 (Arapaimidae) cultivados no estado do Amazonas, Brasil. In: Tavares-Dias, M. (Org.). *Manejo e Sanidade de Peixes em Cultivo*. 1 ed. Macapá, AP: Embrapa Amapá, v. 1, p. 389-424, 2009.

ARNAO, M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. *Trends in Food Science and Technology*, v. 11, p. 419 – 421, 2000

AUSTIN, B.; AUSTIN, D.A. *Bacterial Fish Pathogens: Disease in Farmed and Wild Fish*, Second Edition. New York: Ellis Horwood. 1993

BAGLIOLI, B. Vitamina C na dieta e influência nas respostas de estresse e resistência de juvenis de jundiás expostos ao ictio. 2008. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

BARCELLOS, L. J. G., SOUZA, S. M. G., WOEHL, V. M. Estresse em peixes: fisiologia da resposta ao estresse, causa e consequências (revisão). *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 99-111, 2000.

BARTON, B.A.; G.K. IWAMA. Physiological changes in fish from stress in aquaculture with emphasis on the response and effects of corticosteroids. *Annual Review of Fish Diseases*, v.1, p.3-26, 1991.

BARTON, B.A. Stress in fishes: A diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integrative and Comparative Biology*, v. 42, p.515, 2002.

BOHLMANN, J., Meyer-Gauen, G. and Croteau, R., “Plant terpenoid synthases: Molecular biology and phylogenetic analysis” *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* 95, p. 4126-4133, 1998.

BRAGA, T. V. Avaliação da atividade farmacológica de *Cissus verticillata* Nicolson & C. E. Jarvis subsp *verticillata* Como antioxidante, antifúngico, hipoglicemiante e cicatrizante. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2008.

BULLOCK, G.L.; CONROY, D.A.; SNIESZKO, S.F. Bacterial diseases of fishes. In: S.F. SNIESZKO e H.R. AXELROD (Eds.), Diseases of Fishes, book 2A (pp. 1-151). Neptune City, NJ: TFH Publications. 1971.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, Amsterdam, v. 94, n. 3, p.223–253, 2004.

CARNEIRO, P. C. F.; URBINATI, E. C. “Stress” e crescimento de peixes em piscicultura intensiva. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, p. 25-40, 1999.

CARNEIRO, P. C.; URBINATI, E. C.; MARTINS, M. L. Transport with different benzocaine concentrations and its consequences on hematological parameters and gill parasite population of matrinxã *Brycon cephalus* (Osteichthyes, Characidae). *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 24, n. 2, p. 555-560, 2002.

CHARLIER, C.; MICHAUX, C. Dual inhibition of cyclooxygenase-2 (COX-2) and 5-lipoxygenase (5-LOX) as a new strategy to provide safer non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Eur. J. Med. Chem.* v.38, p.645–659, 2003.

CHEN, C.; KUO, M.; WU, C.; HO, C. Pungent compounds of ginger (*Zingiber officinale* (L) Rosc) extracted by liquid carbon dioxide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 34, p. 477–480, 1986.

CORRÊA JUNIOR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 151p. 1994.

COSTA, A.B. Ictiopatologia e manejo sanitário em piscicultura intensiva. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE PEIXES, 2, Campinas, 1998

COSTA B.L; Aditivos fitogênicos e butirato de sódio como potenciais promotores de crescimento de leitões recém-nascidos. (Doutorado em Agronomia) –Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, p. 96 , 2009.

DAHLGREN, R. M. T.; CLIFFORD, H. T.; YEO, P. F. The Families of the Monocotyledons. New York: Springer, p. 360-364, 1985.

DALMO, R.A.; INGEBRIGTSEN, K.; BOGWALD, J. Non-specific defense mechanisms in fish, with particular reference to the reticuloendothelial system (RES). *Journal of Fish Diseases*, v.20, p.241–273, 1997.

DESHPANDE, S. S.; CHERYAN, M.; SALUNKHE, D.K. Tannin analysis of food products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 24 (4), p. 401 – 449, 1986.

FAGUNDES, M. Respostas fisiológicas do pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) a estressores comuns na piscicultura. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

FRERICHS, G.N.; MILLAR, S.D. Manual for the isolation and identification of fish bacterial pathogens. Stirling: Pisces Press, p. 60, 1993.

