

Universidade Federal de Minas Gerais

**NÍVEIS DE EXTRATO DE ORÉGANO E PROTEÍNA EM DIETAS PARA
TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)**

Laura Lanna Brandão

Belo Horizonte,
2016

Laura Lanna Brandão

**NÍVEIS DE EXTRATO DE ORÉGANO E PROTEÍNA EM DIETAS PARA
TILÁPIA NILÓTICA (*Oreochromis niloticus*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Nutrição Animal

Profa. Orientadora: Paula Adriane Perez Ribeiro

Belo Horizonte
2016

AGRADECIMENTOS

À minha família, em especial à minha mãe, por sempre me ajudar em todos os momentos de dificuldade passados.

Ao meu namorado Flávio, por estar sempre em momentos bons e ruins, e pelo apoio.

À Professora Paula Adriane Perez Ribeiro, pelos ensinamentos, apoio, dedicação, confiança durante estes dois anos.

Aos Professores do LAQUA, pela orientação e apoio.

À CAPES pela bolsa de Mestrado.

À FAPEMIG pelo apoio financeiro.

Aos membros da banca examinadora por aceitarem a missão de julgar e por contribuírem nesse trabalho

Aos alunos de graduação e pós-graduação que estão ou estiveram no LAQUA, presentes como amigos e colegas.

À equipe de nutrição, pela ajuda oferecida durante o experimento (Amanda, Marco, Camila, Fábio, Victor, Ana e Pedro).

Aos amigos que fiz dentro do laboratório, pelas risadas e pelos bons momentos que passamos durante todo esse tempo de laboratório.

Aos meus amigos, Amanda, Gustavo e Walisson, que sempre estiveram por perto, em momentos bons e ruins, aconselhando, e dando apoio.

Expresso meu agradecimento a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização desse trabalho.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Formulação e composição percentual das dietas experimentais contendo 30% de proteína bruta e concentrações crescentes de orégano. 15
- Tabela 2. Formulação e composição percentual das dietas experimentais contendo 33% de proteína bruta e concentrações crescentes de orégano. 16
- Tabela 3 Valores do Ganho de peso diário (GPD, g dia⁻¹), ganho de peso (GP, g), índice hepatossomático (IHS, %) e altura das vilosidades intestinais (VIL, µm) de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de proteína e níveis crescentes de orégano na dieta. 20
- Tabela 4 Teores de proteína bruta (PB, %), extrato etéreo (E.E, %), matéria seca (MS, %), cinzas (%) e energia bruta (EB, kcal g⁻¹), expressos com base na matéria seca, de juvenis de tilápia alimentados com níveis crescentes de orégano na ração. 21
- Tabela 5 Valores sanguíneos de glicose (mg ml⁻¹), proteína total (PT, g dl⁻¹) e hematócrito (Htc, %) de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de proteína e níveis crescentes de orégano na dieta. 22

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. ALIMENTOS FUNCIONAIS	11
2.1.1. ORÉGANO	11
2.2. TILÁPIA	13
2.3. PROTEÍNA	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS	19
5. DISCUSSÕES.....	22
6. CONCLUSÃO	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

Objetivo do trabalho foi de avaliar o efeito promotor de crescimento do extrato de orégano para juvenis de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), juntamente com a inclusão de proteína. Foram utilizados 360 juvenis machos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), com peso médio inicial de $36,80 \pm 11,85$ g, alojados em 30 tanques com capacidade de 100L cada, durante 60 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos tanques, constituindo 12 animais por unidade experimental. Ao final do período experimental, quatro animais de cada unidade tiveram o sangue coletado por meio de punção cardíaca, para análises de glicose, proteína plasmática total e hematócrito. De cada animal abatido, foi coletada uma amostra do intestino para análise morfométrica. Os animais foram eviscerados e acondicionados em embalagens plásticas, para posterior determinação dos teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo. O grupo alimentado com 33% de PB e 2,5% de orégano apresentou os maiores valores para ganho de peso médio e ganho de peso. Para o índice hepatossomático, os tratamentos contendo 1,5% e 2,0% diferiram entre si, sendo o grupo com 30% de PB apresentando maiores valores. A dieta com inclusão de 33% de proteína teve valores positivos para os parâmetros de desempenho e hematológico dos animais, além dos parâmetros corporais dos animais estarem inalterados e adequados para a espécie. A melhor porcentagem utilizada de orégano foi a de 2,5%, por ter melhorado o ganho de peso dos animais.

Palavra-chave: alimento funcional, desempenho, *oreochromis niloticus*.

ABSTRACT

The aim of the study was to assess how the protein inclusion in the diet can improve the growth promoting effect of oregano extract to juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). 360 juvenile males of Nilotic tilapia (*Oreochromis niloticus*) were used, with initial average weight of $36,80 \pm 11,85$ g, kept in 30 tanks with a capacity of 100L each, for 60 days. The animals were randomly distributed in the tanks, consisting 12 animals. At the end of the experiment, four animals of each unit had blood collected by cardiac puncture. Of each slaughtered animal was collected a gut sample to morphometric analysis. The animals were gutted and packed in plastic containers for later determination of dry matter, ash, crude protein, gross energy and ether extract. The group fed 33% CP and 2,5% oregano had the highest values for average weight gain and weight gain. For hepatosomatic, treatments containing 1,5% and 2,0% different from each other, and the group with 30% CP had higher values. The diet with addition of 33% protein does not adversely alter the performance parameters of hematology and animals besides animal body parameters are unchanged and appropriate for the species. The best percentage of oregano used was 2,5%, having improved the weight gain of the animals.

Keywords: functional food, performance, *oreochromis niloticus*.

1. INTRODUÇÃO

A aquicultura é a atividade do setor de produção de alimentos que apresenta maior crescimento anual, atualmente ela é responsável por quase 50% da produção de pescado (FAO, 2012). A produção de tilápia corresponde a uma importante parcela da produção continental de pescado. Por ser uma espécie capaz de tolerar regimes de criação intensivos, com uma taxa de crescimento satisfatória e boa aceitação de seus produtos pelo mercado, o interesse em seu cultivo é crescente.

A utilização de sistemas intensivos de criação é um importante fator para que a atividade aquícola tenha um desempenho econômico atrativo. Além do melhor aproveitamento das instalações, a maior produção por volume de água utilizado favorece para que haja uma maior eficiência de utilização dos insumos ao longo da cadeia produtiva. A capacidade da espécie de tolerar regimes intensivos de criação é fundamental, nestas condições a qualidade da água tende a ficar prejudicada, havendo um maior contato entre indivíduos, importante fator de estresse. Agentes infecciosos encontram, assim, condições propícias para se propagar, podendo elevar o risco de surtos de doenças causadoras de mortalidades massivas, capazes de inviabilizar a produção (Cnaani, 2006).

A maneira tradicional de se contornar problemas associados à ocorrência de doenças é pelo uso de agentes químicos antimicrobianos, embora seu uso seja associado a riscos à saúde pública. Principalmente no que tange a utilização em ambientes aquáticos, o risco é mais acentuado, haja vista que geralmente os antibióticos são administrados misturados a ração, e somente uma fração é absorvida pelo animal, sendo eliminado no ambiente e induzindo a seleção de bactérias e genes de resistência (Romero, 2012).

Considerando os riscos associados ao uso massivo de antibióticos, principalmente quanto ao seu uso profilático, é de fundamental relevância a proposta de alternativas viáveis capazes de reduzir a incidência de doenças. Uma das alternativas que vêm sendo estudadas no campo da nutracêutica é a adição de plantas ou extrato de plantas aromáticas, cujos princípios ativos apresentam propriedades antimicrobianas, antioxidantes e imunoestimulantes, ou seja, com amplo espectro de aplicação para o desenvolvimento de dietas que promovam uma melhor adaptação do animal ao sistema de produção (Brennes, 2010; Windish, 2008; Kiron, 2012; Volpatti, 2012; Hashemi, 2011; Dorman, 2000; Zheng, 2009; Harikrishnan, 2011).

Os aditivos alimentares derivados de ervas, temperos e outras plantas, por fortalecer o sistema de defesa não específico do organismo, conferem um amplo espectro de atuação, com baixo custo e menor impacto ao ambiente. Tradicionalmente reconhecidos como seguros e livres de resíduos, apresentam reconhecidas vantagens potenciais em relação aos antibióticos tradicionalmente utilizados, sendo em sua maioria produtos baratos quando comparados a outros aditivos (Harikrishnan, 2011). Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito promotor de crescimento do extrato de orégano para juvenis de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), juntamente com a inclusão de proteína.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A aquicultura mostrou um rápido crescimento nos últimos 30 anos. Com isso, os sistemas mais utilizados para produção são aqueles onde há um adensamento de animais por volume de água, podendo ser um fator estressante a esses animais. As alterações metabólicas oriundas de uma condição de estresse crônico podem provocar imunossupressão (Tort, 2011). Assim, a probabilidade de ocorrência de surtos de doenças é alta, sendo necessárias medidas que favoreçam a adaptação dos animais ao ambiente de cultivo, evitando ou diminuindo os prejuízos do estresse crônico. Determinadas intervenções nutricionais são capazes de reestabelecer os sistemas de defesa do organismo à normalidade, auxiliando na prevenção e resistência a doenças (Trichet, 2010).

