

REVISTA DA



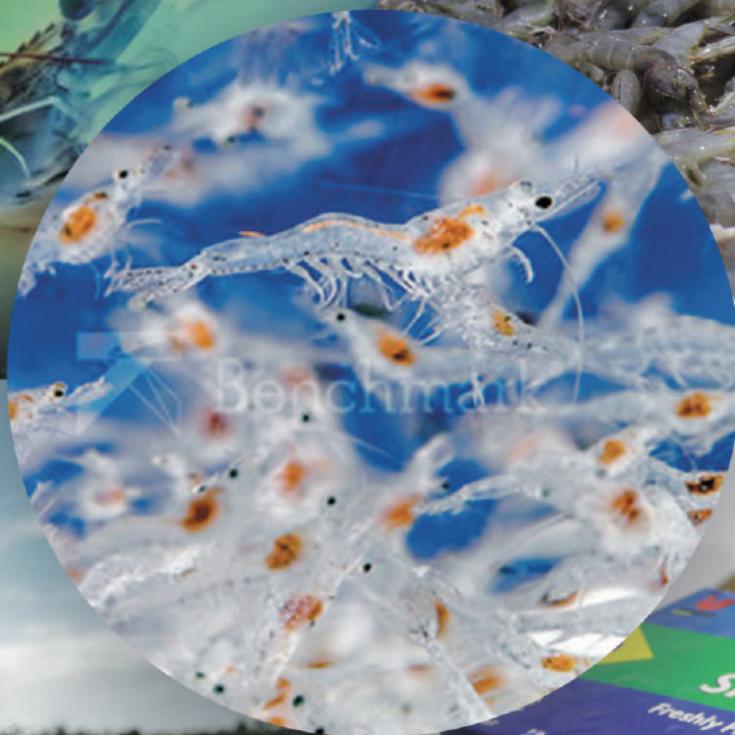
**ABCC**  
Associação Brasileira  
de Criadores de Camarão

ISSN 1982-4823

ANO XXIII Nº 3 JUNHO DE 2021

# DESAFIOS PARA A CARCINICULTURA BRASILEIRA VOLTAR A SER COMPETITIVA:

## UTILIZAR PÓS-LARVAS (SPF/SPR) DE ALTA PERFORMANCE E RETORNAR AO MERCADO INTERNACIONAL



CADASTRE-SE / [ABCCAM.COM.BR](http://ABCCAM.COM.BR)





## Atualização Sobre as Exigências de Minerais para Camarões Marinhos

Rodrigo Antônio Ponce de Leon Ferreira de Carvalho, Dr.

(Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos. Curso Técnico em Aquicultura, Unidade de Ciências Agrárias / Escola Agrícola de Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte -UFRN, e-mail: rodrigo.ponce@ufrn.br)

Este artigo é uma atualização do artigo "O papel dos minerais na nutrição dos camarões marinhos" publicado na edição de junho de 2018 da Revista da ABCC incluindo dados específicos sobre as exigências de minerais na dieta para camarões marinhos.

Existem menos informações disponíveis sobre as exigências de minerais nas rações para peixes e camarões do que para a maioria dos nutrientes. Os estudos sobre as exigências de minerais em animais aquáticos possuem complicadores como a absorção de alguns minerais da água além daqueles presentes na dieta, as perdas por lixiviação dos minerais da ração, a falta de informações sobre a biodisponibilidade de minerais de diferentes fontes e a limitação dos desenhos experimentais para conhecer as exigências e os efeitos das carências de minerais nas dietas dos organismos aquáticos.

De forma grosseira, o papel dos minerais no metabolismo dos animais aquáticos e terrestres é parecido, exceto no que diz respeito à osmorregulação, aqui definida como "a manutenção de pressão osmótica constante nos fluidos de um organismo através do controle das concentrações de água e íons" devido a certas particularidades.

A amplitude da distribuição dos crustáceos da água doce e através dos ambientes estuarinos para as águas marinhas e o ambiente terrestre é a melhor prova da capacidade excepcional destes animais em se adaptar às diferentes salinidades. A osmorregulação é o principal mecanismo fisiológico para manter a homeostase hidromineral nestes animais (Thabet et al., 2017).

