

Fonte: Heiton Marcon



NUTRIÇÃO PARA PÓS-LARVAS DE PEIXES TROPICAIS DE ÁGUA DOCE

POR PEDRO LUIZ DE CASTRO
COORDENADOR TÉCNICO DE NUTRIÇÃO AQUA

INTRODUÇÃO

A nutrição de pós-larvas de peixes pode ser dividida em duas fases: alimentação endógena, que ocorre logo após a eclosão dos ovos quando as larvas ainda são nutridas exclusivamente pelas reservas maternas presentes no saco vitelínico; e alimentação exógena, quando as reservas vitelínicas das agora denominadas pós-larvas se esgotam, obrigando-as a capturarem o alimento do ambiente externo. A fase endógena pode durar de 3 a 5 dias após a eclosão ou se prolongar de acordo com a temperatura da água e espécie. Para o aruanã prata (*Osteoglossum bicirrhosum*) por exemplo, o fornecimento de alimento passa a ser necessário apenas 60 dias após a desova (Jaroszewska e Dabrowski, 2009a), enquanto que, para as tilápias, o uso de ração farelada deve se iniciar logo após a abertura da boca, com aproximadamente 5 dias após a eclosão.

O fato é que grande parte das espécies de peixes de água doce criada comercialmente possui larvas com características altriciais como as das tilápias, ou seja, são detentoras de escassas

reservas vitelínicas, que se esgotam logo nos primeiros dias após a eclosão, induzindo-as a iniciarem sua alimentação exógena ainda sem o sistema digestório completamente diferenciado (Hardy e Kaushik, 2022). A imaturidade digestiva em larvas de peixes nos primeiros estágios foi relatada por Baglolle et al. (1997) que observaram reduzida atividade enzimática e escassez de glândulas gástricas, possivelmente pela inexistência de um estômago funcional, o que explicaria a limitação na captura, digestão e aproveitamento dos alimentos. Desta forma, para atendimento das novas demandas funcionais da alimentação exógena, deve ocorrer uma grande transformação do sistema digestivo, sendo importante o fornecimento de alimento que consiga neutralizar qualquer déficit nutricional antes da conclusão da absorção das reservas vitelínicas.

Ressalta-se que, nessa fase, as pós-larvas de peixes crescem exponencialmente, mas, ao mesmo tempo, são mais suscetíveis ao estresse causado por patógenos, qualidade da água, mudança de

ambiente e manuseios e por isso são bastante exigentes do ponto de vista nutricional, tornando qualquer deficiência invariavelmente problemática para sua sobrevivência e desenvolvimento. Na tilapicultura, esse momento é ainda mais relevante tendo em vista que, a partir da inclusão dos hormônios esteroides na ração, são obtidos os lotes monossexo masculinos mais produtivos.

Já é bem estabelecido que a qualidade da nutrição nos primeiros estágios impacta na vida adulta do organismo e está intimamente ligada à sua saúde, desenvolvimento e desempenho. Em seres humanos, por exemplo, o período que compreende a concepção até os 2 anos de idade é considerado crítico para que as intervenções nutricionais contribuam para o crescimento do cérebro em volume e no mapeamento das vias neuronais (Valentim, 2020). Em suínos, um dos principais fatores determinantes para a taxa de crescimento ao longo da vida é o peso dos leitões ao desmame. Dunshea et al. (2003) observaram que os leitões desmamados aos 14 dias eram mais gordos ao abate do que os desmamados tardiamente aos 28 dias. Na piscicultura, Alami-Duranti et al. (2014) demonstraram que a diminuição da relação proteína-energia na dieta durante os primeiros 75 dias teve um efeito a longo prazo no crescimento corporal de juvenis de trutas arco-íris. Apesar disso, ainda há uma surpreendente falta de literatura acerca dos efeitos da nutrição pós-larvas sobre seu potencial de crescimento futuro, mesmo em espécies muito importantes como as tilápias.

Afinal, qual o real impacto da nutrição de pós-larvas e de alevinos sobre a performance em todo o ciclo de vida do peixe? O objetivo deste artigo é responder essa pergunta, levantando-se pontos importantes acerca da nutrição de pós-larvas, como o histórico da utilização dos alimentos vivos e a transição para as rações, as características físicas e os requerimentos nutricionais necessários para uma ração inicial de qualidade, bem como as alternativas futuras para a melhoria dos resultados nas larviculturas.

O USO DE RAÇÕES FARELADAS

Por muito tempo, o manejo nutricional de pós-larvas de peixes se baseou, com relativos bons resultados, na utilização de organismos vivos (microalgas, rotíferos e artêmia) e outros alimentos, como gema de ovo e até mesmo leite em pó. Contudo, a intensificação dos sistemas de cultivo trouxe a necessidade de se buscar alternativas mais eficientes, como o uso de rações fareladas, que possui diversas vantagens:

- ✓ São adequadamente formuladas para o atendimento completo das exigências nutricionais das pós-larvas;

- ✓ São mais econômicas do que o cultivo dos organismos vivos;
- ✓ Algumas espécies de alimentos vivos são carnívoras e podem atacar as pós-larvas de peixes, além de aumentar o risco de doenças por comporem uma fonte adicional de infecções bacterianas ou virais,
- ✓ Gema de ovo e leite em pó perdem rapidamente a maior parte de seus nutrientes por lixiviação, sendo necessário fornecimento acima das exigências para evitar as deficiências, ação que eleva o custo da dieta e piora a qualidade da água.

O uso das rações fareladas causou efeitos imediatos nos resultados de crescimento, sobrevivência e conversão alimentar nas larviculturas de todo o país e contribuiu para o crescimento da piscicultura brasileira observado nas últimas duas décadas. Lembrando que uma cadeia produtiva só é sustentável à medida em que seja possível a obtenção das formas jovens em quantidade e qualidade suficientes. Apesar disso, é salutar entender que para que a ração farelada destinada à alimentação de pós-larvas de peixe seja eficiente, um desafio tecnológico/produtivo é estabelecido nas fábricas de rações, isso porque elas devem ser suficientemente atrativas para que as larvas possam percebê-las (cor, forma, tamanho), dispor de partículas pequenas para que possam ser ingeridas e também nutritivas para que as pós-larvas completem seu desenvolvimento ontogenético e cresçam (Kolkovski, 2013).

O metabolismo acelerado e o rápido crescimento das fases iniciais de desenvolvimento dos peixes refletem na necessidade de utilização de matérias-primas de alta qualidade, oriundas de fontes que facilitem a absorção dos nutrientes pelo animal.