Os antibióticos são usados para controlar doenças de peixes, reforçar o sistema imunológico e também como promotores de crescimento. No entanto, o uso de antibióticos tem sido restrito devido à indução de resistência às bactérias e aos resíduos que podem liberar em meios aquáticos (Citarasu, 2010). Mais ainda, durante a proibição de antibióticos subterapêuticos como promotores de crescimento na União Europeia, em 2006, alternativas aos antibióticos usados na aquicultura têm recebido muita atenção (Balcázar et al., 2006; Brickell e Dalmo, 2005; Shinn et al., 2003). Essas tendências correlacionam-se bem com a crescente sensibilidade dos consumidores, que exigem cada vez mais que as práticas agrícolas sejam sustentáveis e que os alimentos não sejam contaminados quimicamente (Francis et al., 2005; Rawling et al., 2009).

Na última década, os estudos focaram sobre a aplicação do uso de extratos de plantas, produtos à base de plantas e óleos essenciais para substituir os antibióticos como

promotores de crescimento em rações para animais (Alcicek et al., 2003; Athanasiadou e Kyriazakis, 2004; Botsoglou. et al., 2002;. Christaki et al., 2004; Giannenas et al., 2005; Jamroz e Kamel, 2002; Kommera et al., 2006; Mao et al., 2005; Peeter et al., 2006; Yuan et al., 2006; Vieira et al., 2008). Especialmente na aquicultura, o potencial das substâncias fitogênicas em dietas de peixe não é somente na utilização como alternativa aos antibióticos, mas podem ser estendidos para outras áreas de interesse, como o controle de doenças, resposta imune e resistência dos peixes (Jian e Wu, 2003), ou a melhoria da qualidade de armazenamento e as propriedades antioxidantes dos filés de peixe (Gatlin et al., 1992).

As substâncias fitogênicas constituem os ingredientes básicos de muitos antimicrobianos comerciais usados atualmente na saúde humana e conservação de alimentos (Burt, 2004). *In vitro*, o efeito antimicrobiano de alguns extratos de plantas é tão consistente quanto o efeito de antibióticos (Cowan, 1999). No entanto, o efeito dos extratos de plantas *in vivo* não é consistente, comparado aos antibióticos, e para o mesmo produto usado em condições semelhantes, mas não iguais, os resultados podem diferenciar muito (Windisch et al., 2008). A dieta é um dos principais fatores que alteram o efeito antimicrobiano de extratos de plantas *in vitro* (Si et al., 2006).

Alterações na microbiota intestinal pelo uso de antibióticos podem comprometer a relação benéfica entre hospedeiro e microbiota. Patógenos oportunistas estão presentes no organismo, não representando um risco significativo. Após o uso de antibióticos, ocorre uma redução da diversidade bacteriana, o que pode favorecer o crescimento desses patógenos (Navarrete et al., 2008). Além disso, alguns antibióticos, como a oxitetraciclina e o florfenicol também podem provocar imunossupressão (Romero et al., 2012).

A manipulação da microbiota intestinal pode apresentar importantes efeitos imunoregulatórios, pela indução da tolerância da mucosa intestinal, assim como melhorar a morfologia intestinal, estimular atividade enzimática e produção de vitaminas, melhorando a conversão alimentar e taxa de crescimento de peixes (Qi et al. 2009). Existe um equilíbrio a ser mantido entre a comunidade de organismos existentes no ambiente aquático, no trato digestivo e sua interação com a superfície da mucosa intestinal (Rombout et al., 2011).

2.1.ALIMENTOS FUNCIONAIS

O termo surgiu primariamente no Japão, por volta dos anos 80, referindo-se àqueles alimentos que além de seu valor nutritivo, auxiliavam em funções específicas do corpo, devido alguma substância presente nos mesmos. Naquela época uma das primeiras definições de alimentos funcionais foi proposta pela *Foods for Specified Health Use* (FOSHU) como aqueles alimentos que têm efeito específico sobre a saúde, devido a sua constituição química, e que não devem expor quem os consome, ao risco higiênico ou a saúde (Moraes, 2006). Nestes termos, os alimentos funcionais possuem potencial para promover a saúde por meio de mecanismos não previstos na nutrição convencional, devendo ser salientado que esse efeito se restringe à promoção da saúde e não à cura de doenças (ROBERFROID, 2007).

A legislação brasileira não define alimento funcional, mas sim a alegação de propriedade funcional e alegação de propriedade de saúde e estabelece as diretrizes para sua utilização, bem como as condições de registro para os alimentos com alegação de propriedade funcional e/ou, de saúde. A alegação de propriedade funcional engloba o papel metabólico ou fisiológico que o composto tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano, enquanto a de saúde compreende a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde (ANVISA, 1999).

Estes alimentos podem ser classificados de acordo com o alimento em si, ou conforme os componentes bioativos nele presentes como, por exemplo, as fibras dietéticas, os probióticos, os prebióticos, os compostos funcionais, os fitoquímicos, as vitaminas e os minerais essenciais, carotenóides, peptídeos bioativos, além de ácidos graxos insaturados ômega 3 e 6 (KOMATSU et al., 2008).

2.1.1. ORÉGANO (*Origanum vulgare L.*)

O orégano (*Origanum vulgare L.*) é uma planta aromática com distribuição em toda área do Mediterrâneo, que pertence a família *Lamiaceae*, nativa das regiões Euro-Siberiana e Irano-Siberiana. Essa planta é a mais conhecida espécie de orégano, é bastante ramificada, perene e de hastes arroxeadas, atingindo de 30 a 50 cm de altura (Costa, 2009). É amplamente

cultivada na região sul e sudeste do Brasil, para uso culinário (Costa, 2009) o que favorece sua utilização em dietas para animais.

O óleo essencial e as folhas secas do orégano são conhecidos por possuírem atividades, *in vitro*, antimicrobianas (Sivropoulou et al., 1996; Lambert et al., 2001), antifúngicas (Thompson, 1989), inseticidas (Karpouhtsis et al., 1998), e antioxidantes (Botsoglou et al., 2002), anti-helmíntica (Force et al., 200) e digestiva (Çabuk et al., 2005), e contém moléculas com bioatividades intrínsecas na fisiologia e metabolismo animal. Essas atividades são atribuídas principalmente aos seus princípios ativos primários: carvacrol, timol e seus precursores γ -terpineno e ρ -cimeno. Devido especialmente à atividade antimicrobiana *in vitro*, espera-se que a utilização do óleo essencial na produção animal tenha resultados terapêuticos e profiláticos. Então, a erva ou o óleo essencial, ou os componentes únicos do óleo essencial têm sido testados como promotores de crescimento em frangos de corte (Cross et al., 2002; Lee et al., 2003a, b) e suínos (Tsinas et al., 1998; Docic and Bilkei, 2003). Entretanto, os benefícios no desempenho dos animais não foram consistentes entre esses estudos.

O timol e o carvacrol são considerados ingredientes que melhoram a saúde na indústria alimentícia (Shoji and Nakashims, 2004). O timol (2-isopropil-5-metilfenol) é um monoterpeno que é encontrado em vários óleos essenciais (Gomez-Carneiro et al., 1998). Tem efeito antimicrobiano em bactérias, fungos e leveduras (Shapiro et al., 1994; Manou et al., 1998). O carvacrol (5-isopropil-2-metilfenol) é um constituinte comum em aditivos. É usado frequentemente em vários produtos como condimento e agente antimicrobiano, mostrando um amplo espectro de atividades contra bactérias, leveduras e fungos (Knowles et al., 2005).

A ação bactericida dos princípios ativos do óleo de orégano ocorre por meio da alteração da permeabilidade da membrana celular bacteriana, devido à característica hidrofóbica dos óleos essenciais. Os princípios ativos causam desestruturação das membranas celular e mitocondrial das bactérias, tornando-as mais permeáveis, ocasionando danos às proteínas da membrana e perda de íons e metabólitos celulares (Lambert et al., 2001). Há interferência nos processos vitais bacterianos, o que resulta em morte. Apesar dos mecanismos de ação serem semelhantes aos dos antibióticos sintéticos, não há evidências de resistência bacteriana ao óleo de orégano (Luchese, 2009).

Os princípios ativos secundários (1,8-cineole, linalol, acetato linalil, α -terpenol, isoborneol, trans-dihidrocarvone e transcarveol) dessa espécie têm demonstrado significativa

relevância, visto que a eficiência do carvacrol e timol isolados não atingem a mesma eficiência do óleo essencial (Zheng et al., 2009, Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn, 2010). A eficácia dos princípios ativos nos óleos essenciais pode variar de acordo com a parte da planta utilizada, espécie da planta e as condições do cultivo (Bevilaqua et al. 2007).