GRZANNA, R., LINDMARK, L., FRONDOZA, C.G. Ginger – an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *J. Med. Food.*, v.8, p.125–132, 2005.

GONÇALVES, A. F. et al. Mentol e eugenol como substitutos da benzocaína na indução anestésica de juvenis de pacu. *Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, v. 30, n. 3, p. 339-344, 2008.

GONÇALVES F.M, CORRÊA M.N, ANCIUTI M.A, GENTILINI F.P, ZANUSSO J.T, RUTZ F.; Nutrigenômica: situação e perspectivas na alimentação animal. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 104, p. 569-572, (2010).

GONZAGA, D. S. O. M.; RODRIGUES, V. G. Gengibre – *Zingiber officinale* Roscoe. [S.l.]: EMBRAPA, (Série Plantas Medicinais, Folder 12) 2001.

HALLIWELL, B. How to characterize a biological antioxidant. *Free Radical research Communications*, v. 9 (1), p. 1-32, 1990.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v. 13, p. 572 – 584, 2002.

JOLAD, S.D; LANTZ, R.C; SOLYM, A.M; et al. Fresh organically grown ginger (*Zingiber officinale*): Composition and effects on LPS-induced PGE (2) production. *Phytochemistry*, 65: 1937-1954, 2004.

JOLAD, S.D; LANTZ, R.C; CHEN, G.J; et al. commercially processed dry ginger (*Zingiber officinale*): Composition and effects on LPS-istimulated PGE2 production. *Phytochemistry*, 66: p. 1614-1635, 2005.

JUNQUEIRA, L.C. e CARNEIRO, J. *Histologia básica I* - [12. ed]. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

KIM, J.K.; KIM, Y.; NA, K.M.; SURH, Y.J.; KIM, T.Y. [6]-Gingerol prevents UVB-induced ROS production and COX-2 expression in vitro and in vivo. *Free Radic. Res.*, v.41, p.603–614, 2007

KIUCHI, F; IWAKAMI, S; SHIBUYA, M; et al. Inhibition of prostaglandin and leukotriene, biosynthesis by gingerols and diaryheptanoids. *Chemical and Pharmaceutical bulletin*, 40, p. 387-391, 1992.

KOZŁOWSKA, H.; ROTKIEWICZ, D.A.; ZADERNOWSKI, R.; SOSULSKI, F.W. Phenolic acids in rapeseed and mustard. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, v. 60, p. 1119 – 1123, 1983.

HRUBEC, T.C., SMITH, S.A., Hematology of fishes, in: Weiss, D.J., Wardrop, K.J. (Eds.), Schalm's veterinary hematology, sixth ed. Blackwell Publishing, p. 994-1003. 2010.

LIMA, C. L. et al. Estresse em peixes. Revista Brasileira de Reprodução Animal, Belo Horizonte, v. 30, n. 3, p. 113-117, 2006.

MARTEL-PELLETIER, J.; LAJEUNESSE, D.; REBOUL, P.; PELLETIER, J.P. Therapeutic role of dual inhibitors of 5-LOX and COX, selective and non-selective non-steroidal anti-inflammatory drugs. Ann. Rheum. Dis. v.62, p.501-509, 2003.

MATOS, M. S.; MATOS, P. F. DE. Laboratório Clínico Médico-Veterinário. Editora Atheneu. 2ª Ed. SP/RJ/BH. p. 238.1995

McDONALD, G.; MILLIGAN, L. Ionic, osmotic and acid-base regulation in stress. In: IWAMA, G.W.; et al., (Eds): Fish stress and health in aquaculture. Cambridge: University Press, p. 119-144. 1997.

MITTAL, K. R.; LALONDE, G.; LEBLANC, D.; OLIVIER, G.; LALLIER, R. Aeromonas hydrophila in rainbow trout: relation between virulence and surface characteristics. Canadian Journal of Microbiology, v. 26, p.1501-1503, 1980.

MOYNER, K.; ROED, K.H. Changes in non-specific immune parameters in Atlantic salmon, *Salmo salar* L. induced by *Aeromonas salmonicida* infection. Fish Shellfish Immunology, v. 3, p.253-265, 1993.

NAM, I.Y.; JOH, K. Rapid detection of virulence of *Aeromonas* isolated from a trout by hexaplex-PCR. Journal of Microbiology, v.45, n.4, p.297-304, 2007.

