

ADITIVOS NA NUTRIÇÃO DE PEIXES

ADDITIVES IN FISH NUTRITION

ADITIVOS EN LA NUTRICIÓN DE PECES

RÔMULO RODRIGUES B,^{1*} Zootec, FÁBIO MEURER,² Doutor em Zootecnia,
WILSON ROGÉRIO BOSCOLO,¹ Doutor em Zootecnia.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo (PR), Brasil.

² Universidade Federal do Paraná (UFPR), Jandaia do Sul, (PR), Brasil.

Key words:

Aquaculture,
animal performance,
health,
micro ingredients,
growth promoters

Abstract

The progress of aquaculture and the growing demand for food of animal origin, coupled with concern about food safety for consumers, are causing it to increase the care of animal production, environmental contamination and its complications. Thus, this review was carried out to discuss the principal foundations of the use of additives in fish nutrition. Research is being developed in this direction in different animal species with satisfactory results at all stages of production cycles. This paper presents the results achieved by the use of food additives in the production of fish as ace of performance and health characteristics.

Palavras chave:

Aqüicultura,
desempenho zootécnico,
higidez,
micro ingredientes,
promotores de crescimento.

Resumo

O avanço da aqüicultura e a crescente demanda por alimentos de origem animal, aliado à preocupação com a segurança alimentar dos consumidores, vêm fazendo com que se aumentem os cuidados com a produção animal, contaminação do ambiente e suas complicações. Com isso, esta revisão foi realizada com o objetivo de debater os principais fundamentos da utilização de aditivos na nutrição de peixes. Pesquisas estão sendo desenvolvidas neste sentido nas diferentes espécies animais com resultados satisfatórios em todas as fases dos ciclos de produção. Este trabalho apresenta os resultados alcançados pelo uso de aditivos alimentares na produção de peixes quanto às características de desempenho e saúde.

Palabras Clave:

Acuicultura,
rendimiento de los animales,
solidez,
micro ingredientes,
promotores del crecimiento.

Resumen

El avance de la acuicultura y la creciente demanda de alimentos de origen animal, junto con la preocupación por la seguridad alimentaria de los consumidores, están ocasionando que aumente la atención de la producción ganadera, la contaminación ambiental y sus complicaciones. Por lo tanto, esta revisión se llevó a cabo para discutir los fundamentos esenciales de la utilización de aditivos en la alimentación de peces. La investigación se está llevando a cabo en este sentido en diferentes especies animales con resultados satisfactorios en todas las etapas de los ciclos de producción. Este trabajo presenta los resultados obtenidos por el uso de aditivos alimentarios en la producción de peces en lo relacionado con las características de rendimiento y de salud.

INFORMACIÓN

Recibido: 22-04-2015;

Aceptado: 30-10-2015.

Correspondencia autor:

rrodrigues1903@gmail.com

Introdução

As atividades agropecuárias são destaques na economia mundial, entre essas a aquicultura apresenta crescimento superior às demais atividades rurais (MPA, 2012). A produção aquícola tem aumentado a uma taxa de crescimento médio anual de 6,3% passando de 34,6 milhões de toneladas em 2001 a 59,9 milhões de toneladas em 2010, para o mesmo período a pesca extrativista tem se mantido estagnada, em torno de 90 milhões de toneladas anual (FAO, 2010).

O avanço das cadeias produtivas agropecuárias nos últimos anos, dentre elas a aquicultura ocorreu graças à evolução dos estudos em nutrição, melhoramento genético, sanidade e ambiência. Tecnologias estão sendo desenvolvidas visando suprir as exigências tanto de quantidade de alimentos, quanto da qualidade dos alimentos produzidos. No intuito de satisfazer as necessidades de uma população que vem crescendo em ritmo acelerado e necessitando cada vez mais de alimentos, conjuntamente com a exigência de produtos de qualidade.

A piscicultura constitui importante fonte de produção de proteína de alto valor biológico e uma ótima fonte de renda para os produtores, desde que, sejam adotados manejos para o desenvolvimento sustentável da criação, sabendo utilizar, quando necessário, processos alternativos de alimentação (SANTOS *et al.*, 2009^a). O atendimento das exigências nutricionais é essencial para o crescimento dos peixes e o mínimo impacto ambiental. No entanto, a maioria das pesquisas em nutrição avalia as exigências e a utilização de alimentos visando apenas desempenho zootécnico e sinais de deficiência, sem considerar a capacidade de resistência dos animais, quando expostos a patógenos ou agentes estressores.

O desenvolvimento do setor aquícola tem aumentado à intensidade dos sistemas produtivos, essa intensificação da produção faz com que os peixes sejam expostos continuamente a fatores estressantes, como alterações na qualidade da água, intensivas práticas de manejo, transporte e altas densidades. Estas situações de estresse, quando não controladas permitem a invasão de patógenos, proporcionando perdas relacionadas ao aumento da mortalidade e perda de desempenho. Devido a esses problemas, a nutrição animal deve buscar alimentos e formulações que auxiliem no melhor desenvolvimento do sistema imune dos animais. Nesse contexto, os aditivos são utilizados na aquicultura, para melhorar o ganho de peso e controlar surtos de várias doenças (RIDHA e AZAD, 2012).