Ahmadifar et al. (2011) estudando o efeito do timol-carvacrol em pó nos níveis 0, 1,0, 2,0, 3,0 g kg⁻¹ em dietas para juvenis de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) observaram que os animais alimentados com dietas com 2,0 e 3,0 g kg⁻¹ apresentaram maior peso final, comprimento final e ganho de peso, melhor conversão alimentar e o maior número de linfócitos que o grupo controle. Além disso, o conteúdo lipídico foi maior nos peixes alimentados com 1,0 e 2,0 g kg⁻¹ de timol-carvacrol que nos outros grupos, e maior teor de proteína corporal no grupo alimentado com 3,0 g kg⁻¹.

2.2. TILÁPIA

A tilápia é um peixe teleósteo, pertencente à família dos ciclídeos, originário da África e amplamente cultivado em cerca de 100 países no mundo (Romana-Eguía et al., 2004). Cerca de 22 espécies de tilápia são cultivadas no mundo, porém, a tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), a tilápia moçambicana (*O. mossambicus*) e a tilápia azul (*O. aureus*) são as espécies mais criadas comercialmente.

Entre as espécies de peixes mais cultivadas, a tilápia nilótica é a que melhor resiste a altas temperaturas, baixa concentração de oxigênio dissolvido, alta concentração de amônia na água, condições ambientais adversas, altas densidades, tem rápido crescimento, é capaz de utilizar a produtividade primária dos viveiros e pode ser manipulada geneticamente (Popma&Phelps, 1998). De acordo com Lahav&Ra'nam (1997), sua principal vantagem é o baixo custo relativo, principalmente no que se refere à produção de alevinos, alimentação e qualidade da sua carne.

A tilápia nilótica destaca-se como peixe de potencial para aquicultura, visto sua rusticidade, hábito alimentar onívoro, aceitação de rações com grande facilidade e adaptação ao confinamento (Boscolo et al.,2001).

Apesar dos ótimos índices zootécnicos, com a intensificação da produção, os animais ficam sujeitos a um ambiente propício a surgimento de doenças que podem se manifestar de maneira clínica ou subclínica. Ocorre, então, a necessidade de inclusão de alimentos que em suas propriedades favoreçam a adaptação desses animais em sistemas de produção intensivos.

2.3.PROTEÍNA

As proteínas são polímeros de aminoácidos e constituem as estruturas químicas mais abundantes e funcionalmente diversas nos sistemas biológicos. Praticamente todos os processos vitais dependem das proteínas, seja por meio das enzimas, das proteínas sanguíneas ou mesmo na formação de ossos e músculos (Champe e Harvey, 1996).

Segundo Pezzato (1999, citado por HAYASHI et al., 2002), as proteínas correspondem aos nutrientes de máxima importância, pois são os componentes constituintes do organismo animal e o perfil aminoacídico é decisivo para a sua qualidade e determina seu valor como componente da dieta. A alimentação é responsável pela maior parte do custo de produção na tilapicultura, sendo que a fração alimentar mais onerosa é sem dúvida a proteica. Este fato se deve principalmente aos altos níveis de proteína bruta utilizados nas rações. Para que não sejam fornecidos níveis excessivos desse nutriente, torna-se de fundamental importância determinar as exigências proteicas dos animais para cada fase de criação (Furuya et al., 1996), para formulação de uma ração bem balanceada e de menor custo (Shiau & Lan, 1996). O nível de proteína em dietas para a tilápia afeta diretamente o desempenho (El-Sayed & Teshima, 1992; Viola et al., 1994; Furuya et al. 1996; Al-Hafedh et al. 1999; Al-Hafedh, 1999), as características reprodutivas como maturação sexual e fecundidade (Gunasekera et al., 1996; Siddiqui et al., 1998; Al-Hafedh, 1999), a composição corporal em termos de porcentagem de gordura e proteína (Al-Hafedh, 1999) e também a composição dos ovos (Gunasekera et al., 1996).

É de fundamental importância o fornecimento de ração com adequado teor de proteína digestível e balanço aminoacídico, pois a porção proteica que não for digerida e absorvida será excretada. O suprimento dietário de proteína é um dos principais fatores que influenciam a produtividade dos peixes e a produção de resíduos nitrogenados que são excretados na água (Tibbetts et al., 2000), que pode resultar em redução no desempenho dos animais e poluição do ambiente de criação e dos corpos d'água que receberem os efluentes. Segundo Mires et al. (1990), verifica-se atualmente que a principal fonte de poluição em sistemas intensivos de cultivo de peixes é proveniente do fornecimento de alimentos ricos em proteína.

Sendo a proteína um ingrediente caro e com efeito poluidor (se utilizado de forma inadequada), é importante estudar mais de um nível de inclusão em dietas para os animais, quando em conjunto com alimentos funcionais, para determinar se menores níveis de proteína promovem o mesmo desempenho de níveis comuns para as espécies estudadas. Se ao comparar isso, e houverem os mesmos resultados, então os níveis mais baixos de proteína podem ser utilizados sem causarem prejuízo no desempenho dos animais, além da economia proporcionada pela diminuição da porcentagem de proteína na dieta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Aquicultura (LAQUA), na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), por um período de 60 dias. Foram utilizados 360 juvenis machos de tilápia nilótica (*Oreochromis niloticus*), com peso médio inicial de $36,80 \pm 11,85$ g, alojados em 30 tanques com capacidade de 100L cada. Os animais foram distribuídos ao acaso nos tanques, de forma que cada tanque com 12 animais constituiu uma unidade experimental. O delineamento experimental foi casualizado em esquema fatorial 2x5, sendo dois níveis de proteína bruta (30% e 33%) e cinco níveis de orégano (0, 150, 200, 250 e 300 mg kg⁻¹), totalizando 10 tratamentos e 3 repetições. As dietas utilizadas neste experimento foram extrusadas no próprio laboratório seguindo a composição presente nas tabelas 1 e 2. O orégano utilizado foi obtido na forma de folhas secas, sendo essas trituradas, pesadas de acordo com os níveis em cada tratamento, e adicionadas à mistura da ração a ser extrusada.

Tabela 1. Formulação e composição percentual das dietas experimentais contendo 30% de proteína bruta e concentrações crescentes de orégano.

Ingredientes (%)	Níveis de orégano (%)				
	0,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3%
Soja Farelo	37,19	37,19	37,19	37,19	37,19
Arroz Quirera	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Peixe Farinha	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Trigo Farelo	11,95	11,95	11,95	11,95	11,95
Óleo Soja	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Inerte	17,4417	17,2917	17,2417	17,4417	17,1417

Fosfato Bicálcico	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Suplemento vitamínico e mineral ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Óxido de cromo	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
B H T ⁴	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Orégano	0,000	0,150	0,200	0,250	0,300
Composição percentual ¹ (%)					
Proteína Bruta	30,44	29,91	30,48	29,76	28,97
Gordura	5,67	9,28	9,07	7,95	11,96
Energia Bruta ²	3786,20	3785,33	3885,84	3922,22	3910,04
Fósforo total	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
Cálcio	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Lisina total	1,6599	1,6599	1,6599	1,6599	1,6599
Metionina total	0,5080	0,5080	0,5080	0,5080	0,5080
Treonina total	1,0865	1,0865	1,0865	1,0865	1,0865

¹ Valores determinados em laboratório e expressos com base na matéria seca.

² Valores expressos em Kcal kg⁻¹.

³ Suplemento vitamínico e mineral: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D₃, 200.000 UI; Vit. E, 12.000 mg; Vit. K, 2.400 mg; Vit. B₁, 4.800 mg; Vit. B₂, 4.800 mg; Vit. B₆, 4.000 mg; Vit. B₁₂, 4.800 mg; Ác. fólico, 1.200 mg; Ác. Pantotênico, 3.750 mg; Vit. C, 48.000 mg; Biotina, 48 mg; Colina, 65.000 mg; Niacina, 24.000 mg; Fe, 10.000 mg; Cu, 6.000 mg; Mn, 4.000 mg; Zn, 6.000 mg; I, 20 mg; Co, 2 mg; Se, 20 mg.

⁴ Butilhidroxitolueno.

Tabela 2. Formulação e composição percentual das dietas experimentais contendo 33% de proteína bruta e concentrações crescentes de orégano.

Ingredientes (%)	Níveis de orégano (%)				
	0,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3%
Soja Farelo	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00
Arroz Quirera	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Peixe Farinha	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Trigo Farelo	14,62	14,62	14,62	14,62	14,62
Óleo Soja	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
Inerte	8,9368	8,7868	8,7368	8,6868	8,6368
Fosfato Bicálcico	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

Suplemento vitamínico e mineral ³	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Óxido de cromo	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
B H T ⁴	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Orégano	0,000	1,50	2,00	2,50	3,00
Composição percentual ¹ (%)					
Proteína Bruta	32,96	32,72	34,25	33,39	33,52
Gordura	8,74	4,43	8,76	9,37	7,66
Energia Bruta ²	3842,26	3849,33	3851,44	3913,14	3945,12
Fósforo total	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
Cálcio	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Lisina total	1,8939	1,8939	1,8939	1,8939	1,8939
Metionina total	0,5647	0,5647	0,5647	0,5647	0,5647
Treonina total	1,2386	1,2386	1,2386	1,2386	1,2386

¹ Valores expressos com base na matéria seca.