ATRATIVIDADE

Uma desvantagem na utilização de rações para pós-larvas de peixes é que boa parte das espécies produzidas comercialmente possuem comportamento carnívoro durante toda a vida ou nos primeiros estágios de desenvolvimento e são incapazes ou possuem dificuldade para encontrar e capturar os alimentos secos e/ou processados, já que esses não emitem calor e não se movimentam. Assim, caso o manejo alimentar seja inadequado, o comportamento canibal pode ser estimulado, interferindo na taxa de sobrevivência após a incubação. Para tentar superar esse obstáculo, vários pesquisadores têm envidado esforços na busca por tecnologias e formulações voltadas ao aumento da atratividade das rações para essa fase, visando, principalmente, à melhoria do sabor e odor do alimento.

DIMENSÃO DAS PARTÍCULAS

A dimensão das partículas da ração é um ponto fundamental para a alimentação de pós-larvas de peixes. Partículas muito grandes podem ser de difícil ingestão, enquanto que partículas pequenas podem não ser identificadas (Azaza et al., 2010). De maneira geral, o tamanho ideal das partículas depende do estágio de desenvolvimento da larva com que se está trabalhando, sendo o tamanho da abertura da boca o que limitará o tamanho da presa/partícula que poderá ser ingerida (Tabela 1). Meurer et al. (2003a) recomendam a utilização de peneiras com malha de abertura de 0,60 mm para a moagem dos ingredientes utilizados na fabricação de rações fareladas para a Tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) durante a fase de inversão sexual.



Peso do peixe (g)	Largura da boca (mm)	Partícula ideal (mm)	Peso do peixe (g)	Largura da boca (mm)	Partícula ideal (mm)
0,03	-	0,2-0,3	100	14,9	3,7
0,3	-	0,3-0,5	150	15,8	4
0,5	2	0,5	350	18,2	4,6
1	3,2	0,8	500	19	4,8
3	5	3,1	700	20	5
5	6,8	1,7	1000	23	5,8
10	8	2	1200	26	6,5
20	10,7	7,2	1600	34	8,5
50	13,8	3,5	2000	38	9,5

Tabela 1. Tamanho ideal da partícula de ração x tamanho do peixe (*O. niloticus*). Azaza et al. (2010)

A alta relação superfície/volume existente em partículas tão pequenas invariavelmente resulta em maiores taxas de troca entre nutrientes e o meio, o que favorece a rápida perda de compostos de baixo peso molecular e hidrossolúveis. Sendo assim, nessa fase deve-se sempre priorizar a divisão dos tratos diários para um maior número possível, para que as larvas possam comer rapidamente o que está sendo fornecido, sem deixar tempo hábil para ocorrer a lixiviação.

DIGESTIBILIDADE

Em pós-larvas de peixes, a digestão das partículas de ração depende da presença de enzimas digestivas e da ação mecânica dos movimentos peristálticos que, como citado anteriormente, ainda não estão completamente desenvolvidos. Por essas razões, os ingredientes utilizados nas formulações devem conter nutrientes mais prontamente digestíveis do que aqueles utilizados para os peixes adultos, bem como aditivos que contribuam para o aumento da disponibilidade e aproveitamento do alimento como os blends de enzimas exógenas.

Na figura 1 é apresentado um resumo dos principais fatores que interferem no aproveitamento das rações iniciais por pós larvas de peixes.

A NUTRIÇÃO E O CRESCIMENTO MUSCULAR

O desenvolvimento do sistema muscular, que em peixes resulta em maior peso à despesca e rendimento de filé, pode acontecer por duas vias: hiperplasia e hipertrofia. A hiperplasia é caracterizada pelo aumento do número de fibras musculares e ocorre de maneira mais intensa imediatamente após a transição para a alimentação exógena. Já a hipertrofia ocorre ao longo da vida do peixe e é definida pelo incremento no diâmetro das fibras musculares (Rowlerson e Veggetti 2001). Assim, a nutrição de pós-larvas e alevinos irá interferir diretamente na hiperplasia das células musculares. Experimentos com bagres (Akster et al. 1995), carpa comum (Alami-Durante et al. 1997) e pacu (Leitão et al. 2009) revelaram que melhores dietas resultam em maiores taxas de recrutamento de fibras musculares, indicando que o potencial de crescimento é favorecido para pós-larvas melhor alimentadas. Por outro lado, dietas abaixo do ideal podem resultar em taxas reduzidas de crescimento ou até causar atrofia muscular (Leitão et al. 2009). Assim, os resultados da utilização de rações de ótima qualidade em peixes em fase de crescimento e engorda não serão os mesmos em pós-larvas e alevinos alimentados adequadamente em sua fase de hiperplasia, em comparação àqueles que foram negligenciados.

Fatores químicos

- Atrativos
- Amônia
- Cheiro

Ração

- Ingredientes
- Mistura
- Processamento

Digestão

- Enzimas digestivas
- Movimentos peristálticos
- Desenvolvimento do trato digestivo

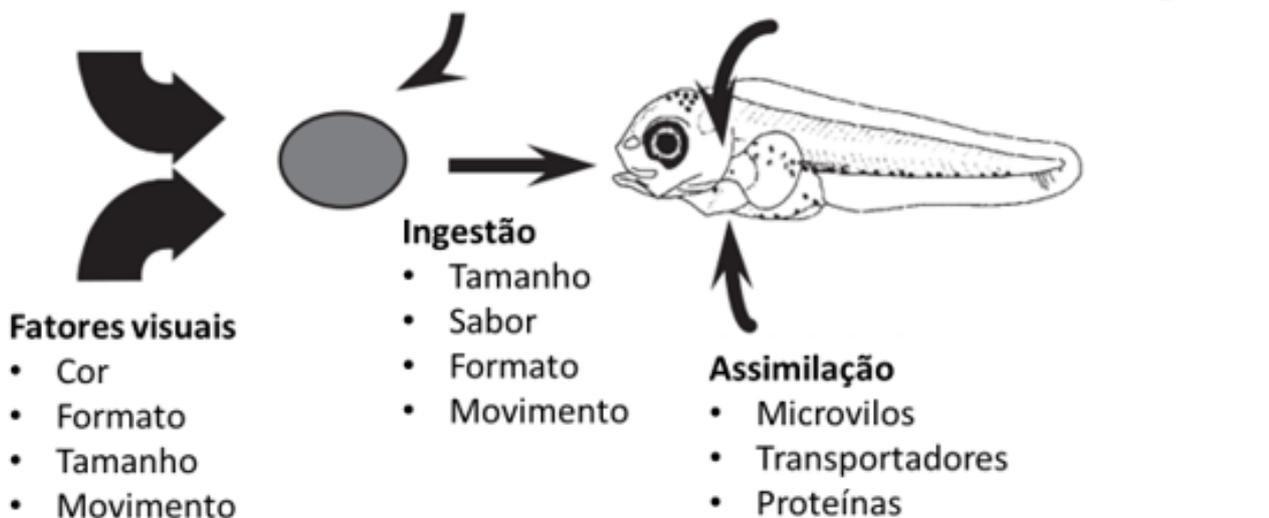


Figura 1. Fatores que interferem no aproveitamento das rações iniciais por pós-larvas de peixes. Adaptado de Kolkovski (2013).

REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE PÓS-LARVAS

O metabolismo acelerado e o rápido crescimento das fases iniciais de desenvolvimento dos peixes refletem na necessidade de utilização de matérias-primas de alta qualidade, oriundas de fontes que facilitem a absorção dos nutrientes pelo animal. Falando especificamente da nutrição de pós-larvas e comparando com seu impacto no desenvolvimento de outras espécies, podemos reafirmar a importância do correto atendimento dos diversos níveis nutricionais para um adequado desenvolvimento de órgãos, tecidos, além da performance de crescimento a longo prazo. Alimentos de alta qualidade que atendam às exigências em proteína/aminoácidos, energia, vitaminas e minerais resultam em estruturas esqueléticas e musculares mais fortes, favorecendo o aumento do tamanho corporal e do peso no momento da comercialização. A seguir, serão discutidos os principais nutrientes que devem ser considerados nas formulações de rações e seus impactos para o desenvolvimento adequado de pós-larvas de peixes.

PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS

O crescimento do peixe se baseia essencialmente em sua capacidade de realizar a deposição de proteínas musculares e do equilíbrio entre sua síntese e degradação (Carter e Houlihan, 2001). Para tanto, a composição de aminoácidos da dieta é fundamental, já que a síntese de proteínas requer que todos os aminoácidos essenciais ocorram em uma proporção ideal entre si. Desequilíbrios de aminoácidos na dieta podem comprometer a deposição de proteínas e conseqüentemente afetar o potencial de crescimento das pós-larvas de peixes. Rønnestad et al. (1999) observaram que larvas de peixes marinhos, após o início da alimentação exógena, necessitam de uma grande quantidade de aminoácidos para sustentar uma síntese de proteínas eficiente e sua rápida taxa de crescimento. Ademais, a suplementação dietética de leucina e taurina e seus precursores metionina e cisteína melhoram o desempenho de larvas de várias espécies de peixes (Katagiri et al., 2017). Akiyama et al. (1986) observaram que a deficiência do aminoácido triptofano induz escoliose em salmonídeos. Aragão et al. (2001a) por sua vez, relataram que a metionina é o aminoácido limitante para o crescimento em pós-larvas de peixes onívoros.

Embora o principal destino dos aminoácidos seja a síntese de proteínas, foi reconhecido que esses componentes regulam as principais vias metabólicas, que são importantes para outras funções além do crescimento (Li et al. 2009). Saavedra et al. (2010) demonstraram

que a suplementação adicional de microdietas balanceadas com aminoácidos aromáticos não aumentou o crescimento ou a sobrevivência de pós-larvas de *D. sargus*, mas reduziu suas deformidades esqueléticas e a mortalidade por estresse.

Para a formulação de rações destinadas a pós-larvas de peixes, deve-se levar em consideração sua capacidade limitada de digerir e absorver as proteínas nativas presentes nos ingredientes comumente utilizados, o que representa um grande problema, já que suas exigências por aminoácidos são altas. Para Tilápias do Nilo em fase de inversão sexual, por exemplo, a exigência por proteína digestível pode chegar a 38,6% (Hayashi et al., 2002). Desta forma, para que esse requerimento seja atendido, aminoácidos cristalinos e peptídeos (duas ou mais moléculas de aminoácidos) têm sido considerados nas formulações. Experimentos realizados substituindo a proteína de peixe por seu hidrolisado, fonte de di e tripeptídeos, em dieta para pós-larvas de robalo resultaram em melhores taxas de crescimento e sobrevivência (Zambonino Infante et al., 1997).

Um ingrediente muito comum nas formulações atuais é farinha de penas, que, apesar dos elevados níveis de proteína bruta (83,3%), possui um coeficiente de digestibilidade aparente de apenas 78,5% para tilápias (Guimarães et al 2008), nível consideravelmente baixo em relação a outras matérias-primas. Isso se deve ao fato de que 85 a 90% dessa proteína é queratina, que possui baixa solubilidade e alta resistência à ação de enzimas. Por isso, para a alimentação animal, essa matéria-prima deve passar por um processamento de hidrólise, que torna seus nutrientes mais disponíveis (Rostagno et al., 2011).

ENERGIA

A gordura dietética tem profundos efeitos na mudança do metabolismo, crescimento e diferenciação em pós-larvas de peixes. Os ácidos graxos, especialmente os altamente insaturados, atuam sobre a genoma por meio de receptores nucleares específicos, regulando genes envolvidos no desenvolvimento esquelético durante o crescimento do animal. A regulação da expressão gênica pela gordura da dieta é extensivamente estudada em mamíferos, pois tem amplas implicações na saúde humana, mas em peixes ainda precisa ser melhor relatada. Quiang (2016) observou que pós-larvas de tilápia alimentadas com níveis de lipídios de 4 a 11,5% obtiveram maior ganho de peso, eficiência alimentar, taxa de eficiência proteica e sobrevivência. Por outro lado, Boscolo et al. (2006) ao utilizarem níveis crescentes de energia digestível (3.300, 3.525, 3.750, 3.975 e 4.200 kcal/kg) para rações isoproteicas (38,6%) durante a fase de inversão sexual da mesma espécie, concluíram que o aumento nos níveis de energia digestível proporcionou uma redução no desempenho, com melhores resultados em ganho

de peso obtidos para as rações com 3.525 kcal/kg.

Quanto aos fosfolípidios, tem sido sugerido para várias espécies que a síntese endógena não é suficiente para o atendimento das necessidades larvais durante o período de alta multiplicação celular (Coutteau et al., 1997). Desta forma, sua incorporação na dieta poderia contribuir com o crescimento e o desenvolvimento.

Adicionalmente, os ácidos graxos altamente insaturados, principalmente o ácido eicosapentaenoico (EPA), docosahexaenóico (DHA) e araquidônico, são essenciais para o crescimento, desenvolvimento e sobrevivência de peixes (Sargent et al., 1999). Além de seu efeito promotor de crescimento, o EPA e principalmente o DHA estão envolvidos no desenvolvimento do sistema nervoso, incluindo células cerebrais e visuais (Furuita et al., 1998). Gapsin e Duray (2001) evidenciaram que a incorporação dietética de DHA diminuiu a incidência de deformidades operculares em peixes-leite (*Chanos chanos*).