Nas últimas décadas, os efeitos benéficos sobre o desempenho zootécnico têm justificado o uso de

doses sub terapêuticas de antibióticos como aditivos em dietas de animais. No entanto, há atualmente uma preocupação com o uso indiscriminado desses compostos e a tendência mundial é na diminuição da suplementação desses produtos para as dietas, devido a possível contaminação de produtos cárneos com resíduos de antibióticos, bem como o aumento da resistência bacteriana aos antibióticos. Além disso, um número crescente de consumidores, particularmente nos países importadores, tem restringido o consumo de animais alimentados com dietas contendo antibióticos (PELICANO *et al.* 2005).

Portanto, há uma necessidade do estudo de aditivos alimentares alternativos aos antibióticos como promotores de crescimento. Entre os mais estudados atualmente, estão os probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, enzimas exógenas, extratos vegetais e os alimentos funcionais e fitoterápicos. Os prováveis substitutos promotores de crescimento devem manter as ações benéficas dos antibióticos e eliminar as indesejáveis, como a resistência bacteriana (LODDI *et al.*, 2000). De modo geral, os promotores de crescimento adicionados às rações agem diminuindo a população de microrganismos patogênicos no trato digestivo diminuindo a produção de toxinas por microrganismos indesejáveis, minimizam o número de células inflamatórias em decorrência de uma resposta imunológica menos intensa e, conseqüentemente, a espessura da parede intestinal é menor, melhorando assim a utilização dos nutrientes (ZUANON *et al.*, 1998).

Pesquisas mostram que nutrientes contidos nos alimentos que compõe a dieta, assim como alguns aditivos alimentares podem estimular o sistema imunológico dos peixes e que as dietas devem ser formuladas não somente com critérios produtivos, mas também considerando a capacidade dessa alimentação promover a higidez dos peixes (KIRON, 2012). A pesquisa em nutrição de peixes tem buscado a obtenção de informações sobre a digestibilidade e inclusão de alimentos alternativos visando uma maior eficiência da produção, ou seja, alternativas para diminuir os custos e que proporcionem maior crescimento e qualidade do pescado. Essas informações também são relevantes quanto à questão ambiental, pois proporciona subsídios para a redução da excreção de nutrientes, principalmente compostos fosforados e nitrogenados. Neste contexto, um novo conceito de balanceamento de rações vem se estabelecendo, baseado em princípios de nutrição, saúde e responsabilidade ambiental, com intuito de promover estratégias que possam amenizar os efeitos estressantes, aumentando a resistência imunológica dos peixes, permitindo desta forma, que o peixe mantenha o equilíbrio orgânico (FALCON, 2007). Assim sendo, este trabalho foi realizado com o objetivo de discutir os fundamentos práticos e teóricos da

utilização de aditivos na nutrição de peixes, visando obter maiores esclarecimentos de sua ação promotora de crescimento, assim como a ação imunestimulante.

Aditivos na nutrição animal

A exigência dos consumidores por produtos de qualidade torna necessário à intensificação dos meios produtivos, que são aprimorados com o intuito de aumentar a produção, o retorno econômico dos produtores e a satisfação dos consumidores. Entre as formas de desenvolvimento da produção estão o aprimoramento da nutrição animal, e nesse sentido a adição de suplementos alimentares na dieta aparece como alternativa de aumentar a produção, aumentar a lucratividade do setor e diminuir a emissão de efluentes da produção ao meio ambiente.

Aditivo é definido pelo decreto 76.986 de 06 de janeiro de 1976 no Brasil como qualquer substância intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique o seu valor nutritivo, como os antibióticos, corantes, conservantes, antioxidantes, entre outros (DE OLIVEIRA *et al.*, 2005). Os aditivos utilizados na nutrição animal podem ser classificados de acordo com suas funções e propriedades e incluídos em uma ou mais categorias (CAVALHEIRO *et al.*, 2014), segundo demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Aditivos utilizados em dietas animais, Adaptado de CAVALHEIRO *et al.* (2014).