A salinidade não apenas estimula o acúmulo de aminoácidos livres, como também modifica a expressão dos genes que codificam o transporte de íons e das enzimas que fazem a desintoxicação dos radicais livres (Thabet et al., 2017). O *L. vannamei* é reconhecido como uma das espécies de peneídeos mais eurihalinas com os adultos e juvenis apresentando características hiper-hipo-osmoreguladores padrão 3 no qual a metamorfose no estágio de pós-larva 1 já corresponde ao tipo de osmorregulação de um camarão adulto em função do desenvolvimento do tecido epitelial e dos órgãos envolvidos na osmorregulação e que permitem a tolerância a uma faixa ampla de salinidade que varia de 0 a 50 ppt (Chong-Robles et al., 2014), muito embora na região nordeste do Brasil esta faixa tenha alcançado 80 ppt.

Os órgãos que auxiliam no processo osmorregulatório dos camarões são o tecido epitelial da câmara branquial, onde se encontram as brânquias, os epipoditos e a branchiostegal (ou carapaça), o qual contém células especializadas realizam a osmorregulação, controlam a troca gasosa e promovem o equilíbrio ácido

base, e as glândulas antenais ou maxilares que regulam o balanço de líquidos corpóreos através da produção e excreção de urina e reabsorção de moléculas como glicose e aminoácidos (Thabet et al., 2017) (Figura 1).

A capacidade de osmorregulação dos crustáceos é usualmente determinada através da medição e comparação da osmolaridade da sua hemolinfa (i.e. total de osmólitos, principalmente o  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Cl}^-$  que constituem 90% dos íons da hemolinfa) com a do meio. Quando a osmolaridade do meio é maior do que a da hemolinfa se trata de uma condição hiperosmótica e quando ocorre o contrário, se chama hiposmótica. Quando a osmolaridade da espécie coincide com a do meio se tem o ponto isosmótico. No caso do *L. vannamei*, este ponto corresponde a 27,7 ppt (Romano e Zeng, 2012). As espécies com alta capacidade de osmorregulação toleram maiores diferenças entre a sua osmolaridade e aquela do meio.



Figura 1. Aparato utilizado para a osmorregulação no camarão marinho *L. vannamei*. Acima, a câmara branquial com as brânquias em destaque (Lightner, 2001) e abaixo a glândula antenal (Liu et al., 2021).

Os crustáceos possuem duas estratégias para lidar com a osmorregulação: i. Processo compensatório e ii. Processo limitante, ambos são realizados principalmente pelas brânquias. No Processo compensatório, a manutenção da osmolaridade/íons da hemolinfa se dá através do movimento ativo de íons para dentro e para fora da hemolinfa para contrabalancear a sua difusão passiva. Em alta salinidade, algumas espécies sintetizam ou retiram aminoácidos das proteínas para aumentar a

pressão osmótica, o que pode afetar o desempenho. No Processo limitante a manutenção da osmolaridade da hemolinfa é realizada através do ajuste da permeabilidade das membranas branquiais. Este processo parece ser utilizado por curta duração. Um processo mais duradouro compreende mudanças na composição dos ácidos graxos da membrana. As duas estratégias sugerem que níveis adequados de aminoácidos e ácidos graxos são importantes em situações (Romano e Zeng, 2012).

A relação entre o crescimento dos camarões em salinidades extremas indicam que em baixa salinidade há uma maior gasto energético, especialmente para o transporte do  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  pela ATPase, consumo de oxigênio e excreção de amônia, contudo em alta salinidade os resultados variam com a espécie, exceto pelo fato de que a excreção de amônia diminui (Romano e Zeng, 2012).

Em adição aos prejuízos do estresse osmótico para o crescimento e sobrevivência dos crustáceos, esta é ainda prejudicada pelo efeito imunodepressor, já que a produção e liberação de hemócitos na hemolinfa, que são responsáveis pelo reconhecimento de partículas estranhas seguidas pela fagocitose e citotoxicidade, é diminuída o que pode aumentar susceptibilidade à infecção por patógenos ou aumentar a mortalidade em animais já infectados (Romano e Zeng, 2012).