VITAMINAS

As vitaminas são substâncias orgânicas indispensáveis para a saúde e desenvolvimento de pós-larvas de peixes. Esses nutrientes possuem importantes funções metabólicas, participando das reações bioquímicas do corpo na forma de coenzimas e também como matérias primas para substratos do metabolismo, além de atuarem, em alguns casos, como componentes estruturais de células e tecidos. Embora as vitaminas sejam essenciais, a maioria dos peixes não são capazes de sintetizá-las ou não as produzem em quantidade suficiente e, por isso, dependem do fornecimento constante de rações que atendam aos seus requerimentos. Em geral, os sinais de deficiência vitamínica são associados a redução de consumo, baixo desempenho, aumento das taxas de deformidade e mortalidade. A seguir, algumas das principais vitaminas que impactam na saúde e no desenvolvimento de pós-larvas de peixes serão discutidas.

Vitamina A

A vitamina A está associada à grande parte dos processos biológicos chave, como a proliferação e diferenciação celular, formação da visão, imunorregulação, ação antioxidante, reprodução e formação do tecido ósseo. Sua suplementação em dietas para peixes já foi relacionada a melhorias na proliferação e diferenciação das células intestinais de halibute do Atlântico (Moren et al., 2004), incremento na resposta imune de tilápias do Nilo (Guimarães et al., 2014) e na formação dos ossos e cartilagens durante os primeiros estágios de vida de *Sparus aurata* (Monzon et al., 2008). Apesar de sua grande importância, estudos relatam o potencial teratogênico dessa vitamina, ou seja, sua capacidade de aumentar as taxas de deformidade em pós-larvas alimentadas com

excesso desse nutriente (Cahu et al., 2003b). Dedi et al. (1995) observaram o aumento da frequência de deformidades ósseas, como curvatura vertebral, fusão e compressão das vértebras em larvas de linguados japoneses alimentados com altos níveis de vitamina A. Dessa forma, seu grau de suplementação em rações iniciais de peixes deve ser feito com cautela para que não ocorram deficiências ou excessos, permitindo um desempenho ótimo das pós-larvas.

Vitamina D

Pouco se sabe sobre os efeitos da vitamina D em pós-larvas de peixes, mas é muito provável que possua ações semelhantes às causadas em peixes adultos. Há várias formas biologicamente ativas de vitamina D, sendo que em animais a mais importante é a D3 (colecalciferol), que atua principalmente na manutenção da homeostase do cálcio e fósforo e na proteção da integridade do esqueleto (Takeuchi et al., 1991). Além disso, participa também do metabolismo lipídico por meio da oxidação dos ácidos graxos em adipócitos (Peng et al., 2017). Deficiências de vitamina D em peixes já foram associadas ao retardo no crescimento, deformidades, lesões cutâneas, letargia, coloração escura e hipercalcemia (Mai et al., 2022).

Vitamina E

Os peixes também não são capazes de sintetizar essa vitamina. Sendo assim, caso os requerimentos nutricionais não sejam atendidos nas rações, problemas como o retardo no crescimento, menor resistência às doenças e alterações histopatológicas são observados. Suas funções se baseiam na alta capacidade antioxidante e de imunomodulação, desintoxicação do organismo e favorecimento dos parâmetros reprodutivos. Pan et al. (2017) observaram aumento na produção das enzimas antioxidantes e a melhoria da resposta imune inata, como uma maior atividade fagocitária, de atividade dos lisossomos e expressão de peptídeos antimicrobianos em carpa capim suplementadas com vitamina E. Essa vitamina também diminuiu a genotoxicidade e citotoxicidade de metais pesados como cádmio, cobre, chumbo e zinco em tilápias (Harabawy e Molesh, 2014) e melhorou a performance reprodutiva de truta arco-íris (Canyurt e Akhan, 2008). A utilização de elevadas doses de vitamina E (aproximadamente 400 UI/kg) resulta em melhor resposta do sistema imune e na neutralização de radicais livres, sendo que estes são produzidos em grande quantidade na fase de pós-larvas de peixes.

Vitamina K

Embora alguns animais não requeiram suplementação de vitamina K já que suas bactérias intestinais são capazes de sintetizá-las, isso ainda não foi descrito para peixes (Mai et al., 2022). Essa vitamina possui importante ação na regulação metabólica do cálcio e, embora sejam escassos

os dados para pós-larvas, sabe-se que em peixes adultos sua deficiência resulta em deformidades, diminuição do depósito de cálcio e alterações histopatológicas (Taveekijakarn et al. 1996b; Roy e Lall 2007).

Vitamina C

O ácido ascórbico, ou vitamina C, está envolvido em importantes funções fisiológicas no organismo dos peixes, com particular importância para o crescimento e aumento da resistência de pós-larvas. Para o crescimento, é essencial na síntese do colágeno, elemento que irá compor grande parte do sistema esquelético (Rotta, 2003). Quanto à resistência, a vitamina C atua como um potente elemento antioxidante e imunomodulador, juntamente com vitamina E e selênio, que reagem com os radicais livres causados pelo estresse e reduzem a toxicidade decorrente da presença de metais pesados ou toxinas na água (Gao et al., 2014). A ação antioxidante da vitamina C já foi comprovada em diversas situações, como no estresse causado por altas temperaturas em *M. amblycephala* (Ming et al., 2012) e pelo aumento dos níveis de salinidade em *O. niloticus* (Caxico vieira et al., 2018).

Em ambiente natural, a vitamina C pode ser encontrada no plâncton e outros organismos, mas nas pisciculturas de sistemas intensivos, com baixa disponibilidade de alimento natural, deve obrigatoriamente estar presente na dieta. Toyama et al. (2000) observaram melhores resultados em ganho de peso de tilápias do Nilo em fase de inversão sexual suplementadas com melhores níveis de vitamina C. Gapsin et al. (1998) relataram anormalidades operculares características de peixes escorbúticos 50% menor em larvas de *milkfish* alimentadas com rotíferos e artêmia enriquecidos com ácidos graxos insaturados e vitamina C.

MINERAIS

Os minerais são encontrados naturalmente em elementos inorgânicos e requeridos em pequenas quantidades para a manutenção das funções fisiológicas essenciais à vida de todas as formas animais. Contudo, muito embora o metabolismo mineral no interior do organismo seja parecido, diferentemente dos animais terrestres, os peixes possuem a habilidade de absorver esses elementos não somente da dieta, mas também do ambiente por meio das trocas iônicas realizadas pelas brânquias, fato que dificulta a determinação exata de suas exigências nutricionais.

Até então, a maior parte das pesquisas com elementos minerais em peixes focam em sua toxicidade, osmorregulação e funções fisiológicas. Sabe-se que os minerais compõem uma parte importante das estruturas ósseas e são necessários para a grande maioria dos processos metabólicos. Cálcio, fósforo, boro, zinco, cobre, silício, vanádio, selênio, manganês e flúor são conhecidos por afetar a formação óssea ou mineralização em animais terrestres (Beattie e Avenell 1992) e muito provavelmente de peixes em estágios iniciais de desenvolvimento. Os sintomas mais comuns relacionados à deficiência de minerais já relatados em peixes são redução do crescimento, piora da conversão alimentar, formação esquelética pobre e deformidade, anemia, maior conteúdo de gordura visceral entre outros (Santosh, 2022).

