



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA

AVALIAÇÃO DA GÔNADA DE PEIXE MARINHO E DA BIOMASSA
DE *ARTEMIA* SP COMO ITENS ALIMENTARES SOBRE O
DESEMPENHO REPRODUTIVO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*.

Fernanda Guimarães de Carvalho

Florianópolis – Santa Catarina
2004

**AVALIAÇÃO DA GÔNADA DE PEIXE MARINHO E DA BIOMASSA
DE *ARTEMIA* SP COMO ITENS ALIMENTARES SOBRE O
DESEMPENHO REPRODUTIVO DE *LITOPENAEUS VANNAMEI*.**

Fernanda Guimarães de Carvalho

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Aqüicultura.

Orientador: Prof. Dr. Edemar Roberto Andreatta

Co-orientadora: Prof. Dr^a Débora Machado Fracalossi

**Florianópolis – Santa Catarina
2004**

**Avaliação da gônada de peixe marinho e da biomassa de
Artemia sp. como itens alimentares sobre o desempenho
reprodutivo de *Litopenaeus vannamei*.**

POR

FERNANDA GUIMARÃES DE CARVALHO

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de

MESTRE EM AQUICULTURA

e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Pós-Graduação em Aquicultura.

Profa. Débora Machado Fracalossi, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Dr. Edemar Roberto Andreatta - *Orientador*

Dra. Débora Machado Fracalossi

Dr. Ronaldo Olivera Cavalli

CARVALHO, FERNANDA GUIMARÃES

Avaliação da gônada de peixe marinho e da biomassa de *Artemia* sp como itens alimentares sobre o desempenho reprodutivo de *Litopenaeus vannamei*.

73 páginas

Dissertação de Mestrado em Aqüicultura. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. 2004.

Orientador: Prof. Dr. Edemar Roberto Andreatta

Co-orientadora: Prof. Dr^a Débora Machado Fracalossi

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*; maturação; nutrição; dieta de reprodutores; Biomassa de *Artemia* sp.

A todos que, direta ou indiretamente, tiveram alguma participação neste trabalho.

“A autêntica riqueza da experiência humana perderia parte de sua alegria se não existissem limitações a superar” (Halina Boulez).

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela sua onipresença em todos os momentos, sejam eles difíceis ou não.

Ao Prof. **Edemar Roberto Andreatta** pela sua acolhida desde o momento em que eu aqui cheguei, pela sua orientação (muito além dos limites deste trabalho) e pelas infindáveis oportunidades de amadurecimento profissional a mim proporcionadas durante todo o tempo de trabalho.

À Prof^a **Débora Machado Fracalossi** por todos os ensinamentos durante o curso e pelas valiosas sugestões para a elaboração deste trabalho.

A toda **Equipe do Departamento de Aqüicultura** da UFSC, em especial ao secretário **Carlito Klunk** por todos os serviços prestados e por toda orientação ao longo do curso.

A todos os **Professores do curso de Mestrado em Aqüicultura** pelos valiosos ensinamentos proporcionados.

A **CAPES** pela concessão da bolsa de estudos.

A toda a equipe do **Centro de Investigações Biológicas do Noroeste – CIBNOR (México)**, em especial a **Guillermo Portillo** e sua simpática e agradável família; **Laura Carreon Palau** e seu esposo **Jorge Arturo Del Angel Rodríguez**, do Laboratório de Biotecnologia de Microalgas; a **Francisco Eduardo Hernandez Sandoval**, do Laboratório de Plâncton e a **Francisco Velásquez** e família, não só pela valiosa orientação na realização das análises, mas também pela excelente hospitalidade e pela agradável convivência durante o tempo em que lá permaneci.

À equipe do **Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce - LAPAD**, especialmente a **Vanice Schneider** (técnica de laboratório) e a **Luciana Ghirdelli** (acadêmica de Eng. de Aqüicultura), pela realização das análises bromatológicas que são apresentadas neste trabalho.

A toda **Equipe de gerentes, bolsistas e funcionários do Laboratório de Camarões Marinhos - LCM**, não só pela hospitalidade desde o momento em que eu aqui cheguei,

mas também pela agradável convivência ao longo do período de trabalho. Todos vocês, de uma forma ou de outra, tiveram alguma participação neste trabalho e sou muito grata por isso.