Tipo	Características	Funções
Tecnológicos	Qualquer substância adicionada à dieta com fins tecnológicos, tais como conservantes, antioxidantes, adsorventes, entre outros.	Adsorvente, aglomerante, antiaglomerante, antioxidante, antiúmectante, conservante, emulsificante, estabilizante, espessantes, gelificante, regulador da acidez e humidificante.
Sensoriais	Substâncias adicionadas ao produto para melhorar ou modificar suas propriedades organolépticas ou as características visuais dos produtos.	Corante, pigmentante, aromatizante, palatibilizante.
Nutricionais	Substâncias utilizadas para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto.	Vitaminas, provitaminas e substâncias quimicamente definidas de efeitos similares, oligoelementos ou compostos de oligoelementos, aminoácidos, seus sais e análogos, ureia e seus derivados.
Zootécnicos	Substâncias utilizadas para influir positivamente na melhora do desempenho dos animais	Digestivos, equilibradores de biota, melhoradores de desempenho, e nutracêuticos ou funcionais.
Anticoccidianos	Substâncias medicamentosas utilizadas para prevenção de coccidiose. Muito utilizado na dieta de animais jovens e monogástricos.	Prevenção e tratamento de patogenia.

Alguns aditivos alimentares estão sendo estudados como promotores de crescimento, como os probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, enzimas, extratos

vegetais e os alimentos funcionais e fitoterápicos. Os efeitos destes aditivos podem estimular o sistema imunológico dos peixes, tornando-os mais resistentes a patógenos e melhorando o desempenho e bem-estar. Desta maneira ganha importância o estudo desses micros nutrientes utilizados na nutrição animal.

Probióticos, prebióticos e simbióticos

Os probióticos são aditivos alimentares compostos de microrganismos vivos capazes de colonizar, estabelecer-se e multiplicar-se no intestino do hospedeiro, proporcionando desta forma, equilíbrio de sua microbiota intestinal, com benefícios para o hospedeiro (DE MELO *et al.*, 2013). O termo probiótico tem origem de palavras gregas “pro” e “bios”, ou seja, “para a vida” ou “a favor da vida” (GISMONDO *et al.*, 1999). Segundo definição de GATESOUE (1999), probiótico na aquicultura são “células microbianas que são adicionadas de maneira que entrem no trato digestivo dos animais, mantendo-se vivos, com o objetivo de melhorar a saúde do animal”, restringindo assim o termo apenas a microrganismos que atual dentro do organismo dos animais, auxiliando na sua saúde e não nos microrganismos contidos no ambiente de cultivo. Porém com o passar dos anos, os probióticos utilizados na aquicultura foram classificados como biorremediadores e biocontroladores (MOURIÑO *et al.*, 2012), segundo a tabela 2.

Tabela 2. Diferenças básicas entre microrganismos probióticos, biorremediadores e biocontroladores, (MOURIÑO *et al.*, 2012).

Modo de ação	Local de atuação	Efeitos diretos	Efeitos indiretos
Probiótico	Animais	Alteração da microbiota intestinal, melhoria da saúde animal	Melhoria na qualidade da água, eficiência alimentar e índices zootécnicos
Biorremediação	Ambiente de cultivo (parâmetros físicos e químicos)	Redução da amônia, nitrito, nitrito, aumento da capacidade de oxidação da matéria orgânica presente	Melhoria na saúde animal
Biocontrole	Ambiente de cultivo (microrganismos presentes)	Redução de microrganismos com potencial patogênico na água e no biofilme	Melhoria na saúde animal

Os probióticos são suplementos alimentares constituídos de microrganismos capazes de beneficiar o hospedeiro através do equilíbrio da microbiota intestinal, esses microrganismos devem ser capazes de exercer efeitos benéficos no animal hospedeiro, aumentando seu crescimento ou a sua resistência às doenças (DOS SANTOS *et al.*, 2008). Esses microrganismos devem estar presentes como células viáveis, capazes de sobreviver e desenvolver-se no ambiente intestinal do hospedeiro, devem ser resistentes ao baixo pH

do estômago e ácidos orgânicos, serem estáveis e capazes de permanecer viável por longos períodos sob condições de armazenamento a campo e não devem ser tóxicos ao hospedeiro (FULLER, 1989). Os probióticos afetam a microbiota digestiva de forma positiva e protegem o organismo contra a colonização por bactérias nocivas (GAGGIÀ *et al.*, 2010).

Contudo, ainda não é conhecida a composição microbiana ideal de um produto probiótico, mas a eficiência do seu uso é estritamente dependente da quantidade e das características das cepas bacterianas utilizadas na elaboração do aditivo alimentar (DE BRITO *et al.*, 2014).

Os principais micro-organismos utilizados são dos gêneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Bacillus* e leveduras (DUARTE *et al.*, 2014). O modo de ação dos probióticos está relacionado à competição por sítio de ligação ou por exclusão competitiva. As bactérias probióticas ocupam os sítios de ligação na mucosa intestinal, formando assim uma barreira aos microrganismos patogênicos, sendo esses excluídos por competição pelo espaço. Além disso, os probióticos estimulam a produção epitelial de mucina e realçam a função de barreira intestinal (COPPOLA E GILTURNES, 2004), auxilia na produção de enzimas digestivas, na produção de metabólitos que neutralizam toxinas bacterianas e auxilia no aumento da imunidade do organismo.

