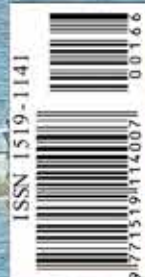




Panorama da **AQUICULTURA**



CAMARÕES

a arte de adubar viveiros

Adubação eficiente

na produção de camarões marinhos



Por:

Fernando Kubitz, Ph.D.

Acqua Imagem Serviços em Aquicultura

fernando@acquaimagem.com.br



Com os prejuízos causados pelo vírus da mancha branca e outras enfermidades, muitos produtores de camarão encerraram suas atividades e outros se viram obrigados a rever suas estratégias de cultivo. Com o receio de serem surpreendidos por doenças no final dos ciclos de cultivo, muitos produtores vêm antecipando as despesas, colocando uma grande quantidade de camarões pequenos e de baixo valor no mercado. Os primeiros meses de 2018 foram

marcados por preços historicamente muito baixos e não há perspectivas de melhora ao longo desse e do próximo ano, especialmente diante da estagnação econômica do país, altos índices de desemprego e diminuição na renda do consumidor. Diante desse cenário, é necessário fazer uma gestão cada vez mais eficiente da produção e custos, buscando usar da melhor forma possível os recursos empregados na produção.

O sistema bifásico de produção ganhou popularidade nos últimos anos. Nesse sistema os produtores realizam uma etapa de berçário para produzir juvenis de 0,5 a 1 g para estocagem nos viveiros. Em algumas fazendas a etapa de berçário é conduzida em ambiente mais controlado e com temperatura elevada (tanques circulares ou raceways cobertos com estufas agrícolas e com água mantida entre 32 a 34°C) para promover a inativação do vírus da mancha branca durante a formação de juvenis. Outros produtores investiram em sistemas intensivos, com altas densidades de camarões e recirculação de água, usando estratégias variantes da tecnologia de bioflocos. No entanto, a grande maioria dos carcinicultores optou pela redução drástica nas densidades de estocagem (para 3 a 10 camarões/m²), buscando sobreviver à crise instalada no setor, minimizando despesas com ração, energia para o bombeamento de água e aeração, pós-larvas e mão-de-obra. Para muitos produtores, essa é uma estratégia derradeira na tentativa de conviver com os patógenos e obter alguma produção, ainda que mínima, ao final do ciclo de engorda.

Cultivos de camarão em baixa densidade

Há pouco mais de 5 anos comecei a atender algumas demandas pontuais de produtores de camarão no Rio Grande do Norte, estado onde a carcinicultura já se encontrava bastante impactada pelos vírus da NIM (necrose infecciosa muscular) e da Mancha Branca, além de outros patógenos. Na ocasião muitos criadores já haviam reduzido drasticamente as densidades de estocagem de PL's nos viveiros, estocando no máximo 15 PL's/m², com a expectativa de colher pelo menos metade dos animais no final do cultivo. O que mais me chamou a atenção nessa estratégia foi que os produtores, mesmo com as baixas estocagens, ainda forneciam ração diariamente aos camarões desde o momento da estocagem das PL's nos viveiros. Em um cálculo rápido, se 8 camarões de 10 g por metro quadrado fossem recuperados na colheita, a biomassa final seria de 80 g/m² ou 800 kg/ha. Me lembrei de estudos onde foram produzidas 3 a 4 toneladas de tilápia/ha, apenas com adubação. Até uma biomassa de 200 g/m² (ou 2.000 kg/ha), o uso de rações não traz nenhum benefício adicional ao crescimento da tilápia em viveiros que foram adequadamente fertilizados. Então, fiquei me perguntando qual seria a biomassa de camarão capaz de ser produzida em viveiros apenas adubado, sustentada exclusivamente por alimentos naturais. Seguramente, o camarão branco do Pacífico (*Litopenaeus vannamei*) não consegue explorar de forma tão eficiente todo o estoque de alimentos naturais disponíveis nos viveiros, como o faz a tilápia. E, além do mais, o camarão não tolera condições tão adversas de qualidade de água que a tilápia é capaz de suportar, em especial os baixos níveis de oxigênio, e que podem ocorrer em viveiros que foram excessivamente fertilizados.

"Produtores de camarão podem alcançar resultados ainda melhores se usarem farelos vegetais, como o farelo de arroz ou de trigo, que há muitas décadas têm sido utilizados como fertilizantes na larvicultura e produção de alevinos de diversas espécies de peixes."

Capacidade de produção de camarões marinhos em viveiros adubados

Há muitos anos venho compartilhando com produtores de alevinos, através de palestras e cursos, uma estratégia de adubação de viveiros para larvicultura e alevinagem de peixes nativos, que combina o uso de farelo de arroz e a ureia. Essa estratégia já foi descrita em alguns artigos publicados nessa revista (*Panorama da AQUICULTURA*, nº 77, 2003; nº 82, 2004; nº 110, 2008). Resguardando as particularidades de cada espécie, seja camarões ou peixes, em aproveitar os alimentos naturais disponíveis nos viveiros, fiz uma pesquisa sobre produção de camarões em viveiros fertilizados e encontrei um estudo publicado há 32 anos, onde biomassas de 1.200 a 1.500 kg de camarão por hectare foram alcançadas em viveiros fertilizados com esterco de bovinos, aplicado em doses semanais de 1.800 kg/ha (Wyban et al. 1987; **Tabela 1**). Esse estudo respondeu minha pergunta e me surpreendeu pela alta produção de camarões sustentada exclusivamente com a produtividade natural estimulada com um adubo de tão baixa qualidade em termos de nutrientes (o esterco bovino). Tenho a confiança de que os produtores de camarão podem alcançar resultados ainda melhores se usarem farelos vegetais, como o farelo de arroz ou de trigo, que há muitas décadas têm sido utilizados como fertilizantes na larvicultura e produção de alevinos em diversos países, em doses bem menores do que as utilizadas com esterco animais.