Como visto anteriormente, o atendimento das exigências nutricionais dos peixes por vitaminas e minerais é essencial para que não ocorra uma série de problemas metabólicos, de desempenho e saúde que irão interferir diretamente nos resultados do peixe gordo. É importante ressaltar que essas exigências variam, entre outros fatores, de acordo com a espécie, idade, estado reprodutivo e fisiológico do animal. Na tabela 2 é apresentado um resumo das exigências nutricionais de pós-larvas de peixes para as principais vitaminas e minerais.

Nutriente	Exigência nutricional espécie	Espécie
Vitamina A	1,06 mg/kg	<i>O. niloticus</i>
Vitamina D	374,8 UI/kg	Tilápia híbrida
Vitamina E	44 - 66 mg/kg	Tilápia híbrida
Vitamina K	3,13 mg/kg	<i>O. niloticus</i>
Vitamina C	185,86 mg/kg	<i>C. carpio</i>
Cálcio	0,7 g/100g	<i>O. niloticus</i>
Fósforo	0,65 g/100g	<i>O. niloticus</i>
Magnésio	0,6-0,77 g/kg	<i>O. niloticus</i>
Ferro	150 - 160 mg/kg	Tilápia híbrida
Zinco	37,2 mg/kg	<i>O. niloticus</i>
Cobre	4 mg/kg	Tilápia híbrida
Selênio	0,25 mg/kg	<i>O. niloticus</i>

Tabela 2. Resumo das exigências nutricionais de vitaminas e minerais em pós-larvas e alevinos de peixes. Obtido de Hardy e Kaushik (2022).

ADITIVOS EM RAÇÕES PARA PÓS-LARVAS

A piscicultura vem acumulando sucessivos aumentos produtivos nos últimos anos, o que gera uma necessidade cada vez mais forte de aprimoramento, sobretudo quanto aos parâmetros nutricionais que, por vezes, representam até 80% dos custos de produção. Nesse sentido, os nutricionistas de todo o mundo vêm tentando buscar alternativas inovadoras que possibilitem principalmente a melhoria do desempenho zootécnico, resistência a doenças, aumento da resposta imune e diminuição da mortalidade dos peixes (Firouzbakhsh et al., 2011). Entre essas inovações estão os aditivos alimentares, como as enzimas exógenas, prebióticos, probióticos e óleos essenciais, que têm demonstrado resultados positivos sobre o desempenho e imunidade dos peixes, inclusive para a fase de pós-larvas.

ENZIMAS EXÓGENAS

Uma alternativa tecnológica para o aumento da digestibilidade dos ingredientes utilizados em rações para pós-larvas são os aditivos enzimáticos, compostos que possuem a função de somar às enzimas endógenas e contribuir para a digestão de um substrato específico, como o amido (amilases), proteína (proteases), fitato (fitases), entre outros. Esses aditivos geralmente extraídos de leveduras, fungos ou bactérias podem ser utilizados com bons resultados na forma unitária ou em misturas denominadas *blends* (enzimas provenientes de espécies diferentes) ou complexos (enzimas de uma mesma origem) (Gomes et al., 2016). O uso de complexos ou *blends* permite que as enzimas atuem de forma simultânea, cada uma em seu substrato específico, possibilitando maior disponibilidade de nutrientes para os peixes. A inclusão de um complexo enzimático (celulase, protease e amilase) para tilápias do Nilo melhorou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta, amido, cálcio e fósforo (Oliveira, et al., 2007). Tachibana et al. (2010) observaram uma melhor eficiência digestiva em animais da mesma espécie alimentadas com ração contendo triticale e aditivadas com *blend* enzimático de endoxilanase e endo-beta-glucanase.

PREBIÓTICOS

Conceitualmente, os prebióticos são aditivos presentes nas rações que não são digeridos pelas enzimas do hospedeiro, mas fermentados pela flora bacteriana do trato digestório, originando substâncias que estimulam seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias benéficas e inibem a colonização de bactérias patogênicas ou indesejáveis (Gibson e Roberfroid, 1995). Alguns açúcares, absorvíveis ou não, fibras, álcoois de açúcares e oligossacarídeos se enquadram nesse conceito. Atualmente, os mais utilizados para piscicultura são os mananoligossacarídeos (MOS)

e as betaglucanas, provenientes da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

A utilização desses polissacarídeos promove a saúde e o desempenho a partir de sua ação anti-inflamatória e de estímulo ao sistema imune, que melhoram a integridade da mucosa intestinal e, conseqüentemente, o aproveitamento dos nutrientes, tornando os peixes mais resistentes (Li e Gatlin, 2004). Especificamente para a fase de inversão sexual de tilápias, Schwarz et al. (2011) observaram que a utilização de MOS promoveu o aumento do comprimento do intestino, da altura das vilosidades e da densidade dos vilos intestinais, fatores que provavelmente estavam relacionados à melhoria da conversão alimentar observada.

PROBIÓTICOS

Os probióticos são aditivos alimentares à base de micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades apropriadas, conferem benefícios à saúde do hospedeiro a partir da proliferação de bactérias benéficas e promoção do equilíbrio da microbiota intestinal (Verschuere et al., 2000). Essas bactérias produzem ácidos orgânicos que reduzem o pH luminal e inibem a proliferação das bactérias nocivas que promovem a descamação e inflamação do epitélio, favorecendo assim o desenvolvimento da mucosa intestinal e resultando na melhora da digestibilidade, absorção de nutrientes e do desempenho zootécnico dos animais (Nayak, 2010). As bactérias *Bacillus subtilis* e *Pediococcus acidilactici* são dois dos probióticos mais utilizados na aquicultura. Vários estudos utilizando probióticos na alimentação de tilápias já demonstraram bons resultados, com a observação de alterações na morfologia intestinal como o aumento da quantidade e altura das vilosidades, do número de células caliciformes e a ampliação da área de absorção da mucosa intestinal, que resultaram na melhora significativa na eficiência de aproveitamento dos alimentos (Mello et al. 2013).

A utilização em conjunto dos aditivos prebióticos e probióticos é conhecida como simbiose. Essa junção potencializa os benefícios desses compostos quando comparado à utilização individual, isso porque bactérias probióticas são adaptadas a se desenvolverem na presença dos prebióticos e isso as fortalece para colonização do trato do hospedeiro e início de sua função (Badaró et al., 2009). Araújo et al. (2018) observaram que em condições normais a utilização de aditivos pré e probióticos na dieta de pós-larvas de tilápia não impactaram nos parâmetros de crescimento, sobrevivência, microbiológicos ou histomorfométricos, mas que, após uma infecção experimental, foram observadas consideráveis vantagens do uso desses aditivos na resistência e sobrevivência dos peixes.

ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são elementos orgânicos voláteis, obtidos como metabólitos secundários exclusivamente de fontes vegetais, sendo responsáveis pela proteção e comunicação das plantas aromáticas (Kulkarni et al., 2013). Esses componentes são em geral líquidos, límpidos e podem ser obtidos a partir de qualquer parte da planta (flores, folhas, frutos, sementes, raízes, rizomas ou caules). Entre os mais conhecidos podemos citar os óleos essenciais de orégano e tomilho (timol e carvacrol), alho (garlicina e alicina), pimenta (capsaicina), alecrim (cineol), citronela (citronelal), entre outros.

Muitos mecanismos de ações benéficas têm sido propostos para o uso dos óleos essenciais como aditivos em rações, principalmente quanto aos seus efeitos prebióticos no ambiente intestinal que equilibra a microbiota pela inibição de grupos bacterianos patogênicos e por sua alta capacidade imunomodulatória (Yilmaz et al., 2015). Apesar de poucos estudos terem sido realizados com pós-larvas de peixes, seus efeitos benéficos na aquicultura já foram relatados. Por exemplo, o carvacrol se mostrou eficiente para o aumento da resistência a infecções de *Edwardsiella* e na imunomodulação de tilápias e trutas (Yilmaz et al., 2015; Rattanachaiakunsopon e Phumkhachorn, 2010). A inclusão de timol em rações para as mesmas espécies também contribuiu para o aumento da capacidade antioxidante muscular e melhoria da taxa de crescimento dos peixes (Rattanachaiakunsopon e Phumkhachorn, 2010).

É muito importante que as larviculturas se atentem cada vez mais à qualidade da nutrição de suas pós-larvas, utilizando rações como a FLASH FISH #00, que atendam todas suas exigências nutricionais e contribuam para um ótimo desempenho e saúde durante todo ciclo de engorda do peixe.

FLASH FISH #00 TECNOLOGIA E DESEMPENHO PARA PÓS-LARVAS

A nova ração Flash Fish #00 da Polinutri chega para compor o programa de nutrição das



formas jovens de peixes tropicais mais completo do mercado, trazendo consigo precisão em seu balanço nutricional, com a utilização de ingredientes altamente digestíveis que atenderão por completo as exigências de pós-larvas e, principalmente, tilápias em fase de inversão sexual. Além disso, a ração Flash Fish #00, finamente farelada e que comprovadamente possui 100% de flutuabilidade após o fornecimento, contém 50% de proteína bruta de alto valor biológico e aditivos tecnológicos (*blend* enzimático, prebióticos, probióticos e óleos essenciais) que garantirão rápido crescimento, maior uniformidade dos lotes, vitalidade e saúde das pós-larvas frente aos desafios, melhor qualidade de água e ótimos índices de inversão sexual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos piscicultores no momento da aquisição de seus alevinos e juvenis se atentam apenas a fatores visuais, como o aspecto e tamanho do peixe, a padronização do lote e a existência de doenças. No entanto, como vimos neste artigo, parâmetros zootécnicos importantes como a multiplicação das células musculares que determinarão o ganho de peso e o rendimento de filé ao fim do ciclo de engorda, bem como o desenvolvimento do sistema imune dos animais começam a ser definidos em suas primeiras fases de vida, logo quando abrem a boca e iniciam a alimentação exógena. Esses parâmetros que não podem ser avaliados a olho nu impactarão fortemente na definição se o ciclo de engorda será lucrativo ou não. Desta forma, é muito importante que as larviculturas se atentem cada vez mais à qualidade da nutrição de suas pós-larvas, utilizando rações como a FLASH FISH #00, que atendam todas suas exigências nutricionais e contribuam para um ótimo desempenho e saúde durante todo ciclo de engorda do peixe.

REFERÊNCIAS

- Akiyama, T., Murai, T., Nose, T.,** 1986. Oral administration of serotonin against spinal deformity of chum salmon fry induced tryptophan deficiency. *Bull. Jpn. Soc. Scient. Fish.* 52, 1249 – 1254.
- Akster, H.A., Verreth, J.A.J., Spierts, I.L.Y., Berbner, T., Schmidbauer, M., and Osse, J.M.W.** 1995. Muscle growth and swimming in larvae of *Clarias gariepinus* (Burchell). *ICES Marine Science Symposia* 201 : 45 – 50 .
- Alami-Durante , H. , Fauconneau , B. , Rouel , M. , Escaffre , A.M. , and Bergot , P.** 1997 . Growth and multiplication of white skeletal muscle fibres in carp larvae in relation to somatic growth rate . *Journal of Fish Biology* 50 : 1285 – 1302 .
- Alami-Durante, H. Marianne Cluzeaud, Carine Duval, Patrick Maunas, Virginia Girod-David and Françoise Médale.** Early decrease in dietary protein:energy ratio by fat addition and ontogenetic changes in muscle growth mechanisms of rainbow trout: short- and long-term effects. *British Journal of Nutrition*, 112 (5), pp. 674-687, 2014.
- Aragão, C., Conceção, L.E.C., Fyhn, H.J., Dinis, M.T.,** 2001. Amino acid profiles of sea bream (*Sparus aurata*) and sole (*Solea senegalensis*) during first feeding: are currently used diets imbalanced in amino acids? In: Hendry, C.I., Van Stappen, G., Wille, M., Sorgeloos, P. (Eds.), *Larvi 01-Fish and Shellfish Larviculture Symposium. Special Publication*, vol. 30. European Aquaculture Society, Oostende, Belgium, pp. 32 – 35.
- Araújo, E. R. Barbas, L. A. Ishikawa, C. M. Dias, D. C.** Prebiotic, probiotic, and synbiotic in the diet of Nile tilapia post-larvae during the sex reversal phase. *Aquaculture International* 26(1):1-1, 2018.
- Azaza MS, Dhraief MN, Kraiem MM and Baras E** 2010a. Influences of food particle size on growth, size heterogeneity, feed efficiency and gastric evacuation of juvenile Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Aquaculture* 309, 193-202.
- Badaró, A. C. L et al.** Alimentos probióticos: aplicações como promotores da saúde humana. *Revista Digital de Nutrição*, v. 3, n. 4, p. 396-410, 2009.
- Baglole , C.J. , Murray , H.M. , Goff , G.P. , et al.** 1997 . Ontogeny of the digestive tract during larval development of yellowtail flounder: a light microscopic and mucus histochemical study . *Journal of Fish Biology* 51 : 120 – 134 .
- Beattie, J.H., and Avenell, A.** 1992. Trace element nutrition and bone metabolism . *Nutrition Research Reviews* 5 : 167 – 188 .
- Boscolo, W. R.; Feiden, A.; Signor, A.; et al.** Energia digestível para alevinos de tilápiado-nilo (*Oreochromis niloticus* , L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 3, p. 629-633, 2006.
- Cahu, C.L., Zambonino Infante, J.L., Toshio, T.,** 2003. Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture*, 227, 245 – 258.
- Canyurt, M.A. and Akhan, S.,** 2008b. Effect of dietary vitamin E on the sperm quality of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Aquaculture Research*, vol. 39, no. 9, pp. 1014-1018. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2109.2008.01952.x>.
- Carter, C.G.; Houlihan, D.F.** Protein synthesis. In: Wright, P.A.; Anderson, P.M. (Ed.). *Nitrogen excretion* New York: Academic, 2001. p.31-75. (*Fish physiology*, 20).
- Caxico vieira, C.A.S. Vieira, J. S. Bastos, M. S. V. Zancanela, L. T. Barbosa, E. Gasparino, A. P. Del Vesco.** Expression of genes related to antioxidant activity in Nile tilapia kept under salinity stress and fed diets containing different levels of vitamin C *J. Toxicol. Environ. Health Part A*, 81 (2018), pp. 20-30
- Coutteau, P.; Geurden, I.; Camara, M.R.; Bergot, P.; Sorgeloos, P. 1997 Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture. *Aquaculture*, Amsterdam, 155: 149-164.
- Dedi, J., Takeuchi, T., Seikai, T., Watanabe, T., and Hosoya , K.** 1997 . Hypervitaminosis A during vertebral morphogenesis in larval Japanese flounder. *Fisheries Science: FS* 63: 466 – 473 .
- Dunshea, F. R.; Kerton, D. K.; Cranwell, P. D.; Campbell, R. G.; Mullan, B. P., King, R. H.; and Pluske, J. R.** 2003. Lifetime and post-weaning determinants of performance indices of pigs. *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(4), 363-370.
- Monzon, I. F. Hontoria, F. Ortiz-Delgado, J. B. Kotzamanis, Y.** Larval performance and skeletal deformities in farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*) fed with graded levels of vitamin a enriched rotifers (*Brachionus plicatilis*). *Aquaculture* 283(1-4):102-115, 2008.
- Firouz bakhsh, F., Noori, F., Khalesi, M.K. and Jani-khalili, K.,** 2011. Effects of a probiotic, protexin, on the growth performance and hematological