Estudos que relacionaram a osmorregulação com a nutrição apontaram como caminhos para melhorar a capacidade de regulação iônica de crustáceos submetidos ao estresse osmótico o aumento do teor de proteína e de ácidos graxos para aumentar a disponibilidade de aminoácidos que aumentam a pressão osmótica da hemolinfa e ácidos graxos de cadeia longa devido ao seu papel na membrana branquial, conforme já comentado. Os fosfolípidios ajudam a aumentar a estabilidade e a reduzir a

permeabilidade da membrana e a vitamina E pode beneficiar a resistência ao estresse osmótico através do seu papel como antioxidante dos lipídeos.

Muito embora alguns estudos tenham buscado melhorar a capacidade de osmorregulação dos camarões através da dieta, o balanceamento iônico da água é a estratégia mais utilizada atualmente e foi alvo de diversos artigos e, portanto não será detalhado aqui e sim o papel dos minerais na nutrição, muito embora exista uma forte relação entre exigências de minerais na dieta com os minerais disponíveis na água.

**Funções dos macro minerais e dos microminerais nas dietas dos organismos aquáticos:** Os macro minerais são os minerais exigidos em maior quantidade (cálcio, cloro, magnésio, fósforo, potássio e sódio) e entre as suas principais funções estão manter as estruturas esqueléticas e tecidos duros, contração muscular e osmorregulação. Os minerais traço ou micro minerais (mais comuns: cromo, cobre, zinco, magnésio, iodo, selênio e ferro) são aqueles exigidos em menor quantidade e servem para formar hormônios e para ativar enzimas (Tabela 1). Oito dos minerais mais importantes são cátions: cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ), ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), manganês ( $\text{Mn}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ) e zinco ( $\text{Zn}^{2+}$ ) e cinco são ânions ou encontrados em grupos aniônicos: cloreto ( $\text{Cl}^-$ ), iodo ( $\text{I}^-$ ), molibdato ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ), fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e selenito ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) (NRC, 2011).

O cálcio em geral não é um mineral limitante em função da presença dos seus íons na água, ao contrário do fósforo cuja presença na água e a capacidade de utilização pelos peixes são limitadas. O excesso de fósforo na água está associado à eutrofização e muitas pesquisas têm buscado minimizar a sua excreção, inclusive alguns países limitam a produção de peixes à quantidade de fósforo liberada para o meio.

Tabela 1. Macro e micro minerais com exigência conhecida para o camarão marinho *L. vannamei*, suas funções e sintomas relacionados à sua carência

Macro minerais	Função	%	Carência	Observação	Referência
Cálcio $\text{Ca}^{++}$	Coagulação, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos, osmorregulação e cofator enzimático	Dispensável para o <i>L. vannamei</i>	Baixo crescimento e má formação do exoesqueleto		
Cálcio e fósforo	Formam ossos, exoesqueleto, escamas e dentes	(0,03 Ca $\leq$ 0,34 P); (1 Ca : 0,5 a 1 P); (2 Ca : 1 a 2 P); (0,5 Ca : 0,93 P total ou 0,77 P disponível); (1,5 Ca : 2 P total ou 1,22 disponível)			Furuya et al., 2013
Fósforo	Compõe fosfatos orgânicos, ex. nucleotídeos, fosfolípidos, coenzimas, DNA. Tampão para manter o pH em níveis normais		Redução de crescimento, aumento do FCA, má formação do exoesqueleto	P disponível	NRC, 2011
Magnésio $\text{Mg}^{2+}$	Formação dos ossos, manutenção da homeostase celular	0,26 a 0,35 <sup>2</sup>	Menor eficiência alimentar	<sup>2</sup> Água 2ppt	NRC, 2011, <sup>2</sup> Cheng et al., 2005
Sódio $\text{Na}^+$	Equilíbrio ácido base e osmorregulação	1 a 2	Menor capacidade de adaptação à baixa salinidade		NRC, 2011
Potássio $\text{K}^+$		1 a 1,48 <sup>2</sup>	Menor capacidade de adaptação à baixa salinidade	<sup>2</sup> K quelado	<sup>2</sup> Roy et al., 2007, Liu et al., 2014
Micro minerais	Função	mg/kg	Carência	Observação	Referência
Cobre $\text{Cu}^{2+}$	Hematopoiese, cofator enzimático, formação do colágeno, formação da hemocianina	<sup>1</sup> 16 a 32 ou <sup>2</sup> 168 a 243 mg Cu (sulfato de cobre) ou 52 a 83 mg Cu (quelado para um análogo da Met)	Em camarões: baixo crescimento, aumento do coração, redução do cobre nos tecidos	<sup>2</sup> Peso inicial = 0,39g	<sup>1</sup> Bharadwaj et al. 2014
Manganês $\text{Mn}^{2+}$	Cofator enzimático, metabolismo do nitrogênio, aminoácidos e ácidos graxos	32,26 mg Mn (Mn-S) ou 23,90 mg Mn (Mn-Met)	Baixo crescimento, má formação óssea, redução da imunidade, baixa taxa de eclosão e sobrevivência larval	<sup>1</sup> peso inicial 1,9g	Cai, 2017
Selênio	Combate a oxidação das gorduras, reduz o estresse	0,20 a 0,45	Baixo crescimento, mortalidade, distrofia muscular, calcinose renal, diástese exsudativa (edema, hemorragia subcutânea)		Davis, 1990, Yu, 2021
Zinco	Cofator enzimático, melhora o sistema imune e resistência à doenças	15 (32 total)	Maior susceptibilidade à doenças, mortalidades.	presença de fitato	NRC, 2011, Lin et al., 2013
		200 (218 total)			
		60		complexo Zn + aminoácidos	Yuan et al., 2020