E, dentro da equipe do LCM, um agradecimento muito especial à **equipe do setor de Maturação em Cativeiro**: à **Daniela Gonçalves Soares Maggioni (Dani)**, chefe, por toda amizade, sugestões no experimento e apoio nos momentos mais críticos; aos bolsistas **Brian, Fabrício, Natália e Luciano**, pela valiosa ajuda durante o experimento e por toda amizade ao longo de todo o período de convivência; e aos funcionários **Adalton (Dadá e/ou Chiquinho), Alessandro, Ciriaco, David, Ilson (Ilsinho), Leomar (Leo) e Nilton (Coruja)**, pela excelente qualidade do trabalho, por toda boa vontade no auxílio durante o experimento, pela excelente convivência e pelos vários momentos de diversão, não só no período de experimento, mas também ao longo de todo o tempo de trabalho. Se não fosse pelo apoio de vocês eu não imagino como este trabalho se concretizaria. De coração, muito obrigado a todos!

Aos meus grandes **amigos Fábio Santamaría (Bis), Carolina Charvet Machado, Kárlia Amaral (minha “senhoria”), Rafael Moraes (meu “estagiário”), Tathiana Zimmerman e Taís Gonçalves Santo; Alexandre, Jefferson, Oscar, Giacinto e Renatinha (meus irmãozinhos), Maurício (segundo “estagiário”), Fernanda Freitas e Bartira Volpato (distante, mas muito querida)**, por toda hospitalidade, pelos (vários) momentos de diversão e pelo grande apoio nos momentos mais críticos. Vocês não imaginam o quanto eu sou grata a todos vocês por tudo isso!

E, por fim, a toda minha **família (pais, irmãos, primos e tios)**, que apesar da distância se mantiveram sempre presentes em todos os momentos. Muito obrigado; eu amo todos vocês!

A todos vocês o meu muito obrigado por tudo!

SUMÁRIO

SUMÁRIO	IX
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE FIGURAS	XII
RESUMO	12
ABSTRACT	14
1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	22
MANUSCRITO	23
RESUMO	25
1. INTRODUÇÃO	27
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Local de execução e material biológico	29
2.2 Dietas experimentais	29
2.3 Delineamento e ambiente experimental	30
2.4 Procedimentos experimentais	31
2.5 Análise dos itens alimentares e das gônadas das fêmeas	32
2.6 Análise estatística	33
3. RESULTADOS	34
3.1 Performance reprodutiva	34
3.2 Composição dos itens alimentares naturais e das gônadas	38
4. DISCUSSÃO	44
5. CONCLUSÕES	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO	64
ANEXO	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição e horários de distribuição dos itens alimentares experimentais-	30
Tabela 2 Sobrevivência (%) e peso finais de fêmeas (g)-----	34
Tabela 3 Performance reprodutiva de fêmeas de <i>L. vannamei</i> submetidas às três dietas experimentais -----	35
Tabela 4 Composição nutricional dos itens alimentares naturais utilizados nas dietas experimentais (n=3) -----	38
Tabela 5 Fornecimento nutricional total na matéria seca das dietas experimentais (n=3) -----	39
Tabela 6 Percentagem de ácidos graxos no lipídio total dos itens alimentares naturais adotados nas dietas experimentais (n=2)-----	41
Tabela 7 Fornecimento total de ácidos graxos na matéria seca pelos itens alimentares naturais por dieta experimental (n=2)-----	42
Tabela 8 Percentagem de ácidos graxos no lipídio total nas gônadas das fêmeas alimentadas com as dietas experimentais (n=6) -----	43

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Desempenho reprodutivo de fêmeas de *L. vannamei* submetidas às dietas experimentais: a) Número de cópulas com desova; b) Número de ovos por desova; c) Número de náuplios por desova; d) Taxa de eclosão de ovos por tratamento; e) Taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa por tratamento **37**
- Figura 2** Teor de lipídios totais nas gônadas das fêmeas alimentadas com as dietas experimentais **43**