- parameters in the Oscar (*Astronotus ocellatus*) fingerlings. *Fish Physiology and Biochemistry*, vol. 37, no. 4, pp. 833-842.
- Furuita, H., Takeuchi, T., Uematsu, K.,** 1998. Effects of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on growth, survival and brain development of larval Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). *Aquaculture* 161, 269 - 279.
- Gao, J., Koshio, S., Ishikawa, M., Yokoyama, S., Mamaug, R.E.P.,** 2014. Interactive effects of vitamin C and E supplementation on growth performance, fatty acid composition and reduction of oxidative stress in juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* fed dietary oxidized fish oil. *Aquaculture*. 422, 84-90.
- Gapasin, R.S.J., Bombeo, R., Lavens, P., Sorgeloos, P., Nelis, H.,** 1998. Enrichment of live food with essential fatty acids and vitamin C: effects on milkfish (*Chanos chanos*) larval performance. *Aquaculture* 162, 269 - 286.
- Gapasin, R.S.J., Duray, M.N.,** 2001. Effects of DHA-enriched live food on growth, survival and incidence of opercular deformities in milkfish (*Chanos chanos*). *Aquaculture* 193, 49 - 63.
- Gibson, G.R.; Roberfroid, B.M.** Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr, Bethesda*, v.125, n.6, p.1401-1412, 1995.
- Gomes, V. D. S., Silva, J. H. V., Cavalcanti, C. R., DA Fonseca, S. B., Jordão filho, J., Silva neto, M. R., da Silva, F. B.** Utilização de enzimas exógenas na nutrição de peixes - revisão de literatura. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR*, v. 19, n. 4. 2016.
- Guimarães, I.G.; Pezzato, L.E.; Barros, M.M.** et al. Amino acid availability and protein digestibility of several protein sources for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture Nutrition*, v.14, p.396-404, 2008b.
- Guimarães, I. G., Pezzato, L.G.,** Vivian G Santos, Ricardo O Orsi, Margarida M Barros. Vitamin A affects haematology, growth and immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, L.), but has no protective effect against bacterial challenge or cold-induced stress. *Aquaculture research*. Volume47, Issue6, 2016, 2004-2018.
- Harabawy, A.S.A. and Mosleh, Y.Y.I.** (2014) The Role of Vitamins A, C, E and Selenium as Antioxidants against Genotoxicity and Cytotoxicity of Cadmium, Copper, Lead and Zinc on Erythrocytes of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 104, 28-35.
- Hardy, R. W. Kaushik, S. J. Fish nutrition. 4th Edition. Academic Press,** 2022, 905 p.
- Hayashi, C. et al.** Exigencia de proteína digestível para larvas de tilapia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), durante a reversão sexual. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.823-828, 2002.
- Jaroszewska, M. , and Dabrowski , K. 2009a . The nature of exocytosis in the yolk trophoblastic layer of silver arowana (*Osteoglossum bicirrhosum*) juvenile, the representative of ancient teleost fishes . *The Anatomical Record* 292 : 1745 - 1755
- Katagiri, R., Sasaki, T., Diaz, A., Ando, M., Margulies, D., Scholey, V.P. Sawada, Y.,** 2017. Effect of taurine enrichment in rotifer (*Brachionus* sp.) on growth of larvae of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* (Temminck & Schlegel) and yellowfin tuna *T. albacares* (Temminck & Schlegel). *Aquacult. Res.* 48, 3013-3031.
- Kolkovski S.** 2013. Microdiets as alternatives to live feeds for fish larvae in aquaculture: improving the efficiency of feed particle utilization. In: Allan G, Burnell G, editors. *Advances in aquaculture hatchery technology*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited; p. 203-222.
- Kulkarni, R. R.; Pawar, P. V.; Joseph, M. P.; Akulwad, A. K.; Sen, A.; Joshi, S. P.** *Lavandula gibsoni* and *Plectranthus mollis* essential oils: chemical analysis and insect control activities against *Aedes aegypti*, *Anopheles sfttephensi* and *Culex quinquefasciatus*. *Journal of Pest Science*, v. 86, n. 4, p. 713-718, 2013.
- Leitão , N.J. , Dal Pai - Silva , M. , Almeida , F.L.A. , and Portella , M.C.** 2009 . Influence of initial feeding on muscle growth and expression of myogenic regulating factors in pacu *Piaractus mesopotamicus* larvae. In: Hendry , C.I. , van Stappen , G. , Wille , M. , and Sorgeloos , P.(eds.) *Larvi ' 09 — Fish & Shellfish Larviculture Symposium*, Special Publication No. 38. European Aquaculture Society , Oostende, Belgium , pp. 226 - 227 .
- Li P, Mai K, Trushenski J, Wu G.** New developments in fish amino acid nutrition: towards functional and environmentally oriented aquafeeds. *Amino Acids*. 2009; 37(1):43-53.
- Li, P. and Gatlin, D.M.** (2004) Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic? AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. *Aquaculture*, 231, 445-456.
- Mai, K., Waagbo, X. Q., Zhou, Q. H. Feng, L.**