Alguns resultados de pesquisas do uso de probióticos na aquicultura se mostram positivos. CARNEVALI *et al.* (2004) encontraram efeito positivo na sobrevivência de larvas de sea bream (*Sparus aurata*) suplementadas com *L. plantarum* e *L. fructivorans*, da mesma forma GRAM *et al.* (1999) observaram maior sobrevivência de juvenis de truta-arco-iris (*Oncorhynchus mikiss*) alimentadas com *Pseudomonas fluorescens* AH2. LARA-FLORES *et al.* (2003) observaram melhor desempenho zootécnico de tilápias do Nilo quando suplementadas com *Saccharomyces cerevisiae*, e submetidas a estresse por altas taxas de densidade. Contudo, MEURER *et al.* (2009, 2008, 2007, 2006) constataram que a inclusão de *Saccharomyces cerevisiae*, não teve efeito sobre o desempenho e sobrevivência de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) expostas a desafios sanitários ou não, nas fases de reversão sexual e alevinagem. Além dos resultados de desempenho, estudos do estado imunológico dos peixes alimentados com probióticos foram realizados. JATOBÁ *et al.* (2008) obtiveram maior número de eritrócitos, trombócitos e leucócitos (linfócitos, monócitos e neutrófilo) em tilápias alimentadas com *Lactobacillus plantarum* e submetidas a injeção de *Enterococcus durans*.

Os prebióticos são ingredientes alimentares que são digeridos na porção proximal no trato gastrointestinal de monogástricos que estimulam o crescimento e a atividade de metabolismo de um limitado número de cepas de microrganismos capazes de proporcionar um ambiente intestinal saudável ao hospedeiro (GIBSON E ROBERFROID, 1995).

A principal forma de ação dos prebióticos é servirem de substrato a microbiota nativa presente no hospedeiro, beneficiando o crescimento dos microrganismos benéficos, melhorando o ambiente do trato gastrointestinal e aumentando seu valor osmótico (IMMERSEEL *et al.*, 2002). Também mostra efeito nas características anatômicas do trato gastrointestinal, promovendo o aumento da superfície de absorção da mucosa intestinal, o que confere maior absorção de nutrientes pelo organismo, além de ser benéfico ao sistema imune (SILVA E NÖRNBERG, 2003).

Os prebióticos mais importantes são a glicose, frutose, galactose, manose, ribose (IMMERSEEL *et al.*, 2002), sendo que as mais utilizadas como aditivos na nutrição animal são os seguintes oligossacarídeos: frutoligossacarídeos, glucoligossacarídeos e mananoligossacarídeos. Os frutoligossacarídeos são produtos da indústria que quando adicionados às dietas fornecem carboidratos fermentáveis para as bactérias benéficas ao trato gastrointestinal, minimizando as populações de bactérias patogênicas, como a *Escherichia coli* e *Salmonella*, por exclusão competitiva (SCAPINELLO *et al.*, 2001). Os mananoligossacarídeos são derivados da parede celular interna de leveduras e seu modo de ação é ligando-se a certas bactérias patogênicas no ambiente gastrointestinal, essas bactérias ligadas aos oligossacarídeos não podem aderir à infecção iniciada no intestino (DE ARAÚJO *et al.*, 2007), também auxiliam na preparação do sistema imune para combate de infecção (SCAPINELLO *et al.*, 2001).

Apesar de recentes os estudos sobre o uso de prebióticos em dietas para peixes, alguns resultados já se mostram positivos. CULJAK *et al.* (2004), avaliando o uso de mananoligossacarídeo em dietas para carpa comum, observaram melhora no crescimento, maior absorção de proteínas e aumento na taxa de sobrevivência. LAZZARI *et al.* (2010) trabalhando com jundiá (*Rhamdia quelen*) observaram maior desenvolvimento das vilosidades intestinais quando os peixes foram suplementados com prebióticos.

Simbióticos são produtos onde um probiótico e um prebiótico, são utilizados em conjunto como aditivo na nutrição animal (HOLZAPFEL e SCHILLINGER, 2002). A combinação entre probiótico e prebiótico poderia melhorar a sobrevivência do primeiro, pela

disponibilidade do seu substrato. Isto resultaria em vantagens para o hospedeiro, pela presença da microflora intestinal benéfica e pela fermentação estimulada (IMMERSEEL *et al.*, 2002).

Aditivos que promovem a atratividade e palatabilidade

São compostos com a capacidade de atrair o peixe até a ração e estimular o consumo. Os atrativos são categorizados como aqueles compostos que conduzem as primeiras respostas de alimentação dos peixes, ou seja, auxiliam na orientação, detecção e natação dos peixes até a fonte de nutrientes (PASTORE *et al.*, 2013). Os palatabilizantes auxiliam na iniciação e na continuação do consumo alimentar.