Camarões por m ²	5	10	15	20
Estocagem (cam/ha)	50.000	100.000	150.000	200.000
Peso médio inicial (g)	2,7	2,7	2,7	2,7
Biomassa inicial (kg/ha)	135	270	405	540
Sobrevivência estimada (%)	69%	72%	83%	79%
Número final estimado (cam/ha)	34.500	72.000	124.500	158.000
Peso médio final (g)	18,1	17,1	12,4	8,7
Biomassa final (kg/ha)	624	1.231	1.544	1.375
Ganho em biomassa (kg/ha)	489	961	1.139	835

Tabela 1 – Resultados de produção do camarão branco do Pacífico *Litopenaeus vannamei* em viveiros adubados semanalmente com 1.800 kg/ha de esterco bovino. Tempo de cultivo de 11 semanas e sem uso de ração (Wyban et al 1987)

Tabela 2 – Composição média em proteína bruta, gordura, matéria mineral e energia bruta (EB) do alimento natural dos peixes (adaptado de Hepher, 1988)

Organismos	Percentual com base na matéria seca (%)			
	Proteína	Gordura	Minerais	EB (kcal/kg MS)
Algas	30	6	34	3.500
Rotíferos	64	20	6	4.860
Cladóceros	56	19	8	4.800
Copépodos	52	9	7	5.400
Quironomídeos	59	5	6	5.000

(a) apenas com alimentos naturais os camarões não ganharam peso e houve grande ocorrência de canibalismo. Por isso os dados desse tratamento não foram considerados nessa tabela

A partir de 2012, diante dos prejuízos causados por diversas enfermidades, em particular a EMS (síndrome da mortalidade precoce), alguns produtores de camarão na Tailândia e em outros países da Ásia, passaram a usar o farelo de arroz como adubo e alimento em viveiros com camarões em baixas densidades de estocagem. Para muitos produtores, talvez, esse fosse um dos últimos recursos na tentativa de reduzir custos e obter alguma produção sustentável dos viveiros. E logo apareceram resultados positivos, com o aumento na sobrevivência e produção. Com o tempo a estratégia de fertilização dos viveiros de camarão com o farelo de arroz foi refinada e ganhou um nome pomposo: “Aqua mimicry”, em português, “Aqua mimetismo”. O termo “mimetismo” surge do fato da estratégia de uso do farelo de arroz tentar reproduzir, nos viveiros de cultivo, condições de qualidade de água e diversidade de organismos (alimentos naturais) similares às que ocorrem nos estuários, onde se desenvolvem as pós-larvas e juvenis de camarão. No Google é possível encontrar um grande número de informações e protocolos de adubação com o farelo de arroz usando essas duas palavras (“Aqua mimicry” e “Aqua mimetismo”).

A importância dos alimentos naturais para a saúde e crescimento dos camarões

As pós-larvas de camarões adquiridas pelos produtores (PL 10-12 dias) já são capazes de comer e digerir uma grande gama de alimentos naturais, além de ração. Em viveiros com baixas densidades de pós-larvas (< 40 PL/m²), para conseguir uma distribuição uniforme da ração permitindo o acesso de todos os animais a esse insumo, é necessário aplicar ração em excesso. No entanto, com um adequado preparo e adubação dos viveiros, os camarões encontrarão alimentos naturais em quantidades adequadas e bem distribuídas, tornando o desenvolvimento dos animais mais uniformes, dispensando o uso das rações iniciais. Bactérias, protozoários, microalgas, microcrustáceos, larvas de moluscos, larvas de insetos, vermes e diversos outros invertebrados aquáticos oferecem um buquê va-

riado de nutrientes aos camarões desde as fases de PL's até os tamanhos comerciais. Esses alimentos são fontes ricas em energia (especialmente na forma de gorduras), proteínas (aminoácidos), minerais e vitaminas (**Tabela 2**). Além disso, contêm importantes nutrientes essenciais tanto ao crescimento quanto à saúde dos camarões como os carotenoides, nucleotídeos, dipeptídeos, ácidos graxos poli-insaturados, particularmente das famílias ômega-3 e ômega 6, e, certamente, substâncias promotoras de crescimento e saúde que ainda nem são conhecidas pelos cientistas. Assim, em sistemas de cultivo com baixas densidades de estocagem de camarão, os alimentos naturais podem substituir por completo as rações, em especial as dietas iniciais de elevado custo.

Microcrustáceos, algas diatomáceas, algas filamentosas, vermes oligoquetas e poliquetas, larvas de insetos e diversos detritos orgânicos fazem parte da dieta do camarão branco do Pacífico em viveiros de cultivo. A importância e contribuição desses alimentos naturais para o camarão foi avaliada em diversos estudos. Vinh (2017) avaliou o efeito de duas estratégias de adubação sobre o desenvolvimento de pós-larvas do camarão branco nos primeiros 20 dias de cultivo em viveiros. Foram estocadas PL-12 d (peso inicial de 3 mg) que receberam ração desde a estocagem. Após 20 dias, as PL's nos viveiros fertilizados alcançaram peso médio de 437 mg, peso 77% superior ao das PL's estocadas em viveiros que não foram fertilizados (247 mg). Bojórquez-Mascareño e Soto-Jiménez (2013) verificaram que a importância dos alimentos naturais para o camarão branco do Pacífico diminui à medida que os animais ficam maiores (**Tabela 3**). Em média, quase 47% do ganho de peso na fase de PL (200 PL/m²)

Tabela 3 – Peso médio final de camarões alimentados com plâncton coletado de viveiros comerciais (zoo e fitoplâncton, ZF) ou com Ração (R), ou com uma combinação meio a meio dessas duas fontes (R+ZF), ou ainda R+ZF+B (tratamento R+ZF adicionado de material dos sedimentos de viveiros com organismos bentônicos). E contribuição % média dos alimentos naturais no ganho de peso do camarão *Litopenaeus vannamei* em diferentes estágios de desenvolvimento (adaptado de Bojórquez-Mascareño e Soto-Jiménez, 2013)

Estágios	DE (ind/m ²)	Contrib. dos alimentos naturais (%)	Peso médio final (*mg ou **g)			
			ZF	R	R+ZF	R+ZF+B
PL 50 a 300 mg	200	47%	*243	271	275	317
Juvenis 0,25 a 5,0 g	60	31%	**2,9	3,4	5,0	5,4
Juvenis 2,8 a 9,0 g	60	22%	**4,0	7,7	9,5	8,7
Juvenis 6,2 a 18 g	48	12%	(a)	**17,3	17,2	18,1

Figura 1 – Alimentos naturais aproveitados pelos camarões em ambientes naturais e nos viveiros de cultivo. Microcrustáceos planctônicos (cladóceros e copépodos), invertebrados (vermes e larvas de insetos quironomídeos) e larvas de bivalvos (ostracodas)

foram atribuídos aos alimentos naturais. Essa contribuição ficou em 31% para camarões que cresceram entre 0,25 a 5 g (60 juv/m²). Para juvenis entre 3 a 9 g (60 juv/m²) a contribuição do alimento natural caiu para 22% e chegou a 12% na etapa de crescimento de 6 a 18 g. Nessa última etapa de crescimento e na densidade de 48 juv/m² os camarões mantidos alimentados somente com alimento natural não cresceram e apresentaram alta taxa de canibalismo. Cabe aqui ressaltar as altas densidades de estocagem usadas nesse estudo. Muito provavelmente a contribuição dos alimentos naturais com o ganho de peso dos camarões seria maior nas densidades de estocagens de 5 a 20 camarões/m², hoje adotadas pela maioria dos carcinicultores brasileiros.