- Vitamins. In: Hardy, R. W. Kaushik, S. J. Fish nutrition. 4th Edition. Academic Press, 469-532 pp. 2022.
- Mello, H. et al.** Efeitos benéficos de probióticos no intestino de juvenis de Tilápia-do-Nilo. Pesquisa Veterinária Brasileira, p.724-730, 2013.
- Meurer, F. et al.** Influência do Processamento da Ração no Desempenho e Sobrevivência da Tilápia do Nilo, Durante a Reversão Sexual. Rev. Bras. Zootec., Viçosa, v.32, n.2, p. 262 – 267, 2003a.
- Jianhua Ming 1, Jun Xie, Pao Xu, Xianping Ge, Wenbin Liu, Jinyun Ye.** Effects of emodin and vitamin C on growth performance, biochemical parameters and two HSP70s mRNA expression of Wuchang bream (*Megalobrama amblycephala* Yih) under high temperature stress. Fish Shellfish Immunol. 2012 May;32(5):651-61.
- Moren, M., Opstad, I., and Hamre, K.** 2004. A comparison of retinol, retinal and retinyl ester concentrations in larvae of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) fed *Artemia* or zooplankton. Aquaculture Nutrition 10 : 253 – 259
- Nayak, S. K. Probiotics and immunity: A fish perspective. Fish & Shellfish Immunology 29(1):2-14, 2010.
- Oliveira, G. R. et al.** Digestibilidade de nutrientes em ração com complexo enzimático para tilápia-do-Nilo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 6, p. 1945-1952, 2007.
- Pan et al.** Vitamin E deficiency depressed fish growth, disease resistance, and the immunity and structural integrity of immune organs in grass carp (*Ctenopharyngodon idella*): Referring to NF- B, TOR and Nrf2 signaling. Fish Sellfish Immunol. 60, 219-236, 2017.
- Peng et al.** Fatty acid oxidation in zebrafish adipose tissue is promoted by 1,25(OH)2D3. Cell Rep. 19, 1444-1455, 2017.
- Jun Qiang,Jie He,Hong Yang,Yi-Lan Sun,Yi-Fan Tao,Pao Xu,Zhi-Xiang Zhu.** Dietary lipid requirements of larval genetically improved farmed tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and effects on growth performance, expression of digestive enzyme genes, and immune response. Aquaculture research. Volume48, Issue6 June 2017 Pages 2827-2840.
- Rattanachaikunsopon, P.;** Phumkhachorn, P. Potential of cinnamon (*Cinnamomum verum*) oil to control *Streptococcus iniae* infection in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Fisheries Science, v.76, p. 287-293, 2010.
- Roy, P.K., and Lall, S.P.** 2007. Vitamin K deficiency inhibits mineralization and enhances deformity in vertebrae of haddock (*Melanogrammus aeglefinus* L.). Comparative Biochemistry and Physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology 148 : 174 – 183.
- Rønnestad, I., Thorsen, A., Finn, R.N.,** 1999. Fish larval nutrition: a review of recent advances in the roles of amino acids. Aquaculture 177, 201 – 216.
- Rotta, M.A.** 2003. Utilização do Ácido Ascórbico (Vitamina C) pelos Peixes. Boletim Técnico Embrapa Pantanal, Corumbá, 54 p.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.;** Donzele J.L. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: UFV, 2011. 252p.
- Rowlerson, A.; Veggetti, A.** Cellular mechanisms of post-embryonic muscle growth in aquaculture species. In: JOHNSTON, I.A. Muscle Development and Growth. London: Academic Press, 2001, p.103-139.
- Saavedra, M., Conceição, L. E. C, Barr, Y., et al** (2010) Tyrosine and phenylalanine supplementation on *Diplodus sargus* larvae: effect on growth and quality. Aquaculture Research, 41, 1523-1532.
- Santosh, P. L. The minerals. In: Hardy, R. W. Kaushik, S. J. Fish nutrition. 4th Edition. Academic Press, 469-532 pp. 2022.
- Sargent, J.R., McEvoy, L.A., Estévez, R.J., and Tocher, D.R.** 1999. Lipid nutrition in marine fish during early development: current status and future directions. Aquaculture 179 : 217 – 229
- Schwarz,K.K.;Furuya,W.M.;Natali,M.R.M.;Gauzezi, M.C.; Lima, P.A.G.** 2011. Mananoligossacarídeo em dietas para larvas de tilápia. Revista Brasileira de Zootecnia, 40(12): 2634-2640.
- Tachibana, L. Gonçalves, G. S. Guimarães, I. G. Pezzato, L. E.** DIGESTIBILIDADE Aparente do triticale para a tilápia do Nilo. Bol. Inst. Pesca, São Paulo, 36(1): 39 – 44, 2010
- P. Taveekijakarn, T. Miyazaki, M. Matsumoto, S. Aral.** Histopathological and haematological changes in amago salmon, *Oncorhynchus rhodurus* (Jordan & McGregor), fed a vitamin-D-free diet J. Fish Dis., 19 (1996), pp. 289-294
- Takeuchi, T.,** 2001. A review of feed development for early life stages of marine finfish in Japan. Aquaculture 200, 203 – 222.

Toyama, G.N.; Corrente, J.E.; Cyrino, J.E.P.
Suplementação de vitamina C em rações para reversão sexual da tilápia do Nilo. Scientia Agrícola, v.57, n.2, p.221-228, 2000.

Verschuere, L., Rombaut, G., Sorgeloos, P. and Verstraete, W. (2000) Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. Microbiol Mol Biol Rev 64, 655- 671.

Ebru Yılmaz; Sebahattin Ergün; Sevdan Yılmaz
Influence of Carvacrol on the Growth Performance, Hematological, Non-Specific Immune and Serum Biochemistry Parameters in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) 2015 Food and Nutrition Sciences 6(6):523-531

Zambonino Infante, J.L., Cahu, C.L., Peres, A., 1997. Partial substitution of di- and tripeptides for native proteins in sea bass diet improves *Dicentrarchus Labrax* larval development. J. Nutr. 127, 608 - 614.



Pedro Luiz de Castro
Coordenador
Técnico de
Nutrição Aqua