Enzimas

O custo alto das matérias-primas utilizadas tradicionalmente nas formulações de rações faz com que ingredientes alternativos sejam muitas vezes utilizados nas dietas, entretanto, alguns desses alimentos apresentam baixa digestibilidade, ou seja, baixo valor biológico, isso fez com que a indústria de fabricação de rações aumentasse o interesse pelo uso de enzimas exógenas em dietas, pois sua utilização é uma alternativa para aumentar a digestibilidade dos alimentos e o desempenho dos animais (Cavero, 2004). A grande maioria das enzimas são proteínas, possuindo as estruturas primária, secundária, terciária e quaternária, que são essenciais para o exercício da atividade catalítica. As enzimas exógenas são definidas como, catalisadores biológicos que aceleram as reações químicas no organismo do animal (DE ARAÚJO *et al.*, 2007), as enzimas são geralmente derivadas de organismos vivos como bactérias e fungos.

Fontes de origem vegetal apresentam diversos fatores anti nutricionais que dificultam a utilização dos nutrientes contidos no alimento, pois são pouco digestíveis para os animais que os consomem. Nesse sentido, as enzimas exógenas vêm sendo utilizadas principalmente com o objetivo de melhorar a digestibilidade dos alimentos e desativar os fatores anti nutricionais, aumentando assim o aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente uma menor quantidade de nutrientes excretados no ambiente, diminuindo assim a eutrofização dos ambientes (MURAKAMI *et al.*, 2007).

Dentre as enzimas utilizadas na nutrição animal, uma das mais estudadas atualmente é a fitase, segundo FURUYA *et al.* (2001), a adição de fitase em rações elaboradas com ingredientes de origem vegetal, pode permitir aumento na digestibilidade dos nutrientes e, conseqüentemente, melhorar o desempenho e reduzir a excreção de nitrogênio e fósforo ao meio ambiente. O uso de fitase também reduz a necessidade da

adição de fósforo inorgânico na dieta, devido ao melhor aproveitamento do nutriente contido nos alimentos (BOCK *et al.*, 2006).

A fitase proporcionou benefícios na nutrição de bagre do canal (*Ictalurus punctatus*) (JACKSON *et al.*, 1996), para pacu (*Piaractus mesopotamicus*) (BOCK *et al.*, 2007), tambaqui (*Colossoma macropomum*) (MENDONÇA *et al.*, 2012), tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (FURUYA *et al.*, 2001), entre outras espécies.

Acidificantes

Os acidificantes são substâncias compostas pelos ácidos orgânicos e inorgânicos, que atuam na redução do pH do trato digestivo superior, facilitando a digestão e reduzindo a proliferação de microrganismos patogênicos no estômago e intestino do animal.

Os ácidos orgânicos apresentam efeitos fisiológicos relacionados com o sistema imune dos animais, atuando na motilidade intestinal, no esvaziamento gástrico e na absorção de minerais e de água (CAVALHEIRO *et al.*, 2014). São constituintes naturais de diversos alimentos, ocorrendo no trato digestivo e produtos intermediários do metabolismo dos animais, e também agem como aditivos promotores de crescimento na ração.

Imunoestimulantes e aditivos fitogênicos

Os imunoestimulantes são substâncias que elevam os mecanismos de defesa não específicos de um animal e desencadeiam respostas imuno específicas (ANDERSON, 1992). SAKAI (1999) descreve essas respostas como: reconhecimento de patógenos invasores, através da identificação dos componentes de sua parede celular; ativação da ação das células do sistema sanguíneo; estímulo de reações enzimáticas no processo de cicatrização, evitando assim a perda sanguínea; fagocitose; e liberação de proteínas antimicrobianas e outras moléculas para destruir invasores.

Os aditivos fitogênicos estão atraindo o interesse dos pesquisadores, pois agem impedindo doenças comuns nos animais e também na manutenção da saúde. Os fitogênicos também são de interesse dos consumidores porque são consideradas alternativas naturais a compostos sintéticos (PEARCE E JIN, 2010). A ação desses extratos naturais no organismo animal é diferente dependendo da concentração dos princípios ativos e níveis de inclusão desses aditivos na ração, sendo que grande parte desses aditivos são provenientes de folhas, sementes, raízes, frutos ou até mesmo a planta inteira. Alguns extratos vegetais utilizados na alimentação estão descritos na tabela 3.

Tabela 3. Extratos vegetais e propriedades, Fonte: Adaptado de SANTOS *et al.* (2009b).