Protozoários e Rotíferos, embora abundantes na água dos viveiros, não são alimentos tão importantes para as PL's de camarões no estágio em que elas são estocadas nos viveiros. No entanto, os rotíferos e protozoários servem de alimento às fases jovens e adultas de copépodos e cladóceros. Rotíferos e protozoários consomem microalgas e minúsculas partículas orgânicas enriquecidas com bactérias presentes na água dos viveiros fertilizados. Rotíferos, protozoários e microalgas servem de alimento aos microcrustáceos e outros invertebrados, e por isso são componentes importantes na cadeia alimentar nos viveiros de cultivo de peixes e camarões.

Há diversos estudos mostrando que as pós-larvas e juvenis de camarão consomem preferencialmente microalgas (em particular as diatomáceas), zooplâncton (copépodos, cladóceros, ostracodas ou larvas de moluscos) e diversos outros invertebrados aquáticos, entre eles os vermes oligoquetas e poliquetas e larvas de insetos, como as larvas de quironomídeos (**Figura 1**). Moss et al. (2001) registraram maior atividade de enzimas digestivas em camarões expostos à água de viveiros (com alimentos naturais) do que em camarões expostos à água de poço (praticamente desprovida de alimentos naturais), sugerindo que a disponibilidade de alimentos naturais beneficia os processos digestivos e, assim, o crescimento dos camarões mesmo alimentados com rações.

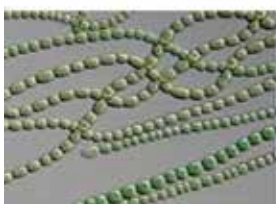


As pós-larvas e juvenis de camarão parecem não ter capacidade de digerir microalgas do grupo das clorofíceas ou das cianofíceas (**Figura 2**). Apesar de não consumirem diretamente esses tipos de microalgas, os camarões consomem diversos outros organismos que se alimentam de microalgas vivas ou de microalgas que morreram e se depositaram no fundo dos viveiros. Por isso, é importante estimular o desenvolvimento de uma população equilibrada de microalgas, não excessiva, mas que seja capaz de sustentar uma adequada população de organismos planctônicos e de outros invertebrados aquáticos nos viveiros. Uma população adequada de microalgas ainda contribui com a oxigenação da água, assimilação da amônia e gás carbônico, além de impedir o desenvolvimento de algas filamentosas, através da limitação da quantidade de luz que incide sobre o fundo dos viveiros.

Um parêntese deve ser aberto aqui. Há estudos que demonstram a capacidade dos camarões em consumir e digerir bem as algas diatomáceas. Outras algas comuns nos viveiros e ingeridas, geralmente passam intactas pelo trato digestivo dos camarões. Algas diatomáceas são algas protegidas por uma carapaça rica em sílica e com formatos e desenhos bem distintos e atrativos, facilitando seu reconhecimento quando vistas ao microscópio (**Figura 3**). Dentre as algas presentes nos viveiros de camarões, as algas clorofíceas e diatomáceas são mais adequadas para a alimentação dos microcrustáceos (zooplâncton) do que as algas cianofíceas (algas azuis esverdeadas ou cianobactérias). Isso pelo fato das cianofíceas serem de maior tamanho (células grandes ou agrupadas em colônias), o que dificulta sua ingestão por copépodos e cladóceros. Adicionalmente, muitas algas cianofíceas produzem toxinas que podem ser letais, ou mesmo, prejudiciais à saúde e reprodução dos copépodos e cladóceros.

Figura 2 – Microalgas presentes nos viveiros de cultivo de camarão

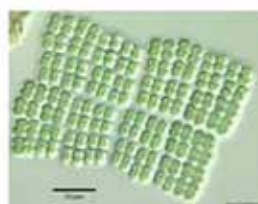
Algas cianofíceas (cianobactérias)



Anabaena sp.



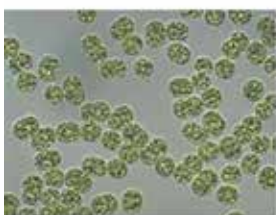
Aphanizomenon sp.



Merismopedia sp.



Hapalosiphon hibernicus



Microcystis sp.



Chlorococcus sp.



Oscillatoriales sp.

Algas verdes (clorofíceas)



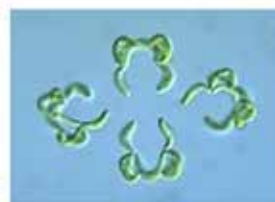
Scenedesmus sp.



Pediastrum sp.



Schroederia setigera



Tetrallantos sp.



Chlamydomonas sp.



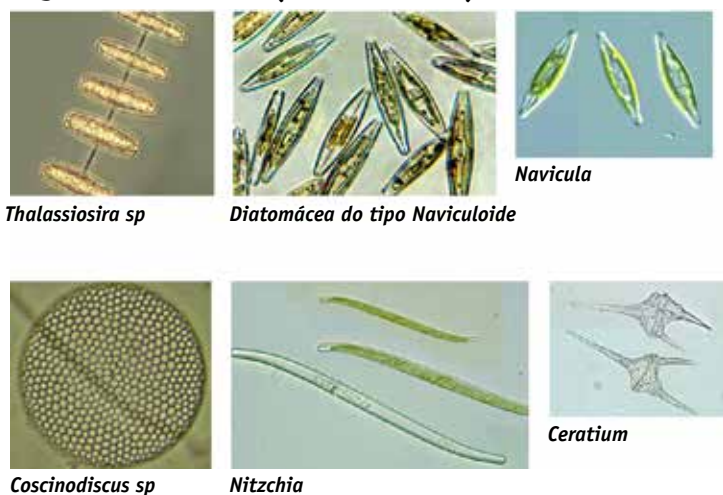
Polyedriopsis sp.



Monoraphidium contortum

Figura 3 – Microalgas do grupo das diatomáceas que comumente ocorrem nos viveiros de cultivo de camarão

Algas diatomáceas (Bacilariófitas)



A incidência de algas cianofíceas é maior em água doce ou de baixa salinidade. Dessa forma, é de extrema importância adotar estratégias de adubação e manejo dos viveiros que favoreçam o estabelecimento de algas clorofíceas e diatomáceas sobre as cianofíceas, como será discutido mais adiante nesse artigo.

