

## USO DE EXTRATOS DE PLANTAS E SUAS PROPRIEDADES PROFILÁTICAS OU TERAPÊUTICAS NA PRODUÇÃO DE PEIXES

Letícia Angélica Pereira<sup>1</sup>; Luciane Aline Weiss<sup>2</sup>; Mateus Antonio Besen<sup>2</sup>;  
Nilton Garcia Marengoni<sup>3\*</sup>

SAP 12752 Data envio: 14/04/2016 Data do aceite: 30/05/2016

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 4, out./dez., p. 373-380, 2016

**RESUMO** - Explorar os estudos em produtos naturais em pisciculturas torna-se necessário, pois o mercado está cada vez mais exigente em relação à qualidade e sustentabilidade do produto. Os piscicultores estão se adequando aos novos parâmetros do mercado como, qualidade, segurança e eliminação de poluentes, a exemplo dos antibióticos e agentes cancerígenos utilizados durante as atividades aquícolas. Esta revisão bibliográfica objetiva avaliar um conjunto de elementos e fatores dos extratos de plantas e suas propriedades profiláticas ou terapêuticas para algumas enfermidades em piscicultura com a finalidade de proporcionar avanços científicos e tecnológicos para o setor. Os extratos de plantas, a exemplo do óleo essencial de alho, estão sendo muito estudados, por conterem propriedades profiláticas ou terapêuticas para algumas enfermidades em piscicultura.

**Palavras-chave:** *Allium sativum*, antimicrobiana, aquicultura, herbal, óleo essencial.

### USE OF PLANT EXTRACTS AND THEIR PROPHYLACTIC OR THERAPEUTIC PROPERTIES IN THE FISH PRODUCTION

**ABSTRACT** - Explore the studies on natural products in fish farms becomes necessary because the market is increasingly demanding about the quality and sustainability of the product. The fish farmers are adapting to the new market parameters as quality, safety and disposal of pollutants, such as antibiotics and carcinogens used for aquaculture activities. This literature review aims to evaluate a number of plant extracts and their prophylactic or therapeutic properties for some diseases in fish farming with the aim providing scientific and technological advances for the sector. Plant extracts, such as the garlic essential oil, are widely studied because they contain prophylactic or therapeutic properties for some diseases in fish farming.

**Key words:** *Allium sativum*, antimicrobial, aquaculture, herbal, essential oil.

### INTRODUÇÃO

O aumento mundial da produção de peixes de água doce nos últimos anos (FAO, 2014) suscita a implantação de novas tecnologias de manejo, nutrição e reprodução na piscicultura. A eficiência reprodutiva de diferentes espécies de peixes é dependente de diversos fatores que atuam em conjunto para que a reprodução seja efetiva e produza um grande número de larvas sadias. Dentre estes fatores estão o cuidado com o manejo e manutenção dos reprodutores no período pré-reprodução até cuidados relacionados com os ovos pós-fertilização (ANDRADE et al., 2015).

A incubação artificial de ovos de peixes torna-se indispensável em pisciculturas comerciais, pois proporciona uma maior quantidade de alevinos. Esta técnica reprodutiva permite que os ovos fiquem protegidos e independe de condições climáticas, já que a temperatura pode ser controlada. Segundo El Sayed (2006) o bom funcionamento da tecnologia de incubação de ovos gera sustentabilidade de produção de alevinos, pois, como

descreveram Bobe e Labbé (2010), proporciona melhor qualidade do ovo, além de aumentar a capacidade de eclosão. Neste contexto, pode-se afirmar que a incubação de ovos aumenta a taxa de sobrevivência em relação às condições naturais.

As técnicas de incubação e produção de larvas e alevinos visam uma produção maior e uma taxa de sobrevivência superior de peixes e alevinos (PAVANELLI et al., 2008; NOGA, 2010). De acordo com Woynarovich e Horváth (1983), de 20 a 70% dos ovos produzidos têm possibilidade de se transformarem em alevinos, enquanto que na natureza esta taxa, geralmente, é inferior a 1% (ANDRADE et al., 2015).

Na maioria das espécies de peixes um dos principais gargalos é a produção estável de juvenis de alta qualidade, sendo os principais sintomas observados: o baixo crescimento, alta mortalidade e malformação (VADSTEIN et al., 2004). Diversos fatores podem estar relacionados com estes sintomas, como a qualidade dos gametas, nutrição inadequada dos reprodutores, condições

<sup>1</sup>Mestra em Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. E-mail: [ltc.pereira@hotmail.com](mailto:ltc.pereira@hotmail.com)

<sup>2</sup>Mestrando(a) do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, UNIOESTE. E-mail: [luci.weiss@yahoo.com.br](mailto:luci.weiss@yahoo.com.br), [mateus.besen@hotmail.com](mailto:mateus.besen@hotmail.com)

<sup>3</sup>Professor PhD in Fisheries Science, UNIOESTE. E-mail: [nmarengoni@hotmail.com](mailto:nmarengoni@hotmail.com) \*Autor para correspondência

físico-químicas da água desfavoráveis e interações peixe-microrganismo prejudiciais (GHIRALDELLI et al., 2007), como por exemplo, o fungo *Saprolegnia* sp. em ovos de peixes. Neste contexto, é importante manter as condições físico-químicas da água constantes e em conformidade com o desenvolvimento embrionário de cada espécie e realizar o manejo profilático da água com produtos a fim de controlar os microrganismos nocivos.

O sucesso dessa tecnologia depende de boas práticas de manejo, como, o monitoramento dos parâmetros da água de incubação e a eliminação dos agentes patogênicos. Algumas espécies de bactérias, fungos e componentes do zooplâncton quando presentes no meio de cultivo podem ocasionar grandes perdas na produção (ZANIBONI-FILHO, 2000).

O formaldeído, verde de malaquita, permanganato de potássio, peróxido de hidrogênio, ácido acético e iodo providente são alguns dos produtos utilizados para o tratamento da água de incubação (FUANGSAWAT et al., 2011). Estes produtos químicos podem ser prejudiciais, tanto para o meio ambiente, quanto para o consumidor, pois podem deixar resíduos na água e no peixe (CELADA et al., 2006).