Espécie vegetal	Elemento utilizado	Principal composto	Funcionalidade
Nóz moscada	Semente	Sabinina	Estima a digestão
Canela	Casca	Cinamaldeido	Estimula apetite, digestão e antisséptico
Cravo	Semente	Eugenol	Estimula apetite, digestão e antisséptico
Pimenta vermelha	Fruto	Capsaicina	Anti-inflamatório e estimulante
Mostarda	Semente	Allyl isothiocianato	Estimula a digestão
Gengibre	Raiz	Cingerol	Estimulante gástrico
Alho	Bulbo	Alicina	Estimulante de digestão e antisséptico
Alecrim	Folha	Cineol	Estimulante da digestão e antioxidante
Sálvia	Folha	Cineol	Estimulante da digestão e antioxidante
Louro	Folha	Cineol	Estimulante de apetite e digestão
Orégano	Folha	Carvacrol e thymol	Ação antimicrobiana

O desafio na utilização de extratos vegetais na nutrição animal tem sido a identificação e o estabelecimento dos efeitos exercidos pelos compostos ativos presentes nessas plantas sobre o organismo animal, ainda é pouco o conhecimento da ação de muitos desses compostos (RIZZO, 2010).

FRECCIA *et al.* (2014) encontraram efeito incremento de um produto contendo óleos essenciais no aumento da proteína do fígado, bem como no índice hepatossomático em fêmeas de tilápia durante a fase reprodutiva. Porém, CAMPAGNOLO *et al.* (2013) observaram que os níveis do mesmo produto contendo óleos essenciais, variando entre 0 e 0,02% de inclusão da ração, não promoveram efeito de promotor de crescimento para alevinos de tilápia do Nilo. MEURER *et al.* (2009) verificaram um efeito quadrático da inclusão de extrato de própolis marrom como promotor de crescimento em alevinos de tilápia do Nilo.

Considerações finais

A nutrição é uma das principais ferramentas utilizadas para melhorar o desenvolvimento dos peixes, não apenas para o pleno desempenho produtivo, mas também para atender as exigências fisiológicas dos peixes, desenvolvendo sua higidez. Os aditivos nutricionais utilizados na nutrição animal, como probióticos, prebióticos, simbióticos, extratos vegetais, acidificantes, enzimas e fitogênicos, são alternativas interessantes para um desenvolvimento sustentável do cultivo de peixes, estimulando assim o melhor desempenho zootécnico dos peixes, a lucratividade do produtor e o menor impacto ao meio ambiente, garantindo a sustentabilidade da cadeia piscícola.

Referências

- ANDERSON, D.P. 1992. Immunostimulants, adjuvants, and vaccine carriers in fish: applications to aquaculture. *Annual Review of Fish Diseases* 2: 281-307.
- BOCK, C.L.; PEZZATO, L.E.; CANTELMO, A.O.; BARROS, M.M. 2006. Fitase e digestibilidade aparente de nutrientes de rações por tilápias-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35: 2197-2202.
- BOCK, C.L.; CANTELMO, A.O.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M. 2007. Fitase em rações para tilápia-do-nilo. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36: 1455-1461.
- CAMPAGNOLO, R.; FRECCIA, A.; BERGMANN, R.R.; MEURER, F.; BOMBARDELLI, R.A. 2013. Óleos essenciais na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 14 (3): 565-573.
- CARNEVALI, O.; ZAMPONI, M.C.; SULPIZIO, R.; ROLLO, A.; NARDI, M.; ORPIANESI, C.; SILVI, S.; CAGGIANO, M.; POLZONETTI, A.M.; CRESCI, A. 2004. Administration of probiotic strain to improve sea bream wellness during development. *Aquaculture International* 12: 377-386.
- CAVALHEIRO, A.C.M.; CASTRO, M.L.S.; EINHARDT, M.D.S.; POUHEY, J.L.O.F.; PIEDRAS, S.N.; XAVIER, E.G. 2014. Microingredientes utilizados em alimentação de peixes em cativeiro – Revisão. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias* 109: 11-20.
- CAVERO, B.A.S. 2004. Uso de enzimas digestivas exógenas na alimentação de juvenis de Pirarucu, *Arapaima gigas* (Cuvier, 1829). Tese de Doutorado. Universidade Federal do Amazonas, Manaus. Brasil.
- COPPOLA, M. M.; GIL-TURNES, C. 2004. Efeito de probiótico na resposta imune. *Ciência Rural* 34 (4): 1297-1303.
- CULJAK, V.; BOGUT, I.; HAS-SCHÖN, E.; MILAKOVIC, Z.; CANECKI, K. 2004. Influence of mananoligosaccharides supplementation on juvenile carp (*Cyprinus carpio*) in cage farming. *Krmiva*. 46 (1): 25-29.