Os microcrustáceos e ostracodas (organismos do zooplâncton), além de serem excelentes alimentos naturais aos camarões, desempenham um papel importante nos viveiros, pastejando e consumindo microalgas (fitoplâncton). Dessa forma, uma população equilibrada de zooplâncton impede o desenvolvimento excessivo de microalgas, ajudando a minimizar as variações de oxigênio e pH que geralmente ocorrem quando há um excessivo desenvolvimento de microalgas nos viveiros. Há relatos de que uma população bem estabelecida de zooplâncton é capaz de filtrar em um período de 24 horas toda a água de um lago. Isso explica o desaparecimento quase que completo das microalgas (aumento na transparência da água) frequentemente observado nos primeiros 10 a 12 dias em viveiros fertilizados com farelo de arroz.

Pós-larvas e juvenis de camarões são eficientes consumidores de zooplâncton. Náuplios de copépodos, cladóceros e ostracodas (larvas de moluscos) possuem movimentos mais lentos, sendo, portanto, presas mais fáceis de serem capturadas do que copépodos adultos. Camarões maiores também consomem zooplâncton, embora tenham preferências por organismos de maior tamanho, como os vermes oligoquetas e poliquetas e larvas quironomídeos (insetos da família das moscas, que depositam seus ovos nas margens dos viveiros). Camarões ainda pequenos são capazes de consumir larvas de insetos. Há registros de que *Penaeus merguensis* com 0,06 g consumiram em um período de 24 horas, em média, 23 larvas de quironomídeos cada um.

Estratégias de preparo e adubação de viveiros de camarão

Preparo do solo - O solo do viveiro deve ser exposto ao ar, de modo que haja uma oxidação mais rápida da matéria orgânica. A aplicação de calcário agrícola no fundo do viveiro, seguida de uma gradagem (15 cm), melhora as condições do solo (maior exposição ao ar e acidez corrigida) para que as bactérias continuem degradando os resíduos orgânicos remanescentes do ciclo anterior. A aplicação de calcário agrícola pode ser feita com base na sugestão de Pillai e Boyd (1985), de acordo com o pH de uma mistura solo:água destilada de 1:1 (**Tabela 4**). O uso de cal virgem, cal hidratada ou hipoclorito de sódio deve ser limitado a aplicações apenas nas poças remanescentes, pois esses produtos aplicados por todo o solo do fundo acabam matando grande parte das bactérias que estão agindo sobre os resíduos orgânicos. Não deixe o viveiro secar demasiadamente. As bactérias e outros microrganismos precisam de umidade (atividade de água) para continuar decompondo a matéria orgânica. Por isso pode ser necessário aplicar uma lâmina de água sobre o fundo dos viveiros se esse estiver ficando muito ressecado (rachado).

Tabela 4 – Recomendação de doses de calcário (em equivalentes de carbonato de cálcio) de acordo com o pH do solo do fundo dos viveiros

pH mistura 1:1 solo:água (Pillai e Boyd, 1985)	Dose de CaCO ₃ (kg/hectare)
<5	300
5 a 6	200
6 a 7	100

A calagem dos viveiros é um processo fundamental no sucesso dos programas de adubação. A neutralização da acidez do solo dos viveiros pelo calcário melhora as condições para o desenvolvimento de bactérias que realizam a decomposição dos resíduos orgânicos. Dessa forma, os nutrientes são disponibilizados de forma mais rápida para a coluna d'água, beneficiando as microalgas. A aplicação de calcário eleva a alcalinidade total da água. A alcalinidade é uma importante reserva de carbono inorgânico (na forma de bicarbonato e carbonato) e, portanto, se constitui em uma importante fonte de CO₂ para as microalgas durante momentos de intensa fotossíntese. Isso possibilita aumento na produção de microalgas e melhor nutrição e sustentação de populações de cladóceros, copépodos, de outros invertebrados que se alimentam de microalgas. A calagem também aumenta a dureza total e, portanto, a disponibilidade de cálcio. Isso é de fundamental importância no cultivo de camarões em águas oligohalinas (de baixa salinidade), que podem apresentar baixas concentrações de cálcio. Já a água do mar possui cálcio sobrando (dureza

muitas vezes acima de 2.000 mg de CaCO_3/l). O cálcio é um mineral importante para os camarões, os microcrustáceos e outros invertebrados aquáticos que constantemente precisam fazer a troca de seu exoesqueleto (carapaça) para crescerem. A presença de grandes quantidades de cálcio na água melhora a produção de cladóceros e copépodos. Isso é de particular importância no cultivo.

Proteção contra a entrada de ovos, peixes e outros organismos indesejáveis - No enchimento dos viveiros, é importante colocar telas finas, com malhas menores que 500 micra (0,5 mm), nos tubos ou nas comportas de abastecimento. Geralmente são feitos longos sacos (“bags”) com essas telas para evitar que haja uma rápida obstrução das telas durante o enchimento do viveiro.

Carga de água inicial de meio viveiro e inoculação de algas e zooplâncton – No primeiro dia o viveiro deve ser enchido no máximo até a metade de sua profundidade (geralmente 50 a 60 cm). Esse é um passo importante, pois permite a incidência de luz em alta intensidade no fundo dos viveiros, estimulando a eclosão de ovos dormentes de rotíferos. A inoculação de água concentrada com algas verdes e/ou diatomáceas, bombeada de viveiros vizinhos ajuda no estabelecimento de populações de algas mais benéficas ao ambiente. Também ajuda muito prover um inóculo inicial concentrado de cladóceros e copépodos. Esse inóculo pode ser colhido em outros viveiros ainda em produção, com o auxílio de rede de plâncton.

Adubação dos viveiros – Logo que o viveiro já estiver com mais ou menos metade da água, a adubação pode ser iniciada. A adubação deve ser feita com farelos vegetais (preferencialmente o farelo de arroz) e com fertilizante nitrogenado (ureia ou nitrato de cálcio).

O preparo do farelo de arroz – O farelo de arroz não deve ser aplicado na forma de pó, pois boa parte do farelo ficará na superfície e será empurrado pelo vento em direção à margem dos viveiros. Ao invés disso, o farelo deve ser previamente dissolvido em água para a aplicação. Quanto mais fino for o grau de moagem do farelo, mais eficiente será seu efeito de promoção do desenvolvimento de microcrustáceos e outros invertebrados aquáticos. Assim pode ser necessário moer o farelo em um moinho com peneiras com aberturas de 1 mm. Muitos produtores costumam deixar o farelo de arroz na água por 24 horas (usam caixas d’água ou bombonas com aeração), num processo de “fermentação” antes do material ser aplicado na água. Muitas vezes adicionam probióticos, leveduras, enzimas, suplementos minerais e vitamínicos e/ou outros aditivos para enriquecer o material e acelerar o processo de hidrólise e dissolução dos nutrientes presentes no farelo. Não vou entrar no mérito sobre esse tipo de preparação. Se os resultados são mais positivos fazendo esse tipo de preparação, siga com essa estratégia. Em minha experiência, o importante mesmo é dissolver bem o farelo de arroz antes da aplicação. Os milhões de bactérias e microrganismos presentes naturalmente no ambiente dos viveiros se encarregam de digerir e disponibilizar os nutrientes presentes no

"Pelo fato da zona litorânea ter sempre níveis adequados de oxigênio, a decomposição do decantado ocorre de forma mais rápida e aeróbica, ao contrário do que ocorreria se ele fosse aplicado nos locais mais fundos do viveiro. Por isso deve-se evitar aplicar adubos orgânicos nas áreas fundas dos viveiros. "

farelo de arroz. Para uma adequada dissolução do farelo são necessários entre 4 e 6 litros de água para cada quilo de farelo. Se quiser usar mais água, tudo bem. Terá mais caldo para aplicar homogeneamente sobre toda a superfície do viveiro.