Neste contexto, os extratos de plantas estão sendo muito estudados, por conterem propriedades capazes de prevenir e curar algumas enfermidades na piscicultura (TAVECHIO et al., 2009). Algumas plantas possuem princípios ativos com propriedades antimicrobianas, imunostimulantes e nutricionais e estão sendo utilizadas na aquicultura (CITARASU, 2010). Produtos derivados de plantas parecem representar uma promissora fonte de moléculas bioativas, sendo ao mesmo tempo, prontamente disponíveis, econômicos e biocompatíveis (BULFON et al., 2015).

Dessa forma, os extratos de plantas estão sendo utilizados como alternativa para substituição aos produtos químicos. As plantas contêm vários princípios ativos como compostos fenólicos, polifenóis, alcalóides, quinona, terpenóides, lectina e polipeptídeos que atuam como antimicrobianos e na melhora do sistema imune (HARIKRISHNAN et al., 2011). Dentre as plantas que contêm estas propriedades estão o alecrim, alho, canela, cominho, cravo, gengibre, orégano, pimenta vermelha e tomilho (BURT, 2004; CEYLAN; FUNG, 2004; BUTOLO, 2005).

O alho (*Allium sativum*) pertencente à família Liliácea, é uma planta bulbosa perene, originária da Ásia Central e Ocidental. Esta hortaliça tem sido experimentada e utilizada na aquicultura por promover o crescimento, estimular o apetite e conter propriedades imunostimulantes, antibacterianas e antifúngicas (SHALABY et al., 2006; SYAHIDAH et al., 2015). Dentre as plantas medicinais, o alho se destaca por possuir algumas propriedades antimicrobianas que são devidas aos compostos biologicamente ativos, sulfurados e bioflavonóides presentes na parte bulbônica, como, principais, a alicina e o ajoeno (LEE; GAO, 2012). Estes compostos possuem ação antiviral, antifúngica e antibacteriana (SANTHOSHA et al., 2013).

As pesquisas realizadas com a utilização do óleo essencial de alho em peixes produziram bons resultados, porém faltam estudos mais abrangentes da utilização desse produto e, também, com relação à fase de vida do peixe e da espécie a ser estudada. São necessários estudos que avaliem a utilização de compostos naturais em especial do alho, visando uma melhora na eficiência dos processos reprodutivos e que contribuam para redução de danos ao ambiente e consequentemente reduzem os custos de produção (PEREIRA, 2015). Neste contexto, esta revisão bibliográfica objetiva avaliar um conjunto de elementos e fatores dos extratos ou óleo essencial de plantas e suas propriedades profiláticas ou terapêuticas para algumas enfermidades em piscicultura, com a finalidade de proporcionar avanços científicos e tecnológicos para o setor.

## DESENVOLVIMENTO

### Microrganismos prejudiciais durante a incubação artificial de ovos de peixes

Um dos entraves da incubação artificial são os microrganismos nocivos presentes no meio de cultivo. Utiliza-se para eliminação dos agentes patogênicos, produtos químicos como, verde de malaquita, formalina, peróxido de hidrogênio, permanganato de potássio e iodo. Porém, sabe-se que a utilização de agentes químicos na água pode contaminar os ambientes aquáticos e ter efeitos acumulativo e carcinogênico (CELADA et al., 2006).

Os ovos de peixe apresentam uma membrana gelatinosa envolvente que os protegem de choques mecânicos, ataque de predadores e parasitas (BALDISSEROTTO; NETO, 2013). Os ovos podem ainda ser atacados por bactérias, fungos e componentes do zooplâncton (ZANIBONI-FILHO, 2000).

A principal preocupação dos piscicultores é a Saprolegnirose, infecção causada por oomicetos, normalmente presentes nas unidades de cultivo, tornando-se uma ameaça para o desenvolvimento dos ovos. Estes oomicetos pertencem à classe dos Ficomycetos, família Saprolegniaceae, destacando-se os gêneros *Saprolegnia*, *Achlya* e *Dictyuchus*, conhecido como mofo aquático. O fungo ataca primeiramente os ovos mortos formando hifas que crescem e prendem os ovos viáveis, causando a sua morte (PAVANELLI et al., 2008). A infecção por fungos pode causar grandes perdas na produção, pois os ovos infectados contaminam rapidamente os ovos saudáveis (ABDEL-HADI et al., 2008).

A proliferação de colônias de bactérias pode atacar a membrana dos ovos. Essa proliferação ocorre quando há uma alta concentração de matéria orgânica na água, que serve de substrato para as bactérias (PAVANELLI et al., 2008). As perdas de ovos por doenças virais podem ocorrer quando os pais forem portadores assintomáticos de alguma doença estando aparentemente sadios (BRANDÃO, 2004).

### Produtos utilizados em incubadoras de ovos de peixes

A utilização de produtos na água de incubação tem como finalidade eliminar microrganismos que afetam a qualidade do ovo ou causam a sua morte. Normalmente,

são utilizados os seguintes produtos químicos na água: verde de malaquita, formalina, peróxido de hidrogênio, permanganato de potássio, ácido acético e iodo povidine (FUANGSAWAT et al., 2011).

A utilização de produtos nas incubadoras de ovos de peixes apresenta, principalmente, ação fungicida. De acordo com Rach et al. (1997), a incubação artificial de ovos de peixes é dependente de produtos químicos, para o controle de doenças fúngicas, destacando-se o formol, como um dos produtos mais utilizados. É comprovada a eficiência da formalina em combater, *in vitro*, o fungo *Saprolegnia* spp. em ovos de peixes (AKPOILIH; ADEBAYO, 2010; CÔRREA et al., 2013).