A exigência de fósforo na dieta do *L. vannamei* aumenta com a quantidade de cálcio que não deve ultrapassar 2,5% porque o cálcio diminui a disponibilidade do fósforo e ainda do zinco, magnésio e ferro. É importante, portanto, considerar o fósforo disponível no alimento, pois além das interações com outros minerais o fósforo pode estar quelado, ou combinado com o ácido fítico, ou fitato, dificultando a sua absorção.

As fontes mais comuns para a suplementação de fósforo nas dietas de peixes e camarões são os compostos inorgânicos de origem mineral, contudo a disponibilidade aparente de fósforo varia segundo a forma do composto. As formas mais simples, como o fosfato monocálcico e o fosfato de potássio monobásico, apresentam a maior disponibilidade aparente do fósforo para o *L. vannamei* (Tabela 2).

Tabela 2. Disponibilidade aparente do fósforo (DAF) para o *L. vannamei* (Davis e Arnold, 1994).

Ingrediente	DAF %
Fosfato monocálcico	46,3
Fosfato dicálcico	19,1
Fosfato tricálcico	9,9
Fosfato de potássio monobásico	68,1
Fosfato de sódio monobásico	68,2
Fósforo quelado com ác. Fítico	8,4

A adição da enzima fitase, produzida principalmente a partir de fungos e leveduras, na dieta causa a quebra desta ligação e disponibiliza o fósforo para o animal com ganhos de desempenho e maior digestibilidade. Para o *L. vannamei*, a adição de 500UI de fitase em uma dieta com 31% de farelo de soja aumentou o ganho de peso (Suprayudi et al., 2012).

**Magnésio:** O magnésio ( $Mg^{2+}$ ) é encontrado principalmente nos ossos dos peixes onde se concentra cerca de 60% do magnésio dos vertebrados (NRC, 2011). Este mineral também é importante para a manutenção da homeostase intra e extracelular de peixes e crustáceos. A alta disponibilidade do magnésio em água salgada aparentemente supre as necessidades dos camarões marinhos. A exigência do  $Mg^{2+}$  para o *L. vannamei* cultivado em água doce segundo um estudo em água oligohalina com 2ppt de salinidade foi estimada entre 0,26 a 0,35% da dieta (Cheng et al., 2005), outro estudo em água com 4ppt não registrou nenhum efeito do  $Mg^{2+}$  suplementado a 0,015 e 0,030% (Roy et al., 2007). Estes dados devem ser analisados com cuidado em função das características específicas de cada água.

**Sódio, potássio, cloreto:** O sódio, potássio e os cloretos são importantes para os processos fisiológicos, como o balanço ácido:base e a osmorregulação e muito embora estudos realizados com algumas espécies não encontraram efeitos da suplementação destes minerais na dieta, para a tilápias híbrida cultivada em água doce a adição de 0,15% de

sódio teve efeitos positivos no ganho de peso. Algumas vantagens do sódio nas dietas de peixes cultivados em água doce segundo alguns estudos são a maior absorção de aminoácidos na presença do cloreto, observada nos robalos europeu e asiático e a redução do estresse osmótico com a transferência de peixes da água doce para a salgada. Para o *L. vannamei*, cultivado na salinidade de 4ppt, a adição de 1 a 2% de cloreto de sódio não afetou o ganho de peso, mesmo assim a sua adição nestes níveis é recomendada e o custo é relativamente baixo (NRC, 2011).