² Valores expressos em Kcal kg⁻¹.

³ Suplemento vitamínico e mineral: Vit. A, 1.200.000 UI; Vit. D₃, 200.000 UI; Vit. E, 12.000 mg; Vit. K, 2.400 mg; Vit. B₁, 4.800 mg; Vit. B₂, 4.800 mg; Vit. B₆, 4.000 mg; Vit. B₁₂, 4.800 mg; Ác. fólico, 1.200 mg; Ác. Pantotênico, 3.750 mg; Vit. C, 48.000 mg; Biotina, 48 mg; Colina, 65.000 mg; Niacina, 24.000 mg; Fe, 10.000 mg; Cu, 6.000 mg; Mn, 4.000 mg; Zn, 6.000 mg; I, 20 mg; Co, 2 mg; Se, 20 mg.

⁴ Butilhidroxitolueno.

Amônia e nitrito foram mensuradas utilizando-se kits comerciais colorimétricos Alfakit®, mantidas abaixo de 1,0 mg l⁻¹. As unidades experimentais foram sifonadas diariamente para a retirada de restos de ração e excretas.

Os animais foram alimentados três vezes ao dia (8:00, 12:00 e 16:00 horas) até a saciedade aparente. Ao final de cada alimentação, quando os animais já não manifestavam comportamento alimentar, as sobras do oferecido eram recolhidas e armazenadas em freezer a -20 °C até que fossem secas em estufa de ventilação forçada, durante 96 horas, para que fossem posteriormente pesadas.

No período experimental, foram avaliados os parâmetros de desempenho: ganho de peso.

O ganho de peso dos animais será calculado de acordo com a equação:

$$GP = PF - PI$$

GP = ganho de peso (em gramas)

PF = peso final (em gramas)

PI = peso inicial (em gramas)

Ao final do período experimental, quatro animais de cada unidade, mantidos em jejum durante 12 horas, tiveram o sangue coletado por meio de punção cardíaca com auxílio de seringa descartável de 1 ml, contendo EDTA (10%). Uma gota de sangue foi utilizada para avaliação de glicose, utilizando-se o glicosímetro digital AccuCheck (Roche®). Em seguida, o sangue coletado foi acondicionado em microtubos para análise de hematócrito e proteína total plasmática, utilizando microcentrifuga (Micro SPIN 1000) e refratômetro.

Após as coletas de sangue, os animais foram insensibilizados em gelo fundente para abate por secção medular. De cada animal abatido, foi coletada uma amostra do intestino para análise morfométrica.

Em seguida, foi coletado o fígado para cálculo do índice hepatossomático, segundo a equação:

$$\text{IHS} = [\text{PF}/\text{PV}] \times 100$$

IHS = índice hepatossomático (em %)

PF = peso do fígado (g)

PV = peso vivo (g)

Após a coleta do fígado, os animais foram eviscerados e acondicionados em embalagens plásticas, para posterior determinação dos teores de matéria seca, cinzas, proteína bruta, energia bruta e extrato etéreo, segundo metodologia proposta pela A.O.A.C. (2010).

Para a análise de morfometria da mucosa intestinal, os fragmentos de intestino foram retirados do bouin e lavados com álcool 70% até que todo o excesso de bouin fosse removido. Três fragmentos de aproximadamente 0,5 cm foram cortados e armazenados em cassetes contendo álcool 70%. Em seguida, foram desidratados em série ascendente de álcool (80% e 90% por duas horas cada, e no álcool absoluto por quatro horas sendo o álcool trocado na metade desse tempo) para posterior diafanização (mantidos durante 15 minutos em xilol). Logo após, os tecidos foram emblocados com parafina a 56°C. Para obter os cortes histológicos utilizou-se um micrótomo (Microm HM). Foram realizados cortes de 5 µm de espessura, as fitas de parafina obtidas na microtomia foram transferidas para banho maria mantido a 40°C para que se fixassem nas lâminas. A lamina, quando totalmente seca, era levada a estufa a 56°C, por 25 min, para que o excesso de parafina derretesse permanecendo na lamina apenas o tecido.

Na etapa de coloração, as lâminas foram rehidratadas, submetidas a dois banhos em xilol de 10 minutos cada e soluções decrescentes de álcool (100, 90, 80 e 70%), por 10 minutos no álcool absoluto e 5 minutos nos subsequentes. Em seguida, foram lavadas para água corrente por 15 minutos, para que então pudessem ser corados pelo método de hematoxilina-eosina: solução aquosa de hematoxilina por 20 segundos e colocados em água corrente por 15 minutos. Posteriormente, coradas em eosina por 30 segundos e lavada com água potável para tirar o excesso de eosina, para finalmente, realizar desidratação (álcool 100, 90, 80 e 70% por 5 min) e diafanização (xilol por 10 min). As lâminas foram montadas com uma gota de entellan para que fossem acrescentadas às lamínulas.

As análises morfométricas foram realizadas utilizando microscópio óptico binocular (Laborana, modelo: L-2000) com aumento de 100 vezes e lente ocular micrométrica. Foram selecionadas e medidas 30 vilosidades por animal, cujas alturas (comprimentos em linha reta, μm) foram tomadas a partir da base superior até seu ápice.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o programa Sisvar. Diferenças foram consideradas significativas quando $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

A sobrevivência dos animais do experimento apresentou média de 98,6% do total de animais. Os valores do desempenho dos animais são apresentados na Tabela 3. A altura das vilosidades não apresentou diferença significativa dentro ou entre os dois níveis de proteína. Já o ganho de peso diário e ganho de peso apresentaram diferença significativa somente entre os dois níveis de proteína, no tratamento utilizando 2,5% de orégano, sendo que o grupo alimentado com 33% de PB apresentou os maiores valores para essas duas variáveis. O índice hepatossomático das tilápias apresentou diferença significativa dentro do grupo de peixes que recebeu dieta com 30% de PB e entre as duas porcentagens. Para o grupo alimentado com 30% de PB, o tratamento contendo 2,0% de orégano diferiu do tratamento contendo 3,0% de orégano, sendo que o primeiro apresentou maior valor. Entre as porcentagens, o IHS dos

animais referentes aos tratamentos contendo 1,5% e 2,0% diferiram entre si, sendo o grupo com 30% de PB apresentando maiores valores de IHS.

Tabela 3 Valores do Ganho de peso diário (GPD, g dia⁻¹), ganho de peso (GP, g), índice hepatossomático (IHS, %) e altura das vilosidades intestinais (VIL, μ m) de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de proteína e níveis crescentes de orégano na dieta.

		Níveis de orégano na ração					C.V.	p-valor
	% PB na ração	0,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3,00%		
GPD	30	2,10 a	2,16 a	2,11 a	2,52 aB	2,41 a	18,65	0,5213
	33	2,65 a	2,78 a	2,30 a	3,24 aA	2,31 a		
GP	30	712,53 a	733,47 a	718,36 a	855,13 aB	819,43 a	18,65	0,5213
	33	900,7 a	945,43 a	782,04 a	1102,9 aA	786,03 a		
IHS	30	3,22 ab	3,08 aAb	3,28 aA	3,01 ab	2,6 b	20,6	0,1417
	33	2,75 a	2,35 aB	2,31 aB	2,69 a	2,39 a		
VIL	30	335,86 a	397,71 a	387,89 a	375,96 a	342,61 a	14,4	0,8953
	33	341,9 a	398,83 a	384,84 a	396,97 a	395,77 a		

Letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores das variáveis relacionadas à composição da carcaça são apresentados na Tabela 4. Somente a energia bruta (EB), no grupo contendo 33% de PB, apresentou diferença entre os tratamentos, apresentando valor menor no tratamento contendo 2,0% de orégano e maiores valores nos tratamentos contendo 1,5% e 2,5%.

Tabela 4 Teores de proteína bruta (PB, %), extrato etéreo (E.E, %), matéria seca (MS, %), cinzas (%) e energia bruta (EB, kcal g⁻¹), expressos com base na matéria seca, de juvenis de tilápia alimentados com níveis crescentes de orégano na ração.

	% PB na ração	Níveis de orégano na ração					C.V.	p-valor
		0,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3,00%		
PB	30	54,28 a	53,72 a	53,53 a	49,97 a	54,51 a	13,055	0,2253
	33	55,06 a	55,01 a	51,02 a	52,37 a	54,19 a		
EE	30	31,78 a	31,99 a	30,99 a	31,42 a	30,77 a	12,462	0,9589
	33	30,46 a	31,60 a	33,18 a	31,85 a	31,54 a		
MS	30	95,49 a	94,52 a	94,84 a	93,92 a	95,19 a	0,707	0,0583
	33	95,7 a	95,57 a	95,36 a	94,83 a	94,32 a		
Cinzas	30	14,43 a	13,45 a	14,1 a	13,25 a	13,66 a	5,911	0,8922
	33	14,02 a	13,57 a	13,3 a	13,17 a	13,06 a		
EB	30	5712 a	5527,5 a	5590,5 a	5710,6 a	5663,1 a	2,219	0,0865
	33	5560,2 ab	5682,7 a	5345,7 b	5712,1 a	5509,6 ab		

Letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Os valores das variáveis sanguíneas são apresentados na Tabela 5. Para os valores de glicose houve diferença dentro do grupo contendo 30% de PB, onde os tratamentos contendo 1,5%, 2,5% e 3,0% de orégano diferiram entre os dois primeiros e o último, sendo esse apresentando menor valor de glicose entre todos os níveis de orégano. Para os valores de proteína total (PT), também houve diferença dentro do grupo contendo 30% de PB, onde os tratamentos contendo 2,0%, 2,5% e 3,0% de orégano diferiram entre o primeiro, que apresentou maior valor de PT, e os dois últimos tratamentos. Houve diferença entre as porcentagens de PB, nos tratamentos contendo 1,5% e 2,0% de orégano, sendo que o grupo com 33% de PB apresentou valores menores de PT para esses dois tratamentos em relação ao grupo com 30% de PB. Os valores de hematócrito não apresentaram diferença significativa.