O cloro também é utilizado para desinfetar a água da incubação, porém, antes de utilizar a água tratada com o cloro, esta deve ser exposta ao sol por 24 horas para que o cloro evapore totalmente. Este cuidado é necessário, devido ao cloro ter efeito carcinogênico e possuir alto poder corrosivo (BRANDÃO, 2004).

Os antibióticos são atualmente foco de maior atenção dos órgãos fiscalizadores em pisciculturas, por causarem resistência bacteriana, deixarem resíduos nos alimentos e preocupação com a saúde pública (CHAKRABORTY; HANCZ, 2011). As principais críticas em torno dos produtos terapêuticos são a presença de resíduos na água, sedimento e pescado, toxicidade em organismos não alvos como plantas, crustáceos e até peixes selvagens, potencial carcinogênico para manipuladores e consumidores, e resistência bacteriana (SAPKOTA et al., 2008; RICO et al., 2013; RICO; BRINK, 2014).

Diversos pesquisadores têm sido estimulados a encontrar soluções para os problemas sanitários atuais da aquicultura (PEREIRA, 2015). Algumas das estratégias para o controle e prevenção de doenças em peixes buscam o desenvolvimento de produtos profiláticos como dietas imunostimulantes (SKALLI et al., 2013), sendo que, vários fitoterápicos têm mostrado resultados promissores na profilaxia de doenças e melhora de resposta imunológica, enquanto que os produtos químicos utilizados contra patógenos apresentam eficácia duvidosa e difícil tratamento (CARUANA et al., 2012).

#### Atividade antimicrobiana dos produtos naturais

Todas as plantas produzem metabólitos primários, que são compostos essenciais para o seu metabolismo, porém, somente algumas produzem os metabólitos secundários, estes irão compor os princípios ativos das plantas (HASHEMI; DAVOODI, 2011).

Segundo Santos et al. (2009) os extratos de plantas são bastante utilizados em dietas de peixes, sendo que sua eficácia irá depender das diferentes formas de ação no organismo dos espécimes, das concentrações, dos princípios ativos e quantidades adicionadas às rações. Os princípios ativos das plantas podem ter propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias, antioxidante (SANTHOSHA et al., 2013), imunostimulante e antimicrobiana (CARVALHO, 2004).

Alguns princípios ativos de plantas estão apresentados na Tabela 1. Segundo Reverter et al. (2014) e

Wendler (2006) as saponinas, taninos, flavonóides, mucilagens, glucosídeos, alcalóides, compostos fenólicos e polifenólicos, quinonas, flavonas, cumarinas, substâncias sulfurosas, terpenos, sesquiterpenos e diterpenos, triterpenos e esteróides, e óleos essenciais, entre outros são exemplos de princípios ativos com propriedades antimicrobianas.

#### Atividade antimicrobiana dos produtos naturais em peixes

Produtos derivados de plantas parecem representar uma promissora fonte de moléculas bioativas, sendo ao mesmo tempo prontamente disponível, econômico e biocompatível. Pesquisas com extratos de plantas adicionados à ração para peixes têm mostrado inúmeros benefícios como, estimulante da digestão, alteração da microbiota intestinal, melhora na absorção dos nutrientes, antioxidantes, imunostimulantes e antimicrobianos (WU et al., 2007; ALY; MOHAMED, 2010). Alguns exemplos de plantas com propriedades antimicrobianas e imunostimulantes estão descritos na Tabela 2.

A utilização de produtos naturais em peixes é uma prática bastante antiga, principalmente nos países asiáticos. Atualmente os chineses cultivam plantas para manter o comércio de produtos naturais para peixes (INOUE et al., 2010).

Os produtos naturais antimicrobianos utilizados para peixes têm ação profilática e terapêutica, podendo ser adicionados à dieta, utilizados para aplicação em tanques, via oral, banho, spray ou injeção (BOJINK et al., 2010). Segundo Santos et al. (2009), a eficácia da utilização dos extratos de plantas em dietas de peixes irá depender das diferentes formas de ação no organismo animal, das concentrações, dos princípios ativos e quantidade adicionadas às rações.

#### Produtos naturais utilizados em ovos de peixes

Os trabalhos com produtos naturais em ovos de peixes constam de experimentos *in vitro* e *in vivo*, porém, ainda são escassos. Caruana et al. (2012) obtiveram resultados satisfatórios ao testarem *in vitro* o efeito de cinco extratos de plantas sobre ovos de tilápia do Nilo contaminados com o fungo causador da saprolegnirose. Foram encontradas significativas inibições do crescimento do fungo *Saprolegnia australis* com os extratos de *Rumex obtusifolius* (língua de vaca), *Sophora flavescens* (sophora), *Echinacea angustifolia* (echinacea) e *Zingiber officinale* (gengibre).

Com experimento *in vivo*, utilizando a combinação de quatro óleos essenciais, *Thymus vulgaris* (tomilho), *Salvia officinalis* (sálvia), *Eucalyptus globulus* (eucalipto) e *Mentha piperita* (hortelã-pimenta), Mousavi et al. (2009) conseguiram resultados satisfatórios para a redução da porcentagem de ovos de truta-arco-íris infectados com fungo *Saprolegnia* sp. Em seu trabalho, Abdel-Hadi et al. (2008) comprovaram a eficácia e determinaram a dose letal do extrato de alho em ovos de carpa comum contaminados pelo fungo *Saprolegnia* sp.