Dados preliminares de um estudo realizado para avaliar o efeito da adição do cloreto de sódio (NaCl) na qualidade da carne do *Litopenaeus vannamei* cultivado em água doce verificou que, em comparação ao controle, a suplementação com 40 mg/kg de NaCl na ração, além de resultar em um maior ganho de peso, aumentou o teor de sódio e a quantidade de aminoácidos livres, que conferem um melhor sabor, no músculo bem como melhorou a sua textura em relação às propriedades dureza, adesividade e elasticidade (Zhou et al., 2014).

Para o *L. vannamei* cultivado em água salgada não é necessário adicionar potássio na dieta, porém, contudo, em águas oligohalinas (4ppt) a adição de 1% de potássio quelado na dieta aumentou o ganho de peso, muito embora se reconheça que o balanceamento destes minerais na água seja mais eficaz em promover o ganho de peso e aumentar a taxa de sobrevivência (Roy et al., 2007).

**Cobre, iodo, ferro, manganês, selênio:** A hemoglobina está para os vertebrados assim como a hemocianina está para os crustáceos como pigmento que transporta o oxigênio, contudo a hemocianina contém cobre (cerca de 40% de todo o cobre distribuído nos tecidos do camarão) e por isso diz-se que os crustáceos possuem sangue azul e a sua demanda por este mineral naturalmente é bem superior à dos vertebrados. Estudos demonstraram que para alguns animais aquáticos a forma orgânica do cobre é mais disponível do que a forma inorgânica. A forma orgânica consiste na combinação do cobre com ligantes como aminoácidos, peptídeos e proteínas (Yuan et al., 2019). O *L. vannamei* exige níveis de cobre entre 16 e 32 mg Cu/kg (NRC, 2011) ou 168 a 243 mg Cu/kg na forma de sulfato de cobre (25,45% de cobre, Zhout et al., 2014) ou 52 a 83 mg Cu/kg quando combinado ao análogo da metionina, muito embora a sua concentração de cobre seja menor (16% de cobre, EFSA, 2021), o que é compensada pela disponibilidade entre 3 a 4 vezes maior do cobre quelado, ou combinado, com a metionina (Bharadwaj et al., 2014).

**Cobre:** a exigência do cobre deve preferencialmente ser atendida através da sua suplementação na dieta uma vez que a absorção através da água dependerá da sua disponibilidade no ambiente. Vale destacar que níveis de cobre na água em excesso, e.g. acima de 500 mg/kg, são tóxicos para os organismos aquáticos.

**Iodo:** está presente em quase todas as células de diversos animais, especialmente na glândula tireoide dos vertebrados e forma os hormônios da tireoide que

regulam o metabolismo intermediário, o crescimento, reprodução e funções neuromusculares. A exigência de iodo ainda não foi avaliada para os camarões. Estudos sobre o uso de alho em dietas para camarões apontam o seu teor de iodo como um dos supostos benefícios da sua utilização.

**Ferro:** é um elemento traço essencial para os vertebrados pelo seu papel na formação da hemoglobina, mioglobina, citocromos e enzimas. Nos crustáceos o hepatopâncreas armazena o ferro nas células que são transportadas pelos tecidos pelas proteínas. A exigência para a tilápia foi estimada em 85mg/kg e não foram encontrados estudos sobre a exigência de ferro ou sintomas causados por deficiência de ferro para camarões. Nos peixes, deficiência de ferro está associada à anemia, baixo crescimento e susceptibilidade a infecções. O ferro em excesso pode causar intoxicação e acelerar a oxidação da gordura e dos ácidos graxos e formar peróxidos, compostos com propriedades tóxicas que podem levar a formação de tumores e ainda reduzir a disponibilidade da vitamina C.

**Manganês:** atua como cofator em diversas enzimas ligadas à excreção de nitrogênio e metabolismo de aminoácidos e ácidos graxos. A sua deficiência causa redução no ganho de peso, má formação óssea e baixas taxas de eclosão e sobrevivência de larvas de peixes. Muito embora a exigência de Mn para os camarões ainda não tenha sido determinada, acredita-se ser necessário a sua adição na dieta uma vez que o nível de manganês na água é muito baixo. Um estudo determinou que as exigências para o *L. vannamei* são 32,26 mg Mn-S/kg e 23,90 mg a partir do Mn-met/kg (Cai et al., 2017).