Tabela 5 Valores sanguíneos de glicose (mg ml⁻¹), proteína total (PT, g dl⁻¹) e hematócrito (Htc, %) de juvenis de tilápia alimentados com diferentes níveis de proteína e níveis crescentes de orégano na dieta.

		Níveis de orégano na ração					C.V.	p-valor
	% PB na ração	0,00%	1,50%	2,00%	2,50%	3,00%		
Glicose	30	55,38 ab	61,33 a	50,75 ab	62,33 a	48,50 b	16,88	0,0239
	33	49,75 a	53,17 a	54,27 a	53,83 a	53,33 a		
PT	30	7,25 ab	7,00 aAb	7,53 aA	6,32 b	6,20 b	16,92	0,007
	33	6,38 a	5,8 aB	5,10 aB	5,9 a	5,82 a		
Htc	30	20,88 a	20,17 a	20,08 a	20,00 a	19,67 a	21,63	0,6542
	33	20,67 a	19,83 a	19,08 a	21,42 a	18,00 a		

Letras diferentes (maiúsculas em coluna e minúsculas em linha) indicam diferença pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

5. DISCUSSÃO

A utilização de extratos herbais em dietas para peixes é um conceito comumente utilizado na aquicultura (Gatlin et al., 2007), e estudos futuros devem ser feitos usando esses extratos como potenciais promotores de crescimento e saúde dos animais.

Promotores de crescimento agem na microbiota intestinal e levam a uma melhora no desempenho animal, muitos têm efeitos na microbiota direta ou indiretamente. Entretanto, peixes têm somente alguns benefícios nutricionais a partir da microbiota intestinal, comparados aos animais terrestres como os ruminantes, e a microflora pode afetar de forma ruim se não for controlada (Zheng et al., 2009).

A adequada sobrevivência dos animais no experimento indica que, nos níveis testados, o orégano não apresentou toxidez para os animais, proporcionando segurança em sua utilização. Resultados com elevada sobrevivência foram relatados por Shalaby et al. (2006) para alevinos de tilápia do Nilo estocados a uma densidade de 200 alevinos/m³ e alimentados com dietas contendo diferentes níveis de extrato de alho. Além disso, a ausência de efeito sobre a sobrevivência em diferentes espécies foi relatada por Zheng et al. (2009) para juvenis de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) alimentados com dietas contendo óleo essencial de orégano e por Navarrete et al. (2010) para juvenis de truta (*Oncorhynchus mykiss*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris*).

O presente estudo mostrou que a suplementação de orégano na ração promoveu a melhora no ganho de peso dos animais alimentados com dietas contendo 2,5% de orégano e 33% de PB. Zheng et al. (2009) perceberam que a combinação de timol e carvacrol teve efeito positivo no crescimento do bagre do canal (*Ictalurus punctatus*). De forma parecida, Ahmadifar et al. (2011) demonstraram que a administração do pó de timol e carvacrol aumentaram o crescimento e imunoestimulação de trutas arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*). Ü. Acar et al. (2015), observaram efeito positivo no ganho de peso de tilápias alimentadas com diferentes níveis de óleo de casca de laranja. M.S. Ghehdarijani et al. (2016), utilizando diferentes níveis de alho em dietas para *Rutilus caspicus*, observou que o grupo alimentado com 10 mg kg⁻¹ de alho apresentou melhores valores de ganho de peso, comparado ao grupo controle. O benefício desses dois princípios ativos no crescimento dos animais, pode estar relacionado aos efeitos na atividade metabólica e digestão dos alimentos. (Ahmadifar et al., 2011). Porém, a interação entre esses compostos e a atividade da microflora intestinal podem causar efeitos positivos, e maiores estudos relacionados a essa microflora devem ser feitos.

Rattanachaikunsopon e Phumkhachorn (2010), avaliaram a suplementação de carvacrol e cimeno, e não observaram diferenças no ganho de peso de tilápia nilótica. Volpatti et al. (2012) ao adicionar 0,025 e 0,05% de carvacrol à dieta de Robalo europeu (*Dicentrarchus labrax*), também não observaram diferenças no crescimento dos animais.

No presente estudo, não foi observada diferença significativa para as vilosidades dos animais, entre os grupos alimentados com os dois níveis de proteína e entre os níveis de orégano. Hurzana de Mello et al. (2013), observaram influência positiva na altura e largura dos vilos, assim como na espessura das células epiteliais de revestimento da mucosa, e no aumento do número de células calciformes em dietas adicionadas de probiótico para tilápias do Nilo. O mesmo foi observado por Medri et al. (1999), para a mesma espécie, porém, alimentadas com ração suplementada com levedura alcooleira. Corroborando com os valores observados no trabalho, Brito (2013) também não observou influência positiva da utilização de diferentes níveis de orégano em dietas para tilápia, nas vilosidades intestinais.

É possível que, no presente trabalho, a inclusão do orégano tenha modificado o perfil da população microbiana intestinal, devido a melhora no ganho de peso, que também possivelmente melhorou com o aumento da proteína. A estimulação e auxílio da produção de enzimas digestivas, através da secreção de amilases exógenas (Merrifield et al., 2010; Pirarat et al., 2011) e seu papel na imunologia intestinal de peixes (Rombout et al., 2011) são formas pelas quais a microbiota intestinal pode exercer seus efeitos benéficos para peixes.

O uso de doses mais elevadas de óleos essenciais e extratos herbais na dieta tem sido frequentemente recomendado, seja para promover uma melhora na imunidade como em juvenis de tilápia (Yin et al.2006), seja para melhorar o desempenho zootécnico, como em alevinos de tilápia alimentados com extrato de alho (Shalaby et al., 2006),

Os peixes em geral têm a capacidade de estocar grandes quantidades de glicogênio no fígado, sendo que estas variações energéticas são evidenciadas de maneira significativa no seu peso percebido através da relação hepatossomática (Hoar Randarll, 1971), sendo que no presente estudo, percebe-se que o grupo alimentado com 30% de PB obteve maiores níveis de IHS. Supõe-se que esses animais estiveram numa condição na qual induziram-nos a depositar glicogênio ou lipídio no fígado, para que pudessem superar essas condições.

Os valores da composição corporal dos animais do experimento somente apresentaram diferenças na energia bruta, no grupo de animais alimentados com 33% de PB na dieta. Shalaby et al. (2006) observaram uma tendência diferente do presente estudo, onde alevinos de tilápia, que alimentados com diferentes níveis de extrato de alho apresentaram aumento significativo para o conteúdo de proteína corporal até 3%, o que não foi registrado para a maior dose. Zheng et al. (2009) registraram um aumento significativo para a concentração de proteína no musculo de juvenis de bagre do canal alimentados com dietas contendo 0,05% de óleo essencial de orégano.

Apesar das diferenças estatísticas apresentadas nos valores de glicose dos animais que se alimentaram de dietas contendo 30% de PB, onde o tratamento contendo 3,0% de orégano apresentou valor médio de 48,50 mg ml⁻¹, as médias se aproximam da normalidade de valores de glicose para a espécie utilizada no experimento (<60 mg/100mL) (Fernandes e Volpato, 1993; Yavuzcan et al., 1997; Barcellos et al., 1999; Barreto e Volpato, 2006).

Güleç et al. (2013) observaram redução na concentração de glicose em trutas arco íris, alimentadas com óleo de tomilho e funcho. A diminuição da concentração é devido a capacidade dos óleos de plantas em reduzir os efeitos estressores (Güleç et al., 2013). Ü. Acar et al. (2015), também observaram redução na concentração de glicose de tilápias nos maiores níveis do óleo de casca de laranja na dieta, porém, os níveis de proteína total aumentaram a medida em que os níveis do óleo aumentaram.