Por que o farelo de arroz e não outros farelos ou mesmo esterco? Alguns leitores / produtores que ainda não experimentaram o uso do farelo de arroz podem se perguntar por que esse tipo de farelo? Há anos tenho difundido o uso do farelo de arroz junto aos produtores de alevinos. A ideia de usar o farelo de arroz não saiu espontaneamente da minha cabeça. Eu apenas entendi benefícios do uso do farelo de arroz como adubo através de muitos estudos científicos e práticos que comparam os efeitos do farelo de arroz e de diversos outros farelos e adubos orgânicos (esterco de aves e de bovinos, alfafa, farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão, resíduos de grãos de cervejarias, entre outros produtos) em tanques para a larvicultura de diversas espécies de peixes nos Estados Unidos (especialmente de peixes carnívoros, que não aceitam ração durante a etapa de alevinagem e, portanto, demandam grande quantidade de alimentos naturais para o seu desenvolvimento e prevenção de canibalismo). Os resultados de produção de cladóceros e copépodos, bem como a sobrevivência e o tamanho dos alevinos produzidos em viveiros adubados com o farelo de arroz são superiores comparados ao uso de outros farelos. Contribui para isso diversos fatores: a) as partículas finas de farelo de arroz possuem densidade exata que as mantém em suspensão na coluna d’água; b) possui alto valor nutritivo (13% de proteína e 13 a 18% de gordura); c) relação C:N

próxima de 20:1, favorecendo um rápido desenvolvimento de bactérias heterotróficas e formação de coloides em suspensão na água. Esses coloides, além de servirem de alimento aos microcrustáceos e outros organismos, bloqueiam parcialmente a entrada de luz na coluna d'água, impedindo um excessivo desenvolvimento de microalgas (fitoplâncton); d) o farelo de arroz não possui fatores antinutricionais, como por exemplo, o farelo de algodão que pode conter quantidades elevadas de gossipol, uma substância que prejudica a reprodução de cladóceros. Comparado aos esterco animais, os farelos vegetais têm as seguintes vantagens: a) composição mais padronizada em nutrientes; b) mais concentrados em matéria seca, demandando a aplicação de menores quantidades de produto; c) armazenamento mais fácil e limpo; d) não exalam odores desagradáveis; e) a aplicação é mais fácil e agradável (doses menores de um produto que não cheira mal); f) não contaminam a água dos viveiros com organismos patogênicos (bactérias, coccídias e outros) que podem causar doenças aos peixes, camarões e outros animais, inclusive aos seres humanos.

Doses de farelo e ureia – as aplicações de farelo de arroz devem ser feitas diariamente, com dose mais elevada no primeiro dia (100 kg/ha), reduzida nos 3 a 4 dias seguintes (50 kg/ha) e, reduzida ainda mais para o restante do período de cultivo (10 a 20 kg/ha/dia). Após duas semanas, já com o estabelecimento de uma adequada população de microalgas, as aplicações de farelo podem ser feitas em dias alternados. Em um ciclo de produção geralmente são aplicados entre 800 e 1.200 kg de farelo de arroz por hectare. Quanto ao uso da ureia (fertilizante que contém 45% de nitrogênio), a primeira aplicação (30 a 50 kg ureia/ha ou 13,5 a 22,5 kg N/ha) deve ser feita logo no início com o viveiro com metade de água. As demais aplicações de 30 a 50 kg/ha podem ser feitas semanalmente ou quinzenalmente, de acordo com a cor e/ou a transparência da água (Disco de Secchi). Na **Tabela 5** segue sugestão de doses de farelo e de ureia de acordo com as densidades de estocagem do camarão.

Aplicação dos fertilizantes – da mistura prévia do farelo de arroz e água, o produtor deve aplicar o caldo sobrenadante homogeneamente sobre toda a superfície do viveiro. O decantado mais grosso do farelo que ficou no fundo das caixas d'água/ bombonas, deve ser distribuído diariamente ao longo das margens dos viveiros (na proporção de uns 100 a 200 ml de decantado para cada metro linear de margem). Nessas áreas mais rasas proliferam as larvas de quironomídeos e outros invertebrados e a aplicação do decantado de farelo vai aumentar a população desses alimentos naturais de especial importância nas fases mais avançadas dos camarões. Pelo fato dessa zona litorânea ter sempre níveis adequados de oxigênio, a decomposição do decantado ocorre de forma mais rápida e aeróbica, ao contrário do que ocorreria se ele fosse aplicado nos locais mais fundos do viveiro. Por isso deve se evitar aplicar adubos orgânicos nas áreas fundas dos viveiros. A ureia deve ser aplicada homogeneamente sobre toda a superfície dos viveiros após uma dissolução prévia em água. A aplicação de ureia deve ser feita durante o período da manhã em dias bem ensolarados, para que as microalgas assimilem rapidamente o nitrogênio aplicado. Em grandes viveiros o uso de barcos ou caiaques é importante para uma boa distribuição das soluções de fertilizantes. Aeradores de pás também podem ser acionados para promover circulação de água e melhorar a distribuição dos fertilizantes. Fertilizantes fosfatados devem ser evitados, pois o excesso de fósforo favorece o desenvolvimento de algas cianofíceas e também pode prejudicar o desenvolvimento de microcrustáceos (cladóceros e copépodos).