**Selênio:** elemento traço essencial, participa do complexo sistema de defesa contra o estresse oxidativo através da enzima glutathione peroxidase (GPx) que junto com a vitamina lipossolúvel E que atua como um antioxidante biológico e protege as células contra os efeitos negativos dos peróxidos. O selênio pode ser orgânico e encontrado na farinha de peixe e seus subprodutos ou ser produzido a partir de leveduras ou inorgânico. Para o *L. vannamei*, níveis entre 0,20 e 0,40 mg Se/kg resultaram em melhores taxas de crescimento (Davis, 1990). Outro estudo verificou que a suplementação de selênio orgânico 0,3 mg Se/kg em uma dieta comercial, que já continha 0,58 mg Se/kg, trouxe melhores ganhos de peso e resistência do *L. vannamei* ao vírus da Síndrome de Taura (TSV) em comparação com a não complementação e ao tratamento com a mesma suplementação de selênio, porém inorgânico (Figura 2) (Sritunyalucksana et al., 2011).

Um terceiro estudo estabeleceu a exigência de selênio orgânico para o *L. vannamei* em 0,81 mg Se/kg (Li et al., 2014). Em um estudo recente no qual foram avaliados níveis de Se dietéticos entre 0,13 e 0,81 mg/kg foi observado o nível mais elevado, apesar de ter resultado em maior ganho de peso dos animais teve efeitos tóxicos no *L. vannamei*, enquanto que o nível igual a 0,45 mg/kg proporcionou o mesmo ganho de peso com baixa toxidez (Yu et al., 2021). A deficiência de selênio reduz a atividade da Gpx e consequentemente o crescimento, quando especialmente combinada à falta da vitamina E, o que pode trazer consequências ainda piores como ocorreu com a distrofia muscular e hemorragias subcutâneas no bagre americano (NRC, 2011). Por outro lado, o excesso de selênio pode causar toxidez, redução no crescimento e

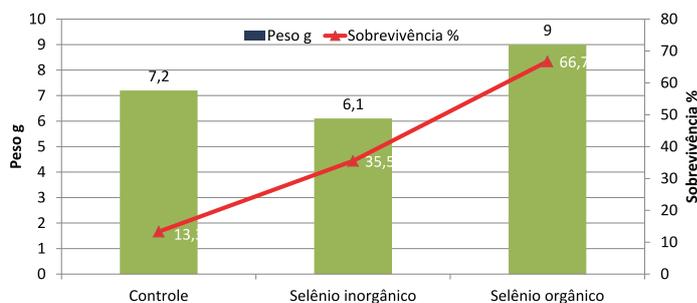


Figura 2. Peso final e sobrevivência de juvenis do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* alimentados durante 5 semanas com dietas contendo 0,88mgSe/kg de origem orgânica e inorgânica (Sritunyalucksana et al., 2011).

mortalidades, dependendo da fonte e duração da exposição. A toxicidade crônica foi verificada em níveis de selênio entre 3 e 15mg Se/kg para algumas espécies. Para o *L. vannamei*, a suplementação de 1 mg Se/kg aumentou a toxidez por nitrito (Wang et al., 2006), o que chama a atenção em função da proximidade com o valor estabelecido como exigência por outros autores.

**Zinco:** O zinco atua como cofator em diversas enzimas que empregam íons metálicos como cofatores e são chamadas de metaloenzimas. O zinco contribui para o fortalecimento do sistema imune e para a resistência à doenças. Em animais terrestres, níveis elevados de zinco reduzem a disponibilidade do cobre, o que ainda não foi observado em animais aquáticos. A exigência para o *L. vannamei* foi estimada em 33 mg Zn/kg (Davis et al., 1993). O efeito da fonte de zinco mostrou ser importante para o *L. vannamei* em um teste no qual foram avaliadas 3 fontes orgânicas de zinco combinadas com aminoácidos (ZnMet, ZnLis e ZnGli, respectivamente) e uma fonte inorgânica de zinco (sulfato de zinco,  $ZnSO_4 - H_2O$ ) todas suplementadas na concentração de 30 mgZn /kg. Os camarões alimentados com as dietas suplementadas com o zinco orgânico apresentaram os melhores ganhos de peso, sobrevivências e indicadores imunológicos, com destaque para o ZnMet que resultou nos melhores ganho de peso e indicadores imunológicos (Lin et al., 2013).