- DE ARAUJO, J.A.; DA SILVA, J.H.V.; AMÂNCIO, A.L.L.; DE LIMA, M.R.; LIMA, C.B. 2007. Uso de aditivos na alimentação de aves. *Acta Veterinaria Brasília* 1 (3): 69-77.
- DE BRITO, J.M.; FERREIRA, A.H.C.; JUNIOR, A.H.S.; ARARIPE, M.N.B.A.; LOPES, J.B.; DUARTE, A.R.; CARDOSO, E.S.; RODRIGUES, V.L. 2014. Probióticos, prebióticos e simbióticos na alimentação de não-ruminantes – revisão. *Revista Eletrônica Nutritime* 11 (1): 3070-3084.
- DE MELO, H.; MORAES, J.R.E.; NIZA, I.G.; DE MORAES, F.R.; OZÓRIO, R.O.A.; SHIMADA, M.T.; ENGRACIA FILHO, J.R.; CLAUDIANO, G.S. 2013. Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 33 (6): 724-730.
- DE OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. 2005. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária* 6 (11): 1-23.
- DOS SANTOS, T.N.S.; CASTRO, V.; SOARES, A.L.; OBA, A.; SHIMOKOMAKI, M. 2008. Prebióticos, probióticos e simbióticos na nutrição dos animais (Revisão). *Revista Eletrônica Nutritime* 5 (3): 573-576.
- DUARTE, A.R.; FERREIRA, A.H.C.; LOPES, J.B.; ARARIPE, M.N.B.A.; DE BRITO, J.M.; DA SILVA, A.L.; BARBOSA JÚNIOR, M.A.; BARROS, B.B.G. 2014. Utilização de probióticos na avicultura. *Revista Eletrônica Nutritime* 11 (1): 3033-3044.
- FALCON, D.R. 2007. Nível de suplementação de 1,3 β -glucano e vitamina C em dietas para tilápia-do-Nilo: desempenho produtivo e parâmetros fisiopatológicos. Tese de Doutorado. Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Brasil.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. *Fish Stat fishery statistical collections: aquaculture production* (1950–2008; released March 2010). Roma, Itália, 2010.
- FRECCIA, A.; SOUSA, S.M.N.; MEURER, F.; BUTZGE, A.J.; MEWES, J.K.; BOMBARDELLI, R.A. 2014. Essential oils in the initial phase of broodstock diets of Nile tilapia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 43(1):1-7.
- FULLER, R. 1989. Probiotics in man and animals: a review. *Journal of Applied Bacteriology*, 66(3):365-378.
- FURUYA, W.M.; GONÇALVES, G.S.; FURUYA, V.R.B.; HAYASHI, C. 2001. Fitase na Alimentação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). Desempenho e Digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30 (3): 924-929.
- GAGGIÀ, F.; MATTARELLI, P.; BIAVATI, B. 2010. Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology*, 141(1):15-28.
- GATESOUBE, F.J. 1999. The use of probiotics in aquaculture. *Aquaculture* 180:147-165.
- GIBSON, G.R., ROBERFROID, M.D. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 125 (6): 1401-1412.
- GISMONDO, M.R.; DRAGO, L.; LOMBARDI, A. 1999. Review of probiotics available to modify gastrointestinal flora. *International Journal Antimicrobial Agents* 12: 287-292.
- GRAM, L.; MELCHIORSEN, J.; SPANGGAARD, B.; HUBER, I.; NIELSEN, T.F. 1999. Inhibition of *Vibrio anguillarum* by *Pseudomonas fluorescens* AH2, a Possible Probiotic Treatment of Fish. *Applied and Environmental Microbiology* 352: 279-285.
- HOLZAPFEL, W.H., SCHINLLINGER, V. 2002. Introduction to pre-and probiotics. *Food Research International* 35: 109-116.
- IMMERSEEL, F.V.; CAUWERTS, K.; DEVRIESE, L.A.; HAESBROUCK F.; DUCATELLE, R. 2002. Feed additives to control salmonella in poultry. *World Poultry Science Journal* 58: 501-513.