NIKI, E. Antioxidant activity: are we measuring it correctly? Nutrition, v. 18 (6), p. 524-525, 2002.

NULTSCH, W. Botânica geral. 10. ed. Artmed: Porto Alegre-RS, 2000.

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). Journal of Fish Diseases, v.32, p.971-977, 2009.

OURTH, D.D. Secretory IgM, lysozyme and lymphocytes in the skin and mucus of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Dev. Comp. Immunol., v.4, p.65-74, 1980.

PEARCE W.E; JIN G.L.Z. Aditivos Fitogênicos. Porkworld, Campinas, 58, p. 128-136, 2010.

PENZ A.M, SILVA. A; RODRIGUES, O. Ácidos orgânicos na alimentação de aves. In: Conferência APINCO de ciência e tecnologia avícolas, Santos. Anais: Campinas: FACTA, 111-119, 1993.

PERES, L. E. P. *Metabolismo Secundário*. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. ESALQ/Universidade de São Paulo, p. 1-10, 2004.

POPOFF, M. Genus III. *Aeromonas* Kluyer and Van Niel 1936. In: DRIEG, N. R. (Ed). *Bergey's manual of systematic bacteriology*, Baltimore: Willians and Wilkins, v.1, p.545-584, 1984.

RAA, J. The use of immunostimulatory substances in fish and shellfish farming. *Rev. Fish Biol. Fish*, v. 4, n.3, p. 229-288, 1996.

RANZANI-PAIVA, M.J.T..Hematologia como ferramenta para avaliação da saúde de peixes. In: 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes, 2007. *Anais... 2º Simpósio de Nutrição e Saúde de Peixes*. Botucatu, São Paulo. Universidade Estadual Paulista, 74p.2007

RAVEN, P. H. *Biologia Vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

REINHARD, G; LANDMARK, L e FRONDOZA, C, G. Ginger- An herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *Journal of medicinal Food*, 8, p.125-132, 2005.

RODRIGUES, D. P.; RIBEIRO, R. V.; *Aeromonas*. In: VIEIRA, R. H. F. *Microbiologia, higiene e qualidade do pescado- teoria e prática*. São Paulo: Varela, 380 p, 2004.

SAKAI, M. Current research status of fish immunostimulants. *Aquaculture*, v.172, n.1-2, p.63-92, 1999.

SANTOS, F.A; SILVA, R.M.; CAMPOS, A.R; et al. 1,8-cineole (eucalyptol) a monoterpene oxide attenuates the colonic damage in rats on acute TNBS-colitis. *Food chemical. Toxicology*, 42(4): p. 579-584, 2004.

SANTOS, V. L.; SOUZA, M. F. V.; BATISTA, L. M.; SILVA, B. A.; LIMA, M S.; SOUZA, A. M. F.; BARBOSA, F. C.; CATÃO, R. M. R. Avaliação da atividade antimicrobiana de *Maytenus rigida* Mart. (Celastraceae). *Rev. Bras. Pl. Med.*, Botucatu, v.13, n.1, p. 68-72, 2011.

SATAKE, F.; PÁDUA, S.B.; ISHIKAWA, M.M. Distúrbios morfológicos em células sanguíneas de peixes em cultivo: uma ferramenta prognóstica. In. TAVARES-DIAS, M. *Manejo e sanidade de peixes em cultivo*. 1º ed. Macapá: Embrapa Amapá, p. 330-45. 2009

SCHLUTER, S.; BERNSTEIN, R.; BERNSTEINS, H.; MARCHALONIS, J. 'Big Bang' emergence of the combinatorial immune system. *Developmental and Comparative Immunology*, v. 23, p. 107-111, 1999.