A concentração de proteínas plasmáticas totais reflete um equilíbrio entre as concentrações extra e intravascular de proteínas (Pierson, 2000). Entre as suas funções fisiológicas, que podem ser alteradas pelo cortisol, balanço hídrico e doenças, estão a concentração de aminoácidos nos tecidos, regulação do equilíbrio acidobásico, transporte de

moléculas, homeostasia, resposta inflamatória e resistência a infecções (Thomas et al., 2000). No presente estudo, houve diferença nos valores de proteína total entre os dois níveis de proteína, nos tratamentos contendo 1,5% e 2,0% de orégano, sendo que o grupo com 33% de PB apresentou valores menores de PT para esses dois tratamentos em relação ao grupo com 30% de PB. Como o grupo contendo menor nível de PB na dieta apresentou valores maiores de PT, sugere-se que os animais desse grupo e dos devidos tratamentos passaram por uma situação estressante, além disso, a proteína da dieta não pode ter contribuído para esse aumento, pois o grupo com maior nível de proteína apresentou valores mais baixos. Assim, são necessários mais estudos para comprovar o que pode ter induzido esse aumento dos valores de proteína total sanguínea.

No estudo, para as médias de hematócrito não apresentaram diferença entre nenhum dos tratamentos contendo diferentes níveis de orégano, nem entre os grupos contendo diferentes níveis de proteína bruta na dieta. Ahmadifar et al. (2011) também não observaram alterações no hematócrito de truta arco-íris alimentadas com dietas contendo carvacrol e timol.

6. CONCLUSÃO

A dieta com inclusão de 33% de proteína alterou de forma positiva os parâmetros de desempenho e hematológico dos animais. A melhor porcentagem utilizada de orégano foi a de 2,5%, por ter melhorado o ganho de peso dos animais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Agriculture Chemistry. Washington, 2010. 1102p.

AHMADIFAR, E.; FALAHATKAR, B.; AKRAMI, R. Effects of dietary thymol-carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *J. Appl. Ichthyol.*, v. 27, p. 1057 – 1060, 2011.

ALCICEK, A., BOZKURT, M., CABUK, M. The effect of an essential oil combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *South African Journal of Animal Science* 33, 89–94. 2003.

ARREOLA R, QUINTERO-FABI AN S, L_OPEZ-ROA RI, FLORES-GUTI_ERREZ EO, REYES- GRAJEDA JP, CARRERA-QUINTANAR L. Immunomodulation and anti-inflammatory effects of garlic compounds. *J Immunol Res*: 401630. 2015.

ALVAREZ-COLLAZO J, ALONSO-CARBAJO L, LÓPEZ-MEDINA AI, ALPIZAR YA, TAJADA S, NILIUS B, et al. Cinnamaldehyde inhibits L-type calcium channels in mouse ventricular cardiomyocytes and vascular smooth muscle cells. *PflugersArch EJP*; 466 (11): 2089–99. 2014.

ANVISA (1999). AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de Propriedades Funcionais ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 2011399 3 e/ou Saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Ministério da Saúde, Brasília.

ASHOOR A, Medication with herbs and plants (Ebn-Sina Library for Publication and Distribution, Cairo), 1985.

ATHANASIADOU, S., KYRIAZAKIS, I. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. *Proceedings of the Nutrition Society* 63, 631–639. 2004.

BALCÁZAR, J.L., DE BLAS, I., RUIZ-ZAZUELA, I., CUNNINGHAM, D., VANDRELL, D., MUZQUIZ, J.L. The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology* 114, 173–186. 2006.

BARCELLOS, L. J. G.; NICOLAIEWSKY, S.; DE SOUZA, S. M. G.; LULHIER F. Plasmatic levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress. *Aquaculture Research*, v.30, p.437–444, 1999.

BARRETO, R. E. & VOLPATO, G. L. Ventilatory frequency of Nile tilapia subjected to different stressors. *Journal of Experimental Animal Science*, v.43, p.189–196, 2006.

BEEJMOHUN V, PEYTAVY-IZARD M, MIGNON C, MUSCENTE-PAQUE D, DEPLANQUE X, RIPOLL C. Acute effect of Ceylon cinnamon extract on postprandial glycemia: alpha-amylase inhibition, starch tolerance test in rats, and randomized crossover clinical trial in healthy volunteers. *BMC Complement Altern Med*;14 (1):1–11. 2014.

BORDIA A, VERMA S, SRIVASTAVA K. Effect of garlic (*Allium sativum*) on blood lipids, blood sugar, fibrinogen and fibrinolytic activity in patients with coronary artery disease. *ProstaglandinsLeukotEssentFattyAcids*; 58:257–63. 1998.

BOSCOLO, W.R. Desempenho e características de carcaça de machos revertidos de tilápias do Nilo, linhagens tailandesa e comum, nas fases iniciais e de crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1391-1396, 2001.

BOTSOGLOU, N.A., FLOROU-PANERI, P., CHRISTAKI, E., FLETOURIS, D.J. & SPAIS, A.B. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, 43: 223—230. 2002.

BRENNES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 158, p. 1–14, 2010.

BRICKNELL, I., DALMO, R.A. The use of immunostimulants in fish larval aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology* 19, 457–472. 2005.

BURT, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—A review. *Int. J. Food Microbiol.* 94:223–253. 2004.

CHENG J-T, LIU I-M, HUANG W-C, KOU DH. Stimulatory effect of trans-cinnamaldehyde on noradrenaline secretion in guinea-pig ileum myenteric nerve terminals. *Life Sci*; 66(11): 981–90. 2000.

CHOPRA, HANDA & KAPOOR, *Chopra's indigenous drugs of India* (UN Dhar and Sons, Calcutta), 1958.

CHO, C.Y; SLINGER, S.I. Apparent digestibility measurement in feedstuff for rainbow trout. In: WORD SYMPOSIUM ON FINFISH NUTRITION AND FISHFEED TECHNOLOGY, Hamburg, 1978. Proceedings... Heeneman: Halver, J.; Tiews, K., 1979. p.239-247.

CHRISTAKI, E., FLOROU-PANERI, P., GIANNENAS, I., PAPAZHARIADOU, M., BOSTSOGLOU, N., SPAIS, A.B. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeriatenella*. *Animal Research* 53, 137–144. 2004.

CITARASU, T. Herbal miomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. *Aquacult. Int.* 18, 403–414. 2010.

CNAANI A. Genetic perspective on stress and disease resistance in aquaculture. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgeh*, v.58, n.4, p.375-383. 2006.

COWAN, M. M. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12:564–582. 1999.

CROSS, D.E., ACAMOVIC, T., DEANS, S.G. & MCDEVITT, R.M. The effects of dietary inclusion of herbs and their volatile oils on the performance of growing chickens. *British Poultry Science*, 43(Suppl.): S33—S35. 2002.

DOCIC, M. & BILKEI, G. Differences in antibiotic resistance in *Escherichia coli*, isolated from East-European swine herds with or without prophylactic use of antibiotics. *Journal of Veterinary Medicine B*, 50: 27—30. 2003.

DORMAN, H.J.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, v.88, p.308-316, 2000.

EDWARDS SE, DA COSTA ROCHA I, WILLIAMSON EM, HEINRICH M. Garlic *Allium sativum* L. *Phytopharm*; 158. 2015.

EL-BASSOSSY HM, FAHMY A, BADAWY D. Cinnamaldehyde protects from the hypertension associated with diabetes. *Food Chem Toxicol*; 49 (11):3007–12. 2011.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. The State of world fisheries and aquaculture. Roma, 2012.

FERNANDES, M. O. & VOLPATO, G. L. Heterogeneous growth in Nile tilapia: social stress and carbohydrate metabolism. *Physiology and Behavior*, v.54, p.319-323, 1993.

FERRARI, C. K. B.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos funcionais: melhorando a nossa saúde. *Espaço para a Saúde*, 2002.

FLIK, G.; KLAREN, P. H. M.; BURG, E. H. V.; METZ, J. R.; HUISING, M. O. CRF and stress in fish. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v. 146, p. 36-44, 2006.

FRANCIS, G., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. Quillajasaponins — a natural growth promoter in fish. *Animal Feed Science and Technology* 121, 147–157. 2005.

GATLIN, D.M., BARROWS, F.T., BROWN, P., DABROWSKI, K., GAYLORD, T.G., HARDY, R.W., HERMAN, E., HU, G., KROGDAHL, A., NELSON, R., OVERTURF, K., RUST, M., SEALEY, W., SKONBERG, D., SOUZA, E.J., STONE, D., WILSON, R., WURTELE, E. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. *Aquaculture Research* 38, 551–579. 2007.

GIANNENAS, I., FLOROU-PANERI, P., BOTSOGLOU, N., CHRISTAKI, E., SPAIS, A.B. Effect of supplementing feed with oregano and/or α -tocopheryl acetate on growth of broiler

chickens and oxidative stability of meat. *Journal of Animal and Feed Sciences* 14, 521–535. 2005.

GOLIARIS, A.H., CHATZOPOULOU, P.S. & KATSIOTIS, S.T. Production of new Greek oregano clones and analysis of their essential oils. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 10: 29—35. 2002.

GOMEZ-CARNEIRO, R.; FELZENSZWALB, L.; PAUMGARTTEN, F. J. Mutagenicity testing (+)- Camphor, 1,8 cineole, citral, citronellol, ()- menthal and terpineol with the Salmonella Microsome assay. *J. Mutat. Res.* 416, 129–136. 1998.