**TABELA 1.** Princípios ativos de plantas e suas propriedades biológicas.

Espécie	Princípio ativo	Propriedades
<i>Curcuma longa</i> (açafrão da Índia)	Curcumina	Antioxidante, anti-inflamatório e antifúngico
<i>Rosmarinus officinalis</i> (alecrim)	Cineol, rosmarinol, rosmaricina, timol	Antibacteriano e antioxidante
<i>Allium sativum</i> (alho)	Alicina, ajoeno	Antisséptico e antibacteriano
<i>Peumus boldus</i> (boldo do Chile)	Boldina, eucaliptol, ascaridol, pneumosídeo, cinaldeído	Antioxidante
<i>Cinnamomum</i> spp. (canela)	Eugenol, linalol	Antibacteriano e antioxidante
<i>Cuminum cyminum</i> (cominho)	Cuminaldeído, $\gamma$ -terpine	Antibacteriano
<i>Syzygium</i> spp. (cravo)	Eugenol	Antibacteriano e Antifúngico
<i>Zingiber officinale</i> (gengibre)	Cingerol	Antibacteriano
<i>Laurus nobilis</i> (louro)	Cineol	Antisséptico
<i>Origanum</i> spp. (orégano)	Carvacrol, timol, caryone, $\gamma$ -terpine, p-cimene	Antifúngico
<i>Capsicum</i> spp. (pimenta vermelha/preta)	Capsaicina, piperina	Anti-inflamatório e antibacteriano
<i>Thymus</i> spp. (tomilho)	Timol, carvacrol, p-cimene, geraniol	Antibacteriano, antifúngico e antioxidante
<i>Salvia</i> spp. (sálvia)	Cineol, pineno, salviol	Antibacteriano, antifúngico e antioxidante
<i>Vitis vinifera</i> (semente de uva)	Antocianinas, flavanas, catequina, epicatequina	Antioxidante, antibacteriano, antiviral e anti-inflamatório

Fonte: Adaptado de Burt (2004); Ceylan e Fung (2004) e Butolo (2005).

**TABELA 2.** Propriedades antimicrobianas, antiparasitárias e imunostimulantes de diferentes espécies vegetais em relação às espécies de peixes.

Extrato vegetal	Efeito	Espécie	Referência
<i>Allium sativum</i> (alho)	Imunostimulante	<i>Oreochromis niloticus</i>	Ndong e Fall (2011)
	Imunostimulante	<i>Oreochromis niloticus</i>	Aly et al. (2010)
	Imunostimulante	<i>Huso huso</i>	Nobahar et al. (2014)
	Imunostimulante	<i>Clarias gariepinus</i>	Nwabueze (2012)
	Imunostimulante	<i>Oreochromis niloticus</i>	Diab et al. (2008)
	Antifúngico	<i>Cyprinus carpio</i> <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Abdel-Habi et al (2008)
	Antiparasitário	<i>Onchorinchus mykiss</i>	Nya et al. (2010)
	Antiparasitário	<i>Lates calcarifer</i>	Militz et al. (2013)
<i>Andrographis paniculate</i> (kirata)	Imunostimulante	<i>Cyprinus carpio</i>	Wu et al. (2007)
<i>Psidium guajava</i> (goiaba)	Imunostimulante	<i>Cyprinus carpio</i>	Chansue et al. (2007)
<i>Magnifera indica</i> (manga)	Imunostimulante	<i>Labeorohita</i>	Sahu et al. (2007)
<i>Terminalia catappa</i> (amendoeira da praia)	Antiparasitário	<i>Oreochromis niloticus</i>	Chitmanat et al. (2005)
<i>Achyranthes aspera</i> (carrapicho)	Antibacteriano	<i>Labeo rohita</i>	Vasudeva et al. (2006)
<i>Aloe vera</i> (babosa)	Antibacteriano	<i>Sebastes schlegeli</i>	Kim et al. (1999)

Fonte: Adaptado de Bojink (2010).

Pereira (2015) avaliou o efeito da utilização do óleo essencial de alho (*Allium sativum*) como um produto natural, sobre as taxas de fertilidade e eclosão de ovos e normalidade das larvas de jundiá, *Rhandia quelen*, incubados artificialmente. As concentrações de 10 e 20 mg L<sup>-1</sup> de óleo essencial de alho causaram a morte total dos ovos nas primeiras 10 horas após a introdução nas incubadoras. Observou-se que houve degradação dos ovos nestes tratamentos, demonstrando que o óleo de alho nessas dosagens foi tóxico para os ovos de jundiá.

Abdel-Hadi et al. (2008) e Mousavi et al. (2009) obtiveram, respectivamente, melhores taxas de fertilização que Pereira (2015) com a utilização de menores doses de extrato de alho (0,5 g L<sup>-1</sup>) em incubadoras de ovos de carpa prateada (*Hypophthalmichthys molitrix*) e maiores taxas de eclosão de ovos (70%) com a menor concentração de óleos essenciais (10 mg L<sup>-1</sup>), em incubadoras de ovos de truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*).

Apesar da ampla margem de segurança da utilização dos extratos de plantas medicinais, há também

relatos escassos sobre os seus impactos negativos em piscicultura (SYAHIDAH et al., 2015). Alguns produtos podem causar injúrias sobre as membranas dos ovos embrionados (BROOKS et al., 1997). Os óleos essenciais concentram muitos produtos metabolizados pela planta, e podem apresentar toxicidade (CORRÊA; SALGADO, 2011). No óleo essencial de alho, os componentes que apresentam maior toxicidade são dissulfeto de dialila e trissulfeto de dialila (ZHAO et al., 2013).

### O alho (*Allium sativum* L.)

O alho (*Allium sativum*) é uma planta perene pertencente à família Liliacea, conhecido como agente medicinal terapêutico e profilático muito potente, utilizado em muitas culturas. Os componentes fitoterápicos do alho estão localizados no bulbo, este é constituído pelo conjunto de bulbilhos que se formam pelo desenvolvimento das gemas do caule, sendo recobertos por folhas escamiformes (Figura 1). Esta planta herbácea pode chegar a 60 cm de altura (BANERJEE; MAULIK, 2002).



FIGURA 1 - Aspecto geral da planta (*Allium sativum*). Fonte: www.iccs.edu.