Estocagem das pós-larvas ou juvenis – quando o produtor estoca os viveiros com pós-larvas (PL10-12 dias) a estocagem deve ser feita logo nos primeiros 4 a 5 dias após o enchimento dos viveiros. Já haverá alimento natural (rotíferos, náuplios de copépodos e formas jovens de cladóceros) em quantidade suficiente para sustentar as pós-larvas. No

Tabela 5 – Protocolo de adubação de viveiros de camarão com farelo de arroz e ureia

Dias	Densidade de estocagem inicial	
	5 a 10 PL/m ²	20 a 40 PL/m ²
Dia 1*	100 FA / 50 URE	100 FA / 50 URE
Dia 2	30	50
Dia 3	20	50
Dia 4	20	30
Dia 5	10	30
Demais aplicações	10	20
Circulação / Aeração	Necessário	Necessário / Suplementar
Uso de ração	Não necessário	Após 5ª ou 6ª semana
Ureia 30 a 50 kg/ha	Sempre que DS > 50 cm	Sempre que DS > 50 cm

caso da estocagem de juvenis de 0,5 a 1,0 g, o ideal é aguardar pelo menos 7 dias após o início da adubação, momento em que o viveiro já terá uma grande população de cladóceros e copépodos. A abundância de cladóceros e copépodos pode ser bem avaliada através de inspeções noturnas da água dos viveiros. Durante a noite os microcrustáceos estão distribuídos por toda a coluna d'água e são facilmente atraídos pela luz. Com uma lanterna direcionada para a água, em poucos segundos começam a se concentrar microcrustáceos no fecho de luz. Durante o dia os microcrustáceos evitam a luz intensa, e acabam descendo para os estratos mais profundos dos viveiros. Dessa forma, uma amostragem de zooplâncton durante o dia deve ser feita deixando a rede de coleta de plâncton afundar pelo menos 60 a 80 cm na coluna d'água.

Monitoramento da qualidade da água dos viveiros

Na produção de camarões em viveiros fertilizados, o produtor deve ao menos monitorar diariamente **o oxigênio dissolvido e a temperatura** (6:00 e 16:00 h). Para isso é necessário dispor de um oxímetro confiável. A aeração suplementar deve ser aplicada sempre que o oxigênio cair abaixo de 4 mg/litro. A ocorrência de oxigênio menor que 4 mg/l é mais provável durante o final da noite e madrugada (entre 22:00 e 7:00 h). Se o produtor não tiver equipe noturna para monitorar o oxigênio e ligar os aeradores durante a madrugada, minha sugestão é que os aeradores sejam programados com "timer" para serem ligados entre 24 e 6 h. Baixos níveis de oxigênio prejudicam não apenas o desempenho e a saúde dos camarões, mas também a reprodução e sobrevivência dos microcrustáceos planctônicos, diminuindo a disponibilidade de alimento natural. **A transparência e a cor aparente da água** devem ser anotadas diariamente. Na prática, o produtor pode definir um grupo de cores como melhor lhe agrada. Por exemplo, água transparente, verde leve, verde intenso, marrom esverdeado, cor de café com leite, cor de chá escuro, etc. A cor da água em viveiros fertilizados com farelo de arroz pode alternar desde transparente (na primeira semana), a ligeiramente verde (segunda e terceira semana), para verde, verde intenso e mesmo marrom claro / esverdeado nas semanas seguintes. A transparência deve ser mantida entre 30 e 50 cm com ajustes na adubação (suspensão ou continuidade) e com trocas parciais de água, quando necessárias. **Os valores de pH e a concentração de amônia total** devem ser monitorados semanalmente no período da tarde (entre 15 e 16 h). Esse é o horário do dia em que os valores de pH podem estar mais elevados, podendo causar estresse aos camarões (diretamente pelo alto pH ou pela presença de amônia na forma tóxica). O ideal é que os valores de pH não excedam a 9,0. Em tanques com água excessivamente verde (excesso de fitoplâncton) o pH à tarde pode ficar acima de 10,0. Valores de pH acima de 10 prejudicam a reprodução e podem causar massiva mortalidade em cladóceros (O'Brien e de Noyelles, 1973), além de prejudicarem o desenvolvimento e saúde dos camarões.

"Se a fazenda possui viveiros rasos e está localizada em áreas com ventos constantes, não é necessário ligar os aeradores durante o dia para promover a circulação de água, salvo nos dias sem vento em que a água dos viveiros fica muito parada."

Caso o pH esteja acima de 9,0-9,5 o produtor deve suspender a aplicação de ureia e continuar a aplicação de farelo. Também pode realizar trocas parciais de água para diluir nutrientes e reduzir a concentração de microalgas, de modo que os valores de pH a tarde retornem para um valor próximo ou abaixo de 9,0. Leia mais sobre os efeitos do pH e da amônia nos camarões em matérias publicadas nessa revista. Outros parâmetros de qualidade da água também devem ser monitorados. Entre eles a **alcalinidade e a dureza total**, especialmente em fazendas de cultivo com águas de baixa salinidade. O ideal é que esses dois parâmetros sejam mantidos acima de 100 mg de CaCO_3/l . O cálcio é um importante elemento na formação das carapaças tanto dos camarões como dos microcrustáceos planctônicos (cladóceros e copépodos). Há kits de análises de água disponíveis no mercado para que o produtor monitore o pH, amônia, alcalinidade e dureza da água. Mais informações sobre qualidade da água e seu impacto sobre os camarões podem ser encontradas em diversos artigos publicados nessa revista (*Panorama da AQUICULTURA*, nº.s 45, 46, 47, 160, 162, 163, 164, 165).

Aeração e circulação da água dos viveiros de camarões manejados com adubação

Embora o sistema de produção aqui proposto utilize baixas densidades de estocagem e pouco ou nenhum uso de ração, é importante que os produtores disponham de alguns

aeradores de pás para uso em situações de emergência e para promover diariamente a circulação da água dos viveiros. A circulação de água é importante para distribuir melhor os nutrientes e o oxigênio por toda a coluna de água do viveiro. A circulação de água deve ser feita ligando os aeradores nos horários de pico de fotossíntese (ver *Panorama da AQUICULTURA*, nº 151, 2015). Se a fazenda possui viveiros rasos e está localizada em áreas com ventos constantes, não é necessário ligar os aeradores durante o dia para promover a circulação de água (salvo nos dias sem vento em que a água dos viveiros fica muito parada). Apesar do farelo de arroz e ureia serem fertilizantes de composição relativamente padronizada (diferente dos esterco animais que muitas vezes são empregados na adubação dos viveiros), nem sempre é possível prever o ritmo de desenvolvimento e o comportamento do fitoplâncton, zooplâncton e outros organismos presentes nos viveiros. Em viveiros fertilizados com farelo de arroz nas primeiras semanas, em função do grande desenvolvimento e biomassa de zooplâncton, as microalgas que produzem oxigênio podem ser quase que totalmente pastejadas por cladóceros, copépodos e ostracodas. A água tende a ficar transparente e os níveis de oxigênio podem ficar abaixo de 4 mg/l, mesmo durante o dia. Os organismos do zooplâncton, juntos, consomem muito mais oxigênio do que todas as pós-lavas, juvenis e demais invertebrados presentes no viveiro. Dessa forma, o uso de aeração suplementar pode ser necessário, inclusive durante o dia. É fundamental, portanto, que o produtor acompanhe os níveis de oxigênio e use a aeração sempre que necessário. A quantidade de aeradores necessários não é muito grande. Cerca de 5 a 10 CV por hectare é mais do que suficiente para suportar a intensidade de produção em viveiros somente adubados.