GOWDER SJT, DEVARAJ H. Effect of the food flavourcinnamaldehyde on the antioxidant status of rat kidney. *Basic ClinPharmacolToxicol.* 99 (5):379–82. 2006.

GRUENWALD J, FREDER J, ARMBRUESTER N. Cinnamon and health. *Crit Rev Food SciNutr*; 50 (9):822–34. 2010.

HARIKRISHNAN, R.; BALASUNDARAM, C.; HEO, M. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. *Aquaculture*, v. 317, p. 1–15, 2011.

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

HOAR, W.S. & D. J. RANDALL. *Fisch Physiology*. New York, Academic Press.,457p. 1971.

HOEFLER C, FLEURENTIN J, MORTIER F, PELT J M & GUILLEMAIN J, J *Ethnopharmacol*, 19 (1987) 133.

HOM C, BUDOFF M, LUO Y. The effects of aged garlic extract on coronary artery calcification progression and blood pressure. *J Am CollCardiol*; 65. 2015.

HOULIHAN C, HO C & CHANG S, J AM Oil ChemSoc, 61(1984) 1036.

HOULIHAN C, HO C & CHANG S, J AM Oil ChemSoc, 62(1985) 96.

HUSSAIN F T K .Medicinal plants, their cultivation and contents (Arabic Book Shop, Libya-Tunisia), 1979.

ISOGAI A, MURAKOSHI S, SUZUKI A, TAMURA S. Chemistry and biological activities of cinnzeylanine and cinnzeylanol, new insecticidal substances from *Cinnamomumzeylanicum* Nees. *AgricBiolChem* 1977; 41(9). 1779.

JAAFARPOUR M, HATEFI M, KHANI A, KHAJAVIKHAN J. Comparative effect of cinnamon and ibuprofen for treatment of primary dysmenorrhea: a randomized double-blind clinical trial. *J ClinDiagn Res*; 9(4): QC04–7. 2015.

JAMES, W. P. T.; DUTHIE, G. G.; WAHLE, K. W. J. — The Mediterranean diet: protective or simply non-toxic? *European Journal of Clinical Nutrition*. 43: Suppl. 2 31-41. 1989.

JAMROZ, D., KAMEL, C. Plant extracts enhance broiler performance. *Journal of Animal Science* 80 (Suppl. 1), 41 (Abstract). 2002.

JIAN, J., WU, Z. Effects of traditional Chinese medicine on nonspecific immunity and disease resistance of large yellow croaker, *Pseudosciaenacrocea* (Richardson). *Aquaculture* 218, 1–9. 2003.

KOMATSU, T. R.; BURITI, F. C. A.; SAAD, S. M. I. Inovação, persistência e criatividade superando barreiras no desenvolvimento de alimentos probióticos. *Rev. Br. Ciênc. Farm.*,v.44, n.3, p.330-332, 2008.

KOMMERA, S.K., MATEO, R.D., NEHER, F.J., KIM, S.W. Phytobiotics and organic acids as potential alternatives to the use of antibiotics in nursery pig diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19, 1784–1789. 2006.

KORT DH, LOBO RA. Preliminary evidence that cinnamon improves menstrual cyclicality in women with polycystic ovary syndrome: a randomized controlled trial. *ObstetGynecolSurv*; 70 (2): 94–5. 2015.

KARPOUHTSIS, I., PARDALI, E., FEGGOU, E., KOKKINI, S., SCOURAS, Z.G. & MAVRAGANI-TSIPIDOU, P. Insecticidal and genotoxic activities of oregano essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 1111—1115. 1998.

KOKKINI, S. & VOKOU, D. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour and Fragrance Journal*, 4: 1—7. 1989.

KOTB D F. Medicinal plants in Libya (Arab Encyclopedia House, Tripoli), 1985, 720.

KNOWLES, J. R.; ROLLER, S.; MURRAY, D. B.; NAIDU, A. S. Antimicrobial action of carvacrol at different stages of dual species biofilm development by *Staphylococcus aureus* and *Salmonella enterica* Seroval Typhimurium. *Appl. Environ. Microbiol.* 71, 797–803. 2005.

KWON HK, JEON WK, HWANG JS, LEE CG, SO JS, PARK JA. Cinnamon extract suppresses tumor progression by modulating angiogenesis and the effector function of CD8+ T cells. *Cancer Lett*; 278 (2): 174–82. 2009.

KIRON, V. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.173, p.111-133, 2012.

LAHAV, E., RA'NAN, Z. Salinity tolerance of genetically produced tilapia (*Oreochromis sp.*) hybrids. *Isr. J. Aquac.*, 49(3):160-165.1997.

LAMBERT, R.J.W., SKANDAMIS, P.N., COOTE, P.J. & NYCHAS, G.-J.E. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453—462. 2001.

LAU BH. Suppression of LDL oxidation by garlic compounds is a possible mechanism of cardiovascular health benefit. *J Nutr*; 136:765S–8S. 2006.

LAWSON L. The composition and chemistry of garlic cloves and processed garlic. In: *Garlic: the science and therapeutic application of Allium sativum L.* Baltimore, MD: Williams and Wilkins; p. 37–108. 1996.

LEACH MJ, KUMAR S. Cinnamon for diabetes mellitus. *Cochrane Library*; 1–44. 2012.

LEE, K.W., EVERTS, H., KAPPERT, H.J., FREHNER, M., LOSA, R. & BEYNEN, A.C. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44: 450—457. 2003a.

LEE, K.W., EVERTS, H., KAPPERT, H.J., YEOM, K.H. & BEYNEN, A.C. Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 12: 394—399. 2003b.

MACHADO, F. M. S.; SANTIAGO, V. R. Os benefícios do consumo de alimentos funcionais. In TORRES, E. A. F. S., e MACHADO, F. M. S., ed. lit. — *Alimentos em questão: uma abordagem técnica para as dúvidas mais comuns.* São Paulo: Ed. Ponto Crítico, pp. 35-43. 2001.

MACPHERSON LJ, GEIERSTANGER BH, VISWANATH V, BANDELL M, EID SR, HWANG S. The pungency of garlic: activation of TRPA1 and TRPV1 in response to allicin. *Curr Biol*; 15:929–34. 2005.

MAO, F.X., PIAO, X.S., LAI, C.H., LI, D.F., XING, J.J., SHI, B.L. Effects of β -glucan obtained from the Chinese herb *Astragalus membranaceus* and lipopolysaccharide challenge on performance, immunological, adrenal, and somatotropic responses of weanling pigs. *Journal of Animal Science* 83, 2775–2782. 2005.

MANOU, I.; BOUILLARD, L.; DEVLEESCHAUWER, M. J.; BAREL, A. O. Evaluation of the preservation properties of *Thymus vulgaris* essential oil in applied formulations under a challenge test. *J. Appl. Microb.* 84, 368–376. 1998.

MERRIFIELD, D. L.; DIMITROGLOU, A.; FOEY, A.; DAVIES, S. J.; BAKER, R. T. M.; BOGWALD, J.; CASTEX, M.; RINGO, E. The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids – Review. *Aquaculture*, v. 302, p. 1-18, 2010.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 3, n. 2, p. 109-122. 2006.

NAVARRETE, P.; TOLEDO, I.; MARDONES, P.; OPAZO, R.; ESPEJO, R.T.; ROMERO J. Effect of *Thymus vulgaris* essential oil on intestinal bacterial microbiota of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) and bacterial isolates. *Aquacult. Res.*, v. 41, p. 667- 678, 2012.

NILIUS B, APPENDINO G. Spices: the savory and beneficial science of pungency, in *Reviews of Physiology. Biochem Pharmacol*; 164:1–76. Springer. 2013.

PANKHURST, N.W. The endocrinology of stress in fish: An environmental perspective. *Gen. Comp. Endocrinol.*, v. 170, p. 265-275, 2011.

PEETER, E., DRIESSEN, B., GEERS, R. Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, vitamin E, and herbs on stress responses and pork quality. *Journal of Animal Science* 84, 1827–1838. 2006.

PIERSON, F.W. Laboratory Techniques for Avian Hematology. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. *Schalm's – Veterinary Hematology*, 5a ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p.1145-1146, 2000

PIRARA T, N.; PINPIMAI, K.; ENDO, M.; KATAGIRI, T.; PONPORNPIKIT, A.; CHANSUE, N.; MAITA, M. Modulation of intestinal morphology and immunity in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by *Lactobacillus rhamnosus* GG. *Res. Vet. Sci.*, v. 91, p. 92 – 97, 2011.

POPMA, T.J.; PHELPS, R.P. Status report to commercial tilapia producers on monosex fingerling productions techniques. In: AQUICULTURA BRASIL, 10. 1998, Recife. *Anais...* Recife: Associação Brasileira de Aquicultura, 1998. p.127-145.

QI, Z.; ZHANG, X.-H.; BOON, N.; BOSSIER, P. Probiotics in aquaculture of China — Current state, problems and prospect. *Aquaculture*, v. 290, p. 15-21, 2009.

RATTANACHAIKUNSOPON, P.; PHUMKHACHORN, P. Assessment of synergistic efficacy of carvacrol and cymene against *Edwardsiella ictaluri* *in vitro* and in Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Afr. J. Microbiol. Res.*, v. 4, p. 420-425, 2010.