- JATOBÁ, A.; VIEIRA, F.N.; NETO, C.B.; SILVA, B.C.; MOURIÑO, J.L.P.; JERÔNIMO, G.T.; DOTTA, G.; MARTINS, M.L. 2008. Utilização de bactérias ácido-lácticas isoladas do trato intestinal de tilápia-do-nilo como probiótico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43 (9): 1201-1207.
- KIRON, V. 2012. Fish immune system and its nutritional modulation for preventive health care. *Animal Feed Science and Technology* 173: 111–133.
- JACKSON, L.S.; LI, M.H.; ROBINSON, E.H. 1996. Use of microbial phytase in channel catfish *Ictalurus punctatus* diets to improve utilization phytate phosphorus. *Journal of the World Aquaculture Society* 7: 309-313.
- LARA-FLORES, M.; NOVOA, M.A.O.; MÉNDEZ, B.E.G.; MADRID, W.L. 2003. Use of the bacteria *Streptococcus faecium* and *Lactobacillus acidophilus*, and the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as growth promoters in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 216: 193-201.
- LAZZARI, R.; RADUNZ NETO, J.; PEDRON, F.A.; LORO, V.L.; PRETTO, A.; GIODA, C.R. 2010. Protein sources and digestive enzyme activities in jundiá (*Rhamdia quelen*). *Scientia Agricola* 67: 259-266.
- LODDI, M.M.; GONZALES, E.; TAKITA, T.S.; MENDES, A.A.; ROÇA, R.O. 2000. Uso de probiótico e antibiótico sobre o desempenho, o rendimento e a qualidade de carcaça de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(4):1124-1131.
- MENDONÇA, P.P.; COSTA, P.C.; POLESE, M.F.; VIDAL JUNIOR, M.V. ANDRADE, D.R. 2012. Efeito da suplementação de fitase na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum*). *Archivos de Zootecnia* 61 (235): 437-448.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M.; FRECCIA, A. MAUERWERK, M.T. 2007. *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para alevinos de tilápia-do-nilo submetidos a desafio sanitário. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36 (5):1219-1224.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M.; FRECCIA, A. MAUERWERK, M.T. 2006. Utilização de *Saccharomyces cerevisiae* como probiótico para tilápias-do-nilo durante ao período de reversão sexual submetidas a desafio sanitário. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35(5):1881-1886.
- MEURER, F.; HAYASHI, C.; COSTA, M.M.; MASCIOLI, A.S.; COLPINI, L.M.S.; FRECCIA, A. 2008. Levedura como probiótico na reversão sexual da tilápia-do-nilo submetidos a desafio sanitário. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 9(4):804-812.
- MEURER, F.; SILVA, M.S.; COSTA, M.M.; COLPINI, L.M.S.; MASCIOLI, A.S. 2009. Probiótico com levedura na alimentação da tilápia do Nilo , durante o período de reversão sexual, cultivada em água de tanque de cultivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 10(2):406-416.
- MEURER, F.; COSTA, M.M.; BARROS, D.A.D.; OLIVEIRA, S.T.L.; PAIXÃO, P.S. 2009. Brown propolis extract in feed as a growth promoter of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) fingerlings. *Aquaculture Research* 40:603-608.
- MOURIÑO, J.L.P.; JATOBÁ, A.; DA SILVA, B.C.; VIEIRA, F.N.; MARTINS, M.L. 2012. Probióticos na aquicultura. Págs. 381-404 em: Silva-Souza, A.T.; Lizzama, M.A.P.; Takemoto, R.M. (eds), *Patologia e Sanidade de Organismos Aquáticos*. Maringá, Paraná, Brasil.
- MPA - MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. 2012. *Boletim estatístico da pesca e aquicultura*. Brasília; Brasil. 129p.
- MURAKAMI, A.E.; FERNANDES, J.I.M.; SAKAMOTO, I.M.; SOUZA, L.M.G.; FURLAN, A.C. 2007. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Scientiarum Animal Science* 29: 165-172.
- PASTORE, S.C.G.; GAIOTTO, J.R.; RIBEIRO, F.A.S.; NUNES, A.J.P. 2013. Formulações de rações e boas práticas de fabricação. Págs. 295-346 em: Fracalossi, D.M.; Cyrino, J.E.P. (eds), *NUTRIAQUA – Nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira*. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

- PEARCE, M.E.; JIN, G.L.Z. 2010. Aditivos Fitogênicos. *Porkworld* 58 (1): 128-136.
- PELICANO, E.R.L.; SOUZA, P.A.; SOUZA, H.B.A.; OBA, A.; BOIAGO, M.M.; ZEOLA, N.M.B.L.; SCATOLINI, A.M.; BERTANHA, V.A.; LIMA, T.M.A. 2005. Carcass and cut yields and meat qualitative traits of broilers fed diets containing probiotics and prebiotics. *Brazilian Journal Poultry Science* 7: 169-175.
- RIDHA, M.T.; AZAD, I.S. 2012. Preliminary evaluation of growth performance and immune response of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* supplemented with two putative probiotic bacteria. *Aquaculture Research*, 43 (6): 843- 852.
- RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALD, A.B.; SILVA, C.S, PEREIRA, P.W.Z. 2010. Extratos vegetais em dietas para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(4): 801-807.
- SAKAI, M. 1999. Current status of fish immunostimulants. *Aquaculture* 172: 63-92.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.; BARBOSA, J.M.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, J.V. 2009a. Digestibilidade aparente do farelo de coco e resíduo de goiaba pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Revista Caatinga* 22: 175-180.
- SANTOS, E.L.; LUDKE, M.C.M.M.; LIMA, M.R. 2009b. Extratos vegetais como aditivos em rações para peixes. *Revista Eletrônica Nutritime* 6 (1): 789-200.
- SCAPINELLO, C.; FARIA, H.G.; FURLAN, A.L.; MICHELAN, A.C. 2001. Efeito da utilização de oligossacarídeo manose e acidificantes sobre o desempenho de coelhos em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30: 1272-1277.
- SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. 2003. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. *Ciência Rural* 33: 983-990.
- ZUANON, J.A.S.; FONSECA, J.B.; ROSTAGNO, H.S.; SILVA, M.A. 1998. Efeito de promotores de crescimento sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 27 (5): 999-1005.