Com densidades maiores de estocagem e uso de ração do meio para o final do ciclo de cultivo, pode ser necessário prover potência adicional de aeração (até 20 CV/ha).

Quando é necessário fazer o uso de ração?

Nos cultivos de camarões em viveiros adubados, o uso de ração pode ser necessário a partir da metade do ciclo de cultivo se as densidades de estocagem forem altas a ponto de a demanda por alimento dos camarões superar a disponibilidade de alimentos naturais. Não há uma regra exata para se determinar isso. O importante aqui é o produtor acompanhar o desenvolvimento dos animais. Avaliar visualmente a quantidade de alimentos no trato digestivo e mensurar o ganho de peso semanal. Se os animais estão ganhando cada vez mais peso, semana a semana, é sinal de que o alimento natural está sendo suficiente. Mas se a velocidade de crescimento começar a diminuir, a suplementação com ração pode ser necessária. No estudo conduzido por Wyban et al. (1987) em viveiros apenas fertilizados com esterco bovino, camarões estocados nas densidades de 5 e 10 juvenis/m² cresceram bem até a 9ª semana, onde atingiram peso médio próximo de 18 g. A partir desse ponto os animais praticamente não ganharam mais peso (**Figura 4**). Nos viveiros estocados com 20 cam/m² o peso médio de 8 g foi atingido na 4ª semana de cultivo e não mais aumentou a partir daí, indicando que os viveiros com essa densidade de estocagem e sob o manejo de produção empregado (fertilização semanal com 1.800 kg de esterco bovino/ha) atingiram a capacidade de suporte com cerca de 140 g de camarão/m² ou 1.400 kg de camarão/ha. Duas estratégias poderiam ter sido adotadas a partir da 4ª semana nos viveiros com 20 cam/m²: iniciado o fornecimento de ração ou feita uma colheita parcial de metade dos animais com 8 g, deixando a outra metade nos viveiros para crescimento adicional até um peso médio de 16 g.

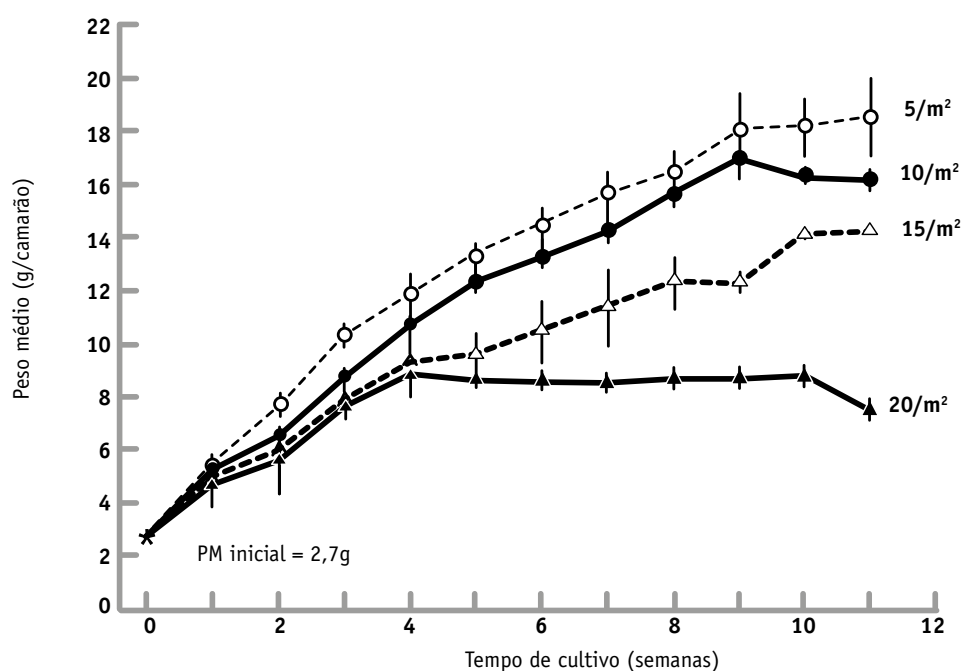


Figura 4 – Evolução do peso médio do camarão branco sob diferentes densidades de estocagem, em viveiros fertilizados com esterco bovino em dose semanal de 1.800 kg/ha (adaptado de Wyban et al 1987)

Estratégias de manejo para reduzir cianobactérias e estimular algas diatomáceas e verdes

Muitos piscicultores e carcinicultores aplicam fósforo (P) demais na água dos viveiros. O excesso de fósforo favorece o desenvolvimento de cianobactérias e de algas filamentosas. Portanto, a aplicação de fertilizantes fosfatados - como os superfosfatos simples e triplo, o MAP e DAP (fosfato monoamônio ou diamônio) e formulações NPK com mais fósforo do que nitrogênio - deve ser evitada ou minimizada. Diversos estudiosos sugerem que o desenvolvimento de algas verdes (clorofíceas) é favorecido quando a relação N:P na água é mantida elevada, igual ou acima de 20:1. Da mesma forma, algas diatomáceas parecem ser favorecidas por uma alta relação N:P (20 a 30:1) e pela aplicação de sílica na água. A sílica é um componente importante para a formação das carapaças das algas diatomáceas. Boyd e Daniels (1994) indicam como fontes de sílica, o metassilicato de sódio e também cinzas obtidas a partir da queima do bagaço da cana-de-açúcar. Boyd (2014) registra que depois do oxigênio a sílica é o elemento mais abundante no planeta. Águas naturais contêm desde 5 a 25 mg/l de sílica. Águas marinhas contêm 6 mg/l de sílica. Esses níveis de sílica seriam mais do que suficientes para o estabelecimento de diatomáceas.

Aplicações de sílica somente seriam necessárias se uma água em particular conter níveis de sílica menores que o da água

do mar (6 mg/l). Algas diatomáceas aproveitam melhor o nitrato do que outras formas de nitrogênio. Desse modo, aplicações de nitrato de sódio, como fonte de nitrogênio ao invés de ureia, geralmente têm mais efeito no desenvolvimento de diatomáceas.