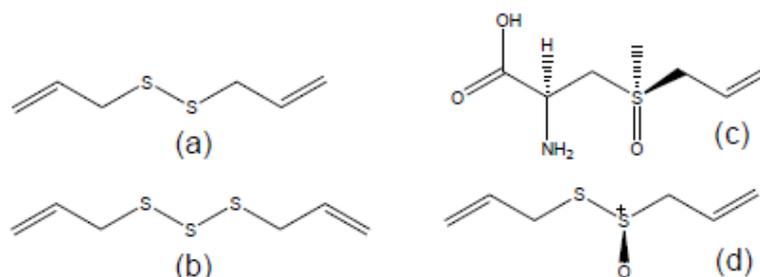
A utilização do alho na dieta e na medicina tem sido preservada durante séculos devido a seus compostos organosulfurados e bioflavonóides que atuam contra parasitas e na prevenção e cura de doenças (LEE; GAO, 2012), sendo a alicina e o ajoeno os principais produtos derivados dos compostos sulfurados voláteis (SANTHOSHA et al., 2013).

Devido às suas potentes propriedades medicinais, o alho vem sendo indicado em pisciculturas de diversos países para diferentes espécies de peixes (EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2009). Essas propriedades são comprovadas por pesquisas que têm demonstrado a eficácia do alho como imunostimulantes e na eliminação dos principais microrganismos de peixes de água doce (LEE; GAO, 2012), como exemplo, *Trichodina* sp. em alevinos de tilápias (CHITMANAT et al., 2005), *Aeromonas hydrophila* em alevinos de truta arco-íris (NYA et al., 2010) e melhora na taxa de sobrevivência em tilápia do Nilo (ALY; MOHAMED, 2010).

O óleo essencial do alho é proveniente dos bulbos da hortaliça, com rendimento de 0,1 a 0,2%. É composto de substâncias voláteis naturais e lipofílicas, sendo a técnica de arraste a vapor, a mais utilizada para obtenção deste óleo. Santos et al. (2004) e Liu et al. (2005) ao analisarem a composição química do óleo essencial de alho, encontraram como principais componentes o dissulfeto de dialila (38,6%), trissulfeto de dialila (30,8%) e sulfeto de dialila (10,0%).

A alicina é um composto bioativo, instável, com odor forte característico, possui ação antiviral, antifúngica e antibacteriana. É produzida com a trituração dos bulbilhos, que provoca a transformação da aliina, através da ação da enzima alinase, em alicina (CARVALHO, 2004). A Figura 2 apresenta os principais constituintes químicos sulfurados do alho (OLIVEIRA et al., 2014).

Além dos compostos sulfurados, o alho apresenta em sua composição química, proteínas, minerais, vitaminas (Tabela 3) e óleo essencial.



**FIGURA 2** - Principais constituintes químicos do alho: (a) dissulfeto de dialila, (b) trissulfeto de dialila, (c) aliina (dialiltiosulfonato) e (d) alicina.

**TABELA 3.** Composição centesimal do alho *in natura*.

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Energia (kcal)	113,00	Manganês (mg)	21,00
Proteína (g)	7,00	Sódio (mg)	5,00
Lipídeos (g)	0,12	Potássio (mg)	535,00
Cálcio (mg)	14,00	Cobre (mg)	0,15
Magnésio (mg)	21,00	Zinco (mg)	0,80
Fósforo (mg)	149,00	Tiamina (µg)	0,18
Ferro (mg)	0,80	Piridoxina (µg)	0,44

Fonte: Adaptado de UNICAMP (2011).

Na aquicultura, o alho promove o crescimento, estimula o apetite, melhora o sistema imune, reforça o controle de bactérias e fungos nos animais (SHALABY et al., 2006). Pesquisas têm utilizado o alho para eliminar as principais bactérias em peixes de água doce (LEE; GAO, 2012), e a sua utilização vem sendo indicada em pisciculturas de diversos países para diferentes espécies de peixes (INOUE et al., 2010; PEREIRA, 2015).

Chitmanat et al. (2005) concluíram, por meio de ensaios de laboratório, que o extrato de alho pode ser utilizado como uma alternativa aos produtos químicos para controlar *Trichodina* sp. em alevinos de tilápias. A alicina aumentou a atividade fagocítica e preveniu doenças causadas por *Aeromonas hydrophilaem* em alevinos de truta arco-íris (NYA et al., 2010). Dietas suplementadas com alho e equinácea (*Echinacea purpurea*) para tilápia, melhoraram a taxa de sobrevivência e a resistência, apresentando efeito prolongado dos produtos (ALY; MOHAMED, 2010). O alho preveniu infestação por *Neobenedenia* sp. em *Lates calcarifer* (MILITZ et al., 2013).

Segundo Lu et al. (2012), estudos com produtos naturais em pisciculturas tornam-se necessários, pois o mercado está cada vez mais exigente em relação à qualidade e sustentabilidade do produto, com isso, os piscicultores estão tendo que se adequar aos novos parâmetros do mercado como, qualidade, segurança, eliminação de poluentes, concomitantes, antibióticos e agentes cancerígenos durante as atividades aquícolas. Consequentemente, os piscicultores devem se adequar a essa tendência, buscando reduzir a utilização de produtos químicos e antimicrobianos que podem prejudicar o meio ambiente e comprometer a saúde e segurança alimentar.

O óleo essencial de alho (*Allium sativum*) pode ser uma alternativa a ser utilizada na aquicultura, como um fitoterápico em substituição aos produtos químicos, promotor da qualidade dos ambientes de reprodução artificial. Este produto pode ser factível, economicamente viável e ambientalmente correto para a piscicultura, contribuindo com a sustentabilidade.

Neste contexto, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas a fim de definir as dosagens e os possíveis efeitos tóxicos do óleo essencial de alho nos ovos, larvas e peixes, para que haja uma maior eficiência dos processos reprodutivos, garantindo melhores taxas de fertilização e eclosão dos ovos e também, contribua para redução de danos ao ambiente e custos de produção de alevinos e peixes.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de produtos químicos em pisciculturas é prejudicial, tanto para o meio ambiente, quanto para os animais, porém, estes são frequentemente utilizados nas produções aquícolas. Alguns estudos objetivaram avaliar o óleo essencial de alho, nas incubadoras artificiais de ovos de peixes. O óleo essencial de alho tem sido escolhido por possuir propriedades antimicrobianas, já que, um dos problemas que afetam o aumento da produção de alevinos são os microrganismos presentes no meio de cultivo na incubação artificial de ovos.