Tabela 3. Peso final, fator de conversão alimentar (FCA) e sobrevivência do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* alimentado com dietas contendo zinco de origem orgânica e inorgânica durante 12 semanas (Lin et al., 2013).

Tratamento	Peso g	FCA	Sobrevivência %
Controle	5,3d	1,25a	57,7c
ZnSO <sub>4</sub>	6,5c	1,16b	76,2a
ZnMet	10,8a	1,03c	94,7a
ZnLis	7,9b	1,07c	91,6a
ZnGli	8,5b	1,06c	92,3a

Um estudo mais recente mostrou que a combinação do zinco com um complexo de aminoácidos em dietas para o *L. vannamei* não beneficiou apenas o crescimento, mas também ajudou a aumentar a imunidade e a capacidade de retenção de água do músculo dos camarões, o que significa perdas menores após o cozimento (Yuan et al., 2020). Assim como ocorre com o fósforo, o ácido fólico presente no farelo de soja e outros ingredientes vegetais também torna o zinco indisponível.

**Efeitos de outros minerais no desempenho do camarão marinho:** Um estudo avaliou a toxicidade do boro para o *L. vannamei* e reportou que a dose letal de

50% da população em 96 horas para os animais cultivados em água com 3 ppt de salinidade foi inferior à dose letal para animais cultivados em água com 20 ppt de salinidade (Li et al., 2008). Outros metais como o **mercúrio, o cádmio, arsênio** que acumulam nos tecidos gordurosos dos organismos aquáticos e que podem causar prejuízos à saúde dos animais e dos humanos também estão sendo pesquisados.

O **cádmio** é um metal não essencial, tóxico e ubíquo, ou presente em toda parte e em especial no ambiente aquático por intermédio da mineração e dos pesticidas. O cádmio pode contaminar os animais aquáticos através da acumulação via cadeia alimentar aquática ou através de ingredientes para rações contaminados, em especial a farinha de peixe e certos suplementos minerais (Adamse et al., 2017). De acordo com um estudo, o uso de cúrcuma (açafraão da terra) quelada, ou combinada, com o zinco forma um complexo metal-cúrcuma com capacidade para reduzir a concentração de cádmio no hepatopâncreas dos camarões bem como a sua toxicidade e contribuiu para melhorar a resistência ao estresse osmótico (Yu et al., 2016).

Algumas interações entre os minerais merecem atenção, tais como o **cálcio** e o **fósforo** que em excesso forma precipitados insolúveis com o **magnésio** e o **zinco**. De todos os microminerais, o **cobre, ferro, manganês, selênio e zinco** devem ser suplementados nas dietas em função da sua baixa disponibilidade nos ingredientes ou devido às interações com outros componentes da ração, o que afeta a sua disponibilidade.

O atendimento das necessidades dos camarões marinhos em termos de minerais através exclusivamente da modificação na dieta ainda não é comprovadamente eficaz. Muitos dados apresentados foram obtidos em condições de pesquisa muito distintas das práticas de cultivo, que por sua vez são diversas, e precisam ser analisadas com cuidado. O equilíbrio entre os minerais da ração e o balanceamento dos minerais da água parece ser o melhor caminho para atender as necessidades dos camarões marinhos, especialmente na água de baixa salinidade (oligohalinas).

Para isto, é importante realizar novos estudos para estabelecer quais minerais merecem prioridade. Para o *Penaeus monodon*, um estudo recente avaliou a influência de 12 minerais nos parâmetros de desempenho e retenção de minerais e concluiu que o **B, Mg, Mn, Se, Zn**, combinados ao **Ca:P** na relação 1:1, foram os minerais que mais influenciaram o ganho de peso e a eficiência alimentar desta espécie e devem ser submetidos a estudos de dose e resposta para ter as suas exigências confirmadas (Truong et al., 2020).

REFERÊNCIAS – Sob Consulta com o autor / ABCC.



**A OCEAN PRODUÇÕES  
AQUÁTICAS APOIA A ABCC**