Além da manipulação da relação N:P, outra estratégia auxiliar para favorecer o desenvolvimento de algas verdes e de diatomáceas nos viveiros é a inoculação de um viveiro com água bombeada de viveiros vizinhos onde há predomínio de clorofíceas e diatomáceas. Para isso, ajuda muito ter um microscópio em mãos e saber identificar os diferentes tipos de algas que costumam ocorrer em seus viveiros (ver alguns exemplos nas **Figuras 1, 2 e 3**). Uma grande quantidade de imagens de microalgas pode ser encontrada no acervo de imagens do Google.

Estratégias de colheitas parciais para aumentar a produção e a eficiência do uso dos recursos

O uso de estratégias de colheitas parciais é bastante comum no cultivo de peixes, porém pouco utilizada pelos produtores de camarão. Considerando que a estratégia de adubação de viveiros com farelo de arroz e ureia apresentada aqui possibilite pelo menos uma produção de 1.500 kg de camarão por hectare (150 g/m²) e uma sobrevivência de 75% das PL's estocadas, se a meta é produzir camarões com peso final de 8 g, a densidade de estocagem inicial deve ser de 25 camarões/m² (ver quadro de peso final e



TRADIÇÃO EM QUALIDADE E DURABILIDADE



NOVIDADE:
AERADORES COM NOVOS MOTORES WEG
Desenvolvidos especialmente para aquicultura, parceria BERAQUA & WEG

- Rolamentos reforçados 2RS
- Bobinamento especial com maior resistência elétrica.
- Carcaça de alumínio





AQUAMIX

Alguns outros destaques:

- Equipamento sem redutor, possibilitando menor manutenção.
- Maior eficiência.
- Novo cesto de inox.

(47) 3334-0089

www.beraqua.com.br

beraqua@beraqua.com.br

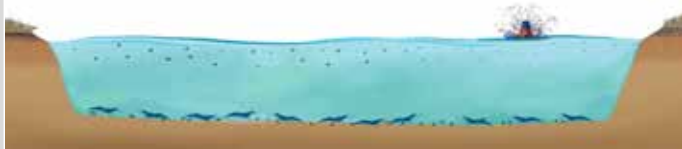
Figura 5 – Ilustração da estratégia de colheita parcial para aumentar a produção nos viveiros de camarão

Planejamento da estocagem e estratégia de colheitas parciais

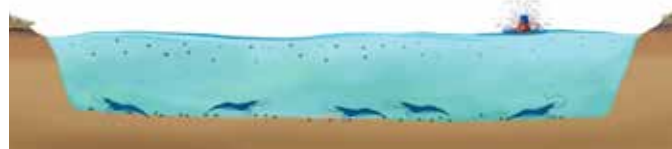
- Despesca parcial de camarões 8g e colheita final de camarões 15 a 16 g
- DE inicial = 25 a 27 PL ou Juv/m²
- Colheita de 700 a 800 kg de camarões quando atingirem peso médio de 8g
- O restante fica no viveiro até atingir 16 g para colheita final (1.500 kg/ha)
- Produção do viveiro > 2.200 kg/ha. Melhor uso dos recursos e maior receita com venda de camarões maiores

Peso Final (g)	DE (cam/m ²)
8	25
12	17
15	13
24	8
30	7
Biomassa (g/m ²)	
150	
Sobrevivência	
75%	

DE inicial = 25 a 27 Juv/m² - Colheita parcial 8 g



Ficam no viveiro = 10 a 11 Juv/m² - Colheita final 16 g



estocagem na **Figura 5**). Na estratégia com uma colheita parcial de camarões de 8 g e uma colheita final de camarões com 16 g, o produtor deve estocar os viveiros inicialmente com 25 a 27 PL ou Juv/m². Quando os camarões atingirem o peso médio de 8 g (ao redor de 8 a 10 semanas, se estocados como PL's) deve ser feita a colheita parcial de mais ou menos 700 a 800 kg/ha (que equivale a aproximadamente metade dos animais). O restante dos camarões permanece no viveiro (por mais 6 a 7 semanas) para atingirem 16 g, possibilitando uma despesca final de cerca de 1.500 kg/ha. Assim, esse viveiro pode produzir algo próximo de 2.200 kg de camarão/ha em cerca de 14 a 17 semanas.

Outra possibilidade é fazer duas colheitas parciais e uma colheita final (8 g, 16 g e 24 g). A estocagem inicial de 25 a 27 PL ou Juv/m². Após 8 a 10 semanas colhe 700 a 800 kg de camarão de 8 g. Após mais 6 a 7 semanas, colhe mais 700 a 800 kg de camarão de 16 g. O restante dos camarões será colhido após mais 6 a 7 semanas com peso médio próximo de 24 g (mais 700 a 800 kg de camarão). Nessa terceira etapa pode ser necessário o uso de ração, determinado com base na avaliação semanal do desenvolvimento dos animais.

Os benefícios e riscos envolvidos na estratégia de colheitas parciais devem ser criteriosamente analisados diante das condições de produção e mercado de cada empresa. As colheitas parciais possibilitam um uso mais eficiente dos recursos (área dos viveiros, energia para bombeamento de água, corretivos e fertilizantes, mão de obra e maquinário usados no preparo dos viveiros, entre outros) e têm o potencial de aumentar consideravelmente a produção e receitas com a venda de camarões de maior tamanho e valor de mercado. Por outro lado, com as colheitas parciais e produção de ca-

marões maiores, o ciclo de cultivo se estende, o que pode aumentar problemas com doenças, predações e exposição dos camarões por mais tempo a eventuais condições adversas de qualidade da água.

Considerações finais

A produção de camarão em baixas densidades de estocagem pode ser sustentada exclusivamente por alimentos naturais presentes nos viveiros. Com uma alimentação natural de alto valor nutritivo e menor risco de problemas com a qualidade da água, a ocorrência de enfermidades pode ser bastante reduzida nos sistemas extensivos de produção. Com uma melhor compreensão dos fundamentos da adubação de viveiros, das interações entre a qualidade da água e o desenvolvimento de diversos organismos que compõem e sustentam a cadeia alimentar, o produtor de camarão poderá estabelecer estratégias mais eficientes de manejo da produção em viveiros fertilizados. O monitoramento rotineiro da qualidade da água, o acompanhamento da abundância e sucessão dos organismos que compõem o “pool” de alimentos naturais e a atenta observação e registro do desenvolvimento (ganho de peso) dos camarões ao longo dos ciclos de cultivo, ajudarão aos produtores a avaliar melhor os resultados de produção, possibilitando o estabelecimento de parâmetros de controle e procedimentos de manejo mais precisos e eficazes. Esse, sem dúvida, é um dos caminhos em busca do uso mais eficiente dos recursos e do aumento da produtividade das fazendas de cultivo de maneira segura, econômica e sustentável. ■