Na aquicultura o alho promove o crescimento, estimula o apetite, melhora o sistema imune, reforça o controle de bactérias e fungos nos peixes. Pesquisas têm demonstrado que o alho pode eliminar as principais bactérias em peixes de água doce, sendo indicado em pisciculturas de diversos países para diferentes espécies de peixes.

Resultados foram satisfatórios ao testarem *in vitro* o efeito inibitório de cinco extratos de plantas sobre ovos de tilápia do Nilo contaminados com o fungo causador da saprolegnose. Porém, os estudos com a aplicação de extratos naturais para o tratamento de ovos e larvas de peixes em sistemas intensivos de reprodução são escassos. As pesquisas realizadas com a utilização do alho em peixes produziram bons resultados, porém faltam estudos mais abrangentes da utilização do extrato de alho e, também, com relação à fase de vida do peixe e da espécie a ser estudada.

É necessária a substituição de produtos químicos por naturais em estações de reprodução de peixes, desta forma, a difusão de pesquisas nesta área irá definir qual o melhor produto a ser utilizado. Os produtos naturais são factíveis, economicamente viáveis e ambientalmente corretos para a piscicultura, contribuindo com a sustentabilidade, por diminuir a utilização de produtos químicos.

#### AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa e ao Grupo de Estudos em Tilapicultura (GET) pelo suporte durante os projetos de pesquisa desenvolvidos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-HADI, Y.M.; SALEH, O.A.; AKAR, A.M. Study on the use of *Artemisia cina* L. (wormseed plants) and *Allium sativum* (garlic) in the control of Saprolegniosis in egg of *Cyprinus carpio* (common carp) and *Hypophthalmichthys molitrix* (silver carp). In: MALAYSIAN SYMPOSIUM ON MICROBIOLOGY (MSM), 30., 2008, Kuantan, **Anais...** Kuantan, Malaysia, 2008, p.571-573.
- AKPOILIH, B.U.; ADEBAYO, O.T. Effect of formalina on the hatching rate of eggs and survival of larvae of the African catfish (*Clarias gariepinus*). **Journal of Applied Science and Environmental Management**, v.14, n.4, p.31-34, 2010.
- ALY, S.M.; MOHAMED, M.F. *Echinacea purpurea* and *Allium sativum* as immunostimulants in fish culture using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **The Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.94, n.5, p.31-39, 2010.
- ANDRADE, E.S.; ANDRADE, E.A.; FELIZARDO, V.O.; PAULA, A.J.; VERAS, G.C.; MURGAS, L.D.S. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.39, n.1, p.195-201, 2015.
- BALDISSEROTTO, B.; NETO, J.R. Jundiá (*Rhamdia* sp.). Reprodução e larvicultura. In: BALDISSEROTTO, B.; GOMES, L.C. (Eds). **Espécies nativas para piscicultura no Brasil**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2013. p.305-306.
- BANERJEE, S.K.; MAULIK, S. Effect of garlic on cardiovascular disorders: a review. **Nutrition Journal**, v.1, n.4, p.1-14, 2002.
- BOBE, J.; LABBÉ, C. Egg and sperm quality in fish. **General and Comparative Endocrinology**, v.165, n.3, p.535-548, 2010.
- BOIJINK, C.L.; INOUE, L.A.A.K.; CHAGAS, E.; CHAVES, F.C.M. Plantas medicinais como imunostimulantes para peixes. In: SIMPÓSIO SOBRE INOVAÇÃO E CRIATIVIDADE CIENTÍFICA NA EMBRAPA, 2., 2010, Manaus. **Anais...** Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2010.
- BRANDÃO, D.A. Profilaxia e doenças. In: BALDISSEROTTO, B.; NETO, J.R. (Eds). **Criação de jundiá**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2004. p.164-167.
- BROOKS, S.; TYLER, C.R.; SUMPTER, J.P. Egg quality in fish: what makes a good egg? **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.7, n.4, p.387-416, 1997.
- BULFON, C.; VOLPATTI, D.; GALEOTTI, M. Current research on the use of plant-derived products in farmed fish. **Aquaculture Research**, v.46, n.3, p.513-551, 2015.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.94, n.4, p.223-253, 2004.
- BUTOLO, J.E. Alimentos funcionais. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE DE PEIXES, 1., 2005, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 2005. p.1-13.
- CARUANA, S.; YOON, G.H.; FREEMAN, M.A.; MACKIE, J.A.; SHINN, A.P. The efficacy of selected plant extracts and bioflavonoids in controlling infections of *Saprolegnia australis* (Saprolegniales; Oomycetes). **Aquaculture**, v.358-359, p.146-154, 2012.
- CARVALHO, J.C.T. Constituintes de plantas com atividade anti-inflamatória. In: **Fitoterápicos anti-inflamatórios: aspectos químicos, farmacológicos e aplicações terapêuticas**. Ribeirão Preto: Tecmedd, 2004. cap.5, p.68-75.
- CELADA, J.D.; MELENDRE, P.M.; CARRAL, J.M.; SÁEZ-ROYUELA, M.; AGUILERA, A. Effectiveness of antifungal treatments during artificial incubation of the signal crayfish eggs (*Pacifastacus leniusculus* Dana, Astacidae). **Aquaculture**, v.257, n.1-4, p.257-265, 2006.
- CEYLAN, E.; FUNG, D.Y.C. Antimicrobial activity of spices. **Journal of Rapid Methods and Automation in Microbiology**, v.12, n.1, p.1-55, 2004.
- CHANSUE, N. Antimicrobial effects of guava leaf (*Psidium guajava*) extract against *Aeromonas hydrophila* in fancy carp (*Cyprinus carpio*). **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v.29, n.1, p.69, 2007.
- CHAKRABORTY, S.B.; HANCZ, C. Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. **Reviews in Aquaculture**, v.3, n.3, p.103-119, 2011.
- CHITMANAT, C.; TONGDONMUAN, K.; NUNSONG, W. The use of crude extracts from traditional medicinal plants to eliminate *Trichodina* sp. in tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v.27, n.(Suppl.1), p.359-364, 2005.
- CITARASU, T. Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. **Aquaculture International**, v.18, n.3, p.403-414, 2010.
- CÔRREA, B.F.; STOHL, F.E.; ROBALDO, R.B.; PEREIRA, D.I.B. Efeito *in vitro* de químicos no crescimento micelial de *Saprolegnia* spp. **Ciência Rural**, v.43, n.6, p.1021-1024, 2013.
- CORRÊA, J.C.R.; SALGADO, H.R.N. Atividades inseticidas das plantas e aplicações: revisão. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.13, n.4, p.500-506, 2011.
- DIAB, A.S.; ALY, S.M.; JOHN, G.; ABDE-HADI, Y.; MOHAMMED, M.F. Effect of garlic, blackseed and Biogen as immunostimulants on the growth and survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae), and their response to artificial infection with *Pseudomonas fluorescens*. **African Journal of Aquatic Science**, v.33, n.1, p.63-68, 2008.
- EL-SAYED, A.F.M. **Tilapia culture**. Oxfordshire: CABI Publishing, Wallingford, 2006. 277p.
- EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **Plantas medicinais na prevenção e tratamento de doenças na piscicultura**. Click News 2009. Amazônia: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009. (Biblioteca(s): Embrapa Amazônia Ocidental). Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca?b=pc&id=853254&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BOIJINK,%20C.%20de%20L.%22&qFacets=autoria:%22BOIJINK,%20C.%20de%20L.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 05 abr. 2016.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. The State of World fisheries and aquaculture 2014. Rome: FAO, 2014. **Fisheries and Aquaculture Department**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/statistics>>. Acesso em: 10 fev. 2016.
- FUANGSAWAT, W.; ABKING, N.; LAWHAVINIT, O.A. Sensitivity comparison of pathogenic aquatic fungal hyphae to sodium chloride, hydrogen peroxide, acetic acid and povidone iodine. **Kasetsart Journal of Natural Science**, v.45, n.1, p.84-89, 2011.
- GHIRALDELLI, L.; MACHADO, C.; FRACALLOSSI, D.M.; ZANIBONI-FILHO, E. Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região sul do Brasil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.29, n.4, p.349-356, 2007.
- HARIKRISHNAN, R.; BALASUNDARAM, C.; HEO, M.S. Impact of plant products on innate and adaptive immune system of cultured finfish and shellfish. **Aquaculture**, v.317, n.1-4, p.1-15, 2011.
- HASHEMI, S.R.; DAVOODI, H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. **Veterinary Research Communications**, v.35, n.2, p.169-180, 2011.