RAWLING, M., MERRIFIELD, D., DAVIES, S. Preliminary assessment of dietary supplementation of Sangrovit® on red tilapia (*Oreochromis niloticus*) growth performance and health. *Aquaculture* 294, 118–122. 2009.

ROBERFROID, M. Prebiotics: the concept revised. *J. Nutr.* 137, 830S–837S. 2007.

ROMANA-EGUIA, M.R.R.; IKEDA, M.; BAISAO, Z.U.; TANIGUCHI, N. Genetic diversity in farmed Asian Nile and red hybrid tilapia stocks evaluated from microsatellite and mitochondrial DNA analysis. *Aquaculture*, v.236, p.131-150, 2004.

ROMBOUT, J. H. W. M., ABELLI, L., PICCHIETTI, S., SCAPIGLIATI, G., KIRON, V. Teleost intestinal immunology - Review. *Fish Shell-fish Immunol.*, v. 31, p. 616 – 626, 2011.

ROMERO, J.; FEIJÓ, C. G.; NAVARRETE, P. Antibiotics in Aquaculture – Use, Abuse and Alternatives. In: CARVALHO, E. D.; DAVID, G. S.; SILVA, R.J. Health and Environment in Aquaculture. Croatia: InTech, p. 159-199, 2012.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal: Funep, 2007. 283 p.

SHAPIRO, S.; MEIER, A.; GUGGENHEIM, B. The antimicrobial activity of essential oils and essential oil components toward oral bacteria. *J. Oral. Microbiol. Immunol.* 9, 202–208. 1994.

SHINN, A.P., WOOTTEN, R., COTE, I., SOMMERVILLE, C. Efficacy of selected oral chemotherapeutants against *Ichthyophthirius multifiliis* (Ciliophora: Ophryoglenidae) infecting rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Diseases of Aquatic Organisms* 55, 17–22. 2003.

SHOJI, Y.; NAKASHIMA, H. Nutraceuticals and delivery systems. *J. Drug. Target.* 12, 385–391. 2004.

SI, W., J. GONG, C. CHANAS, S. CUI, H. YU, C. CABALLERO, AND R. M. FRIENDSHIP. In vitro assessment of antimicrobial activity of carvacrol, thymol and cinnamaldehyde towards *Salmonella* serotype Typhimurium DT104: Effects of pig diet and emulsification in hydrocolloids. *J. Appl. Microbiol.* 101:1282–1291. 2006.

SINGH G, MAURYA S, CATALAN CA. A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food Chem Toxicol*; 45 (9): 1650–61. 2007.

SIVROPOULOU, A., PAPANIKOLAOU, E., NIKOLAOU, C., KOKKINI, S., LANARAS, T. & ARSENAKIS, M. Antimicrobial and cytotoxic activities of origanum essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 1202—1205. 1996.

SOBENIN IA, KORNEEV NV, ROMANOV IV, SHUTIKHINA IV, KUNTSEVICH GI, ROMANENKO EB. The effects of garlic powder tablets in subclinical carotid atherosclerosis. *Exp Clin Cardiol*; 20:629–38. 2014.

SU M-J, CHEN W-P, LO T-Y, WU T-S. Ionic mechanisms for the antiarrhythmic action of cinnamophilin in rat heart. *J Biomed Sci*; 6(6): 376–86. 1999.

SULERIA HA, BUTT MS, KHALID N, SULTAN S, RAZA A, ALEEM M. Garlic (*Allium sativum*): diet based therapy of 21st century—a review. *Asian Pac J Trop Dis*; 5:271–8. 2015.

THICHOPOULOU, A.; VASILOPOULOU, E. — Mediterranean diet and longevity. *British Journal of Nutrition*. 84: Suppl. 2 205S-209S. 2000.

THOMAS, J. S. Overview of Plasma Proteins. In: FELDMAN, B.F., ZINKL, I.G., JAIN, N.C. Schalm's – *Veterinary Hematology*, 5a ed., Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, p.891-898, 2000.

THOMPSON, D.P. Fungitoxic activity of essential oil components on food storage fungi. *Mycologia*, 81: 151—153. 1989.

TORT, L. Stress and immune modulation in fish. *Dev. Comp. Immunol.*, v. 35, p. 1366-1375, 2011.

TRICHET, V. V. Nutrition and immunity: an update. *Aquacult. Res.*, v. 41, p. 356-372, 2010.

TSINAS, A.C., GIANNAKOPOULOS, C.G., PAPASTERIADES, A., ALEXOPOULOS, C., MAVROMATIS, J. & KYRIAKIS, S.C. Use of *Origanum* essential oils as growth promoters in pigs, in: *Proc. 15th IPVS Congress, Birmingham*, p. 221 (abstract). 1998.

TYLER V E, BRADY L R & ROBBERS J E, *Pharmacognosy* (Lea and Febiger, Philadelphia), 1976, 171.

ULTEE, A.; SLUMP, R. A.; SMID, E. J. Antimicrobial activity of carvacrol toward *Bacillus cereus* on rice. *J. Food Protect.* 63, 620–624. 2000.

ULTEE, A.; SMID, E. J. Influence of carvacrol on growth and toxin production by *Bacillus cereus*. *Int. J. Food. Microbiol.* 64, 373–378. 2001.

VANGALAPATI M, SREE SATYA N, SURYA PRAKASH DV, AVANIGADDA S. A review on pharmacological activities and clinical effects of Cinnamon species. *Res J Pharm BiolChemSci*; 3 (1): 653–63. 2012.

VIEIRA, S.L., FREITAS, M., CONEGLIAN, J.L.B., KLEIN, A.F., SILVA, P.X., FIGUEIRO, O. Live performance of broilers fed diets supplemented with the plant extract Sangrovit® or a blend of organic and inorganic acids. *Journal of Animal Science* 85, 588–589. 2008.

VIJAYAN, M. M. & MOON, T. W. The stress response and the plasma disappearance of corticosteroid and glucose in a marine teleost, the sea raven. *Canadian Journal of Zoology*, v. 72, p. 379–386, 1994.

VINSON JA, SU X, ZUBIK L, BOSE P. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: fruits. *J Agric Food Chem*; 49:5315–21. 2001.

VOKOU, D., KOKKINI, S. & BESSIERE, J.M. Geographic variation of Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) essential oils. *Biochemical Systematics and Ecology*, 21: 287—295. 1993.

VOLPATTI, D.; CHIARA, B.; FRANCESCA, T.; MARCO, G. Growth parameters, innate immune response and resistance to *Listonella (Vibrio) anguillarum* of *Dicentrarchus labrax* fed carvacrol supplemented diets. *Aquacult. Res.*, p. 1–14, 2012.

VRIENS J, NILIUS B, VENNEKENS R. Herbal compounds and toxins modulating TRP channels. *CurrNeuropharmacol*; 6(1): 79–96. 2008.

XIONG X, WANG P, LI S, LI X, ZHANG Y, WANG J. Garlic for hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytomedicine*; 22:352–61. 2015.

XU M, YU L, DING Y, WANG Y, WANG S, PEI J. Experimental study on hypotensive effects of cinnamaldehyde in anesthetized rats. *Chin Heart J*; 18 (3):272–6. 2006.

WINDISCH, W.; SCHEDULE, K.; PLITZNER C.; KROISMAYR, A. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.*, v. 86, p.140–148, 2008.

WINDISCH, W., K. SCHEDULE, C. PLITZNER, AND A. KROISMAYR. Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.* 86:E140–E148. 2008.

WU J W, LEE M, HO C & CHANG S, *J AM Oil ChemSoc*, 59 (1982) 339.

WEI X, PANG J, ZHANG C, YU C, CHEN H, XIE B. Structure and properties of moisture-resistant konjacglucomannan films coated with shellac/stearic acid coating. *Carbohydr Polym*;118:119–25. 2015.

WANG HP, YANG J, QIN LQ, YANG XJ. Effect of garlic on blood pressure: a meta analysis. *JClinHyperten*; 17:223–31. 2015.

YANAGA A, GOTO H, NAKAGAWA T, HIKIAMI H, SHIBAHARA N, SHIMADA Y. Cinnamaldehyde induces endothelium- dependent and -independent vasorelaxant action on isolated rat aorta. *Biol Pharm Bull*; 29(12): 2415–8. 2006.

YAVUZCAN, H. Y.; PULATSU, S.; KURTOGLU, F. Baseline of haematological and serological parameters of healthy Nile tilapia. *Animal Science Papers and Reports*, v.15, p.213-217, 1997.

YUAN, S.L., PIAO, X.S., LI, D.F., KIM, S.W., LEE, H.S., GUO, P.F. Effects of dietary Astragalus polysaccharide on growth performance and immune function in weaned pigs. *Animal Science* 82, 501–507. 2006.

ZHENG, Z. L.; TAN, Y. W.; LIU, H.Y. *et al.* Evaluation of oregano essential oil (*Origanum heracleoticum* L.) on growth, antioxidant effect and resistance against *Aeromonas hydrophilain* channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Aquaculture*, v. 292 p. 214–218, 2009.