- SHAHIDI, F.; JANITHA, P.K.; WANASUNDARA, P.D. Phenolic antioxidants. *Crit Rev Food Sci Nutr*, v.32, n.1, p. 67-103, 1992.
- SHUKLA; Y.; SINGH, M. Cancer preventive properties of ginger: a brief review. *Food chemical. Toxicology*, 45: p. 683-690, 2007.
- SILVESTRINI, A. et al. *A cultura do gengibre*. Curitiba: EMATER/PR, 1996.
- SIMÕES, C.M.O. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis, Ed. Universidade UFRGS/Ed. da UFSC, 1999.
- SNIESZKO, S.F.; AXELROD, I.I.R. *Diseases of fishes. Book 2A: Bacterial diseases of fishes*. New Jersey, USA: T. F. H. Publications p.151, 1971.
- TAIZ, I.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3 ed. - Porto Alegre: artemed. 2006.
- TAVARES-DIAS, M.; MORAES, F.R. *Hematologia de peixes teleósteos*. 1ªed. Ribeirão Preto: M. Tavares-Dias, p. 131. 2004.
- TORRECILLAS, S. et al. Immune stimulation and improved infection resistance in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed mannan oligosaccharides. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 23, n. 5, p. 969-981, 2007.
- TJENDRAPUTRA, E; TRAN, VH; LIU-BRENNAN, D et al. Effect of ginger constituents and synthetic analogues on cyclooxygenase-2 enzyme in intact cells. *Bioorg chem*; 29: p. 156-163. 2001.
- TRALL, M. A. *Hematologia e Bioquímica Veterinária*. 1. ed. São Paulo: Roca., p. 92-109, 2007
- VAN ACKER, S. A. B. E.; VAN DEN BERG, D.; TROMP, N. J. L.; GRIFFIOEN, D. H.; VAN BENNEKOM, W. P.; VAN DER VIJGH, W. J. F.; BAST, A. Structural aspects of antioxidant activity of flavonoids. *Free Radical Biology & Medicine*, v. 20 (3), p. 331-342, 1996.
- VAN MUISWINKEL, W.B. *The piscine immune system: innate and acquired immunity. Fish disease and disorders*, Cambridge, UK: CAB International, 1995.
- YANO, T. The non-specific immune system: humoral defense. *Fish physiology*.v.15, In: G. IWAMA, T. NAKANISHI, Editors, and *The fish immune system: organism, pathogen and environment*, Academic Press, San Diego, CA, p.105–157, 1996.
- YOUNG, H.Y.; CHEN, G.L. Analytical and stability of ginger reparations. *Journal of Food, Drug Analyses*, 10, p. 149-153, 2002.
- ZAPATA, A. G.; CHIBA, A.; VARAS, A. Cells and Tissues of the Immune System of Fish. In: IWAMA, G., NAKANISHI, T. (Eds.). *The Fish Immune System*. London: Academic Press, p.1-62, 1996.

## Implicações

Foi possível observar neste estudo as vantagens da utilização de uma raiz comumente encontrada em todos os países na alimentação da tilápia-do-Nilo com efeitos benéficos para o crescimento e saúde desta espécie. Tal rizoma foi utilizado na forma de pó por possuir fácil incorporação na ração animal, menor custo de preparo em relação ao óleo essencial e um custo médio de \$ 2,00 por kg de matéria fresca enquanto os antimicrobianos normalmente utilizados apresentam o custo médio da oxitetraciclina de \$ 150,00 por kg e o florfenicol de \$200,00. O acréscimo deste aditivo favoreceu a ingestão de alimento e beneficiou os parâmetros de desempenho analisado, comportamento este interessante para os produtores, já que em períodos de estresse normalmente encontrados na aquicultura, o animal não se alimenta, não ganha peso atrasando assim o ciclo produtivo, ocupando tanques por períodos mais longos, atrasando o período de despesca e posteriormente, consumindo mais ração já que sua conversão alimentar piora com o tempo, onerando mais a produção e então, tornando a adição do gengibre na ração uma opção viável em tais períodos, podendo evitar tais contratempos.

Além dos benefícios para o desempenho produtivo destacado acima, tal experimento comprovou menor mortalidade dos animais quando desafiados por um agente patogênico que comumente acomete as granjas desta espécie. Resultado Também de grande valia para os produtores e empresas uma vez que os melhores níveis apresentaram sobrevivência 60% maior do que a não inclusão do gengibre e, quando analisados em toneladas de peixes por produtor, a resposta do custo do gengibre frente as perdas que serão evitadas chama a atenção para a utilização deste produto.

O pó de gengibre pode ser considerado um excelente aditivo na alimentação da tilápia-do-Nilo já que beneficiou o desempenho produtivo, a saúde dos animais, evitando a mortalidade e trazendo todas as vantagens de ser um composto fitogênico, que não deixa resíduos no organismo, permitido por lei na alimentação animal, de fácil obtenção, preparo e incorporação na alimentação animal.