- INOUE, L.A.K.A.; BOIJINK, C.L.; CHAVES, F.C.M. **Plantas medicinais são avaliadas no tratamento de doenças de peixes.** EMBRAPA, 2010. Disponível em: <www.cpa.embrapa.br/.../Plantas%20medicinais%20sao%20avaliadas%20>. Acesso em: 23 abr. 2015.
- KIM, K.H.; HWANG, Y.J.; BAI, S.C. Resistance to *Vibrio alginolyticus* in juvenile rockfish (*Sebastes schlegelii*) fed diets containing different doses of aloe. **Aquaculture**, v.180, n.1-2, p.13-21, 1999.
- LEE, J.Y.; GAO, Y. Review of the application of garlic, *Allium sativum*, in aquaculture. **Journal of the World Aquaculture Society**, v.43, n.4, p.447-458, 2012.
- LIU, C.T.; HSE, H.; LIL, C.K.; CHEN, P.S.; SHEEN, L.Y. Effects of garlic oil and diallyltrisulfide on glycemic control in diabetic rats. **European Journal of Pharmacology**, v.516, n.2, p.165-173, 2005.
- LU, C.; LUO, X.; LUO, R.; CHEN, X.; XING, L.; TANG, Z.; LI, H. Assessment of antibacterial properties and the active ingredient of plant extracts and its effect on the performance of crucian carp (*Carassius auratus gibelio* var. *E'erqisi*, Bloch). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.93, n.4, p.902-909, 2012.
- MILITZ, T.A.; SOUTHGATE, P.C.; CARTON, A.G.; HUTSON, K.S. Dietary supplementation of garlic (*Allium sativum*) to prevent monogenean infection in aquaculture. **Aquaculture**, v. 408-409, p.95-99, 2013.
- MOUSAVI, S.M.; MIRZAGAR, S.S.; MOUSAVI, H.E.Z.; BAIGI, R.O.; KHOSRAVI, A.; BAHONAR, A.; AHMADI, M.R. Evaluation of activity of new combined essential oils in comparison with malachite green on hatching rate in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eggs. **Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v.4, n.2, p.103-110, 2009.
- NOBAHAR, Z.; GHOLIPOUR-KANANI, H.; KAKOOLAKI, S.; JAFARYAN, H. Effect of garlic (*Allium sativum*) and nettle (*Urtica dioica*) on growth performance and hematological parameters of beluga (*Huso huso*). **Iranian Journal of Aquatic Animal Health**, v.1, n.1, p.63-69, 2014.
- NDONG, D.; FALL, J. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*). **Journal of Clinical Immunology and Immunopathology Research**, v.3, n.1, p.1-9, 2011.
- NWABUEZE, A.A. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and haematological parameters of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). **Sustainable Agriculture Research**, v.1, n.2, p.222-228, 2012.
- NYA, E.J.; DAWOOD, Z.; AUSTIN, B. The garlic component, allicin, prevents disease caused by *Aeromonas hydrophila* in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). **Journal of Fish Diseases**, v.33, n.4, p.293-300, 2010.
- NOGA, E.J. **Fish disease: diagnosis and treatment**. 2nd. ed. USA: Wiley-Blackwell, 2010. 536p.
- OLIVEIRA, V.E.; BRAZ, C.; REIS, F.D.; GATTI, I.C.; OLIVEIRA, L.F.C. Investigação da estabilidade de marcadores organossulfurados funcionais presentes no alho (*Allium sativum* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA. SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 37., 2014, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Química, 2014.
- PAVANELLI, G.C.; EIRAS, J.C.; TAKEMOTO, R.M. **Doenças de peixes**. 3.ed. Maringá: EDUEM, 2008. 265p.
- PREREIRA, L.A. **Óleo essencial de alho na incubação de ovos de jundiá**. 2015. 40f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2015.
- RACH, J.J.; HOWE, G.E.; SCHREIER, T.M. Safety of formalin treatments on warm- and cool water fish eggs. **Aquaculture**, v.149, n.3-4, p.183-191, 1997.
- REVERTER, M.; BONTEMPS, N.; LECCHINI, D.; BANAIGS, B.; SASAL, P. Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: current status and future perspectives. **Aquaculture**, v.433, p.50-61, 2014.
- RICO, A.; PHU, T.M.; SATAPORNVANIT, K.; MIN, J.; SHAHABUDDIN, A.M.; HENRIKSSON, P.J.; MURRAY, F.J.; LITTLE, D.C.; DALSGAARD, A.; VAN DEN BRINK, P.J. Use of veterinary medicines, feed additives and probiotics in four major internationally traded aquaculture species farmed in Asia. **Aquaculture**, v.412, p.231-243, 2013.
- RICO, A.; VAN DEN BRINK, P.J. Probabilistic risk assessment of veterinary medicines applied to four major aquaculture species produced in Asia. **Science of the Total Environment**, v.468-469, p.630-641, 2014.
- SAHU, S.; DAS, B.K.; PRADHAN, J.; MOHAPATRA, B.C.; MISHRA, B.K.; SARANGI, N. Effect of *Magnifera indica* kernel as a feed additive on immunity and resistance to *Aeromonas hydrophila* in *Labeo rohita* fingerlings. **Fish & Shellfish Immunology**, v.23, n.1, p.109-118, 2007.
- SANTHOSHA, S.G.; PRAKASH JAMUNA, S.N.; PRABHAVATHI. Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance: a review. **Food Bioscience**, v.3, n.9, p.59-74, 2013.
- SANTOS, A.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C.; NETO, O.G.R. Descrição de sistema e de métodos de extração de óleos essenciais e determinação de umidade de biomassa em laboratório. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004. p.1-6 (Comunicado Técnico, 99).
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, M.R. Extratos vegetais como aditivos em rações para peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.1, p.789-800, 2009.
- SAPKOTA, A.; SAPKOTA, A.R.; KUCHARSKI, M.; BURKE, J.; MCKENZIE, S.; WALKER, P.; LAWRENCE, R. Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities. **Environment International**, v.34, n.8, p.1215-1226, 2008.
- SKALLI, A.; CASTILLO, M.; ANDREE, K.B.; TORT, L.; FURONES, D.; GISBERT, E. The LPS derived from the cell walls of the Gram-negative bacteria *Pantoea agglomerans* stimulates growth and immune status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles. **Aquaculture**, v.416, p.272-279, 2013.
- SHALABY, A.M.; KHATTAB, Y.A.; ABDEL RAHMAN, A.M. Effects of garlic (*Allium sativum*) and chloramphenicol on growth performance, physiological parameters and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v.12, n.2, p.172-201, 2006.
- SYAHIDAH, A.; SAAD, C.R.; DAUD, H.M.; ABDELHADI, Y.M. Status and potential of herbal applications in aquaculture: a review. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, v.14, n.1, p.27-44, 2015.
- TAVECHIO, W.L.G.; GUIDELLI, G.; PORTZ, L. Alternativas para a prevenção e o controle de patógenos em piscicultura. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.35, n.2, p.335-341, 2009.
- UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela Brasileira de composição de alimentos**. 4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p.
- VADSTEIN, O.; MO, T.A.; BERGH, O. Microbial interactions, prophylaxis and diseases. In: MOKSNESS, E.; KJORSVIK, E.; OLSEN, Y. (Eds). **Culture of cold-water marine fish**. Oxford: Blackwell Publishing, 2004. p.28-72.
- VASUDEVA, R.Y.; DAS, B.K.; JYOTYRMAYEE, P.; CHAKRABARTI, R. Effect of *Achyranthes aspera* on the immunity and survival of *Labeo rohita* infected with *Aeromonas hydrophila*. **Fish & Shellfish Immunology**, v.20, n.3, p.263-273, 2006.
- WENDLER, K.R. Botânicos, da medicina tradicional a melhoradores de desempenho na produção animal. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE SUINOCULTURA, 3., 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Pork Expo, 2006. p.213-224.
- WOYNAROVICH, E.; HORVATH, L. **A propagação artificial de peixes de águas tropicais: manual de extensão**. Brasília: FAO: CODEVASF: CNPq, 1983. 220p.
- WU, G.; YUAN, C.; SHEN, M.; TANG, J.; GONG, Y.; LI, D.; SUN, F.; HUANG, C.; HAN, X. Immunological and biochemical parameters in carp (*Cyprinus carpio*) after Qompsell feed ingredients for long-term administration. **Aquaculture Research**, v.38, n.3, p.246-255, 2007.
- ZANIBONI-FILHO, E. Larvicultura de peixes de água doce. **Informe Agropecuário**, v.21, n.203, p.69-77, 2000.
- ZANIBONI-FILHO, E.; WEINGARTNER, M. Técnicas de indução da reprodução de peixes migratórios. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.367-373, 2007.
- ZAOH, N.N.; ZHANG, H.; ZHANG, X.C.; LUAN, X.B.; ZHOU, C.; LIU, Q.Z.; SHI, W.P.; LIU, Z.L. Evaluation of acute toxicity of essential oil of garlic (*Allium sativum*) and its selected major constituent compounds against overwintering *Cacopsylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology**, v.106, n.3, p.1349-1354, 2013.