RESUMO

A performance reprodutiva em cativeiro do *Litopenaeus vannamei* foi avaliada mediante a substituição do item alimentar biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho na dieta, a fim de propor uma alternativa alimentar viável do ponto de vista sanitário, financeiro e nutricional. Foram aplicadas três dietas: uma dieta Controle, que é a dieta padrão do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), sendo constituída por lula e marisco, gônada de peixe marinho, biomassa de *Artemia* e ração comercial, oferecida em horários alternados ao longo do dia, e duas dietas teste: Gônada, na qual excluiu-se biomassa de *Artemia* da composição padrão, e Artemia, na qual excluiu-se gônada de peixe marinho. Ao final do experimento não foi detectada diferença significativa entre as fêmeas alimentadas com as dietas experimentais ($p > 0,05$) em relação ao número de cópulas com desova/mês, número de ovos/desova, número de náuplios/desova, taxa de eclosão de ovos/dieta e taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa/dieta. Em relação à composição nutricional dos itens alimentares naturais utilizados nas dietas, a biomassa de *Artemia* apresentou resultados inferiores em todos os parâmetros analisados, exceto no teor de cinzas, que foram bastante altos (25%) provavelmente devido à presença de areia nas amostras. Já a gônada de peixe marinho, em comparação com a biomassa de *Artemia*, apresentou maiores concentrações de proteína bruta (70,2%) e gordura (17,1%). Também foi detectada diferença significativa na composição nutricional total das dietas experimentais aplicadas ($p < 0,05$). A dieta Gônada alcançou os maiores resultados nas concentrações de proteína bruta (69,7%) e gordura (8,34%). Em relação a este último, a dieta *Artemia* alcançou o menor resultado, com 7,01%. Na gônada de peixe marinho e na biomassa de *Artemia* os ácidos graxos mais abundantes foram 16:0, 16:1 n-7 e 18:1 n-5. O ácido araquidônico (ARA, 20:4 n-6) esteve presente em ambos, sendo que na biomassa de *Artemia* sua concentração foi a maior (10%); contudo, em relação ao fornecimento total de ácidos graxos pelas dietas experimentais proporcionado pelos itens alimentares naturais, na dieta *Artemia* este ácido graxo esteve em menor concentração, com 1,61%. Adicionalmente, em todos os resultados onde foi observada diferença significativa, a dieta *Artemia* foi a que alcançou concentrações inferiores, com exceção do ácido graxo 18:2 n-6, cujo resultado foi estatisticamente similar ao resultado da dieta Controle. Na biomassa de *Artemia* o ácido

docosaheptaenóico (DHA, 22:6 n-3) esteve ausente, enquanto que, na gônada de peixe marinho o mesmo apresentou a maior concentração (18,1%). Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) no teor de lipídios totais e nos perfis de ácidos graxos das gônadas das fêmeas alimentadas com as dietas experimentais. Estes resultados indicam a possibilidade de substituição da biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho na dieta de reprodutores de camarão marinho sem maiores comprometimentos à sua performance reprodutiva em cativeiro.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*; maturação; nutrição; dieta de reprodutores; Biomassa de *Artemia* sp.

ABSTRACT

The reproductive performance in captivity of *Litopenaeus vannamei* was evaluated by replacing *Artemia* biomass by marine fish gonad to propose an alternative diet with sanitary, nutritional and financial viability. Three diets were applied: Control diet, that is the standard diet used at Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), constituted of squid, mussel, *Artemia* biomass, marine fish gonad and commercial feed offered separately during the day; and two test diets: Gonad, without *Artemia* biomass from the original composition; and Artemia, without marine fish gonad. There were no statistical differences ($p>0,05$) among the dietary treatments related to number of spawnings/month, number of eggs/spaw, number of nauplius/spaw, hatching rate/diet and metamorphosis rate of nauplius to protozoae/diet. Referending to the diet composition of the natural feed itens used in the diets, *Artemia* biomass was lower in all of them, except in the ash content that was very high (25%) probably because of the contamination with sand in the samples. Marine fish gonad presented higher concentrations of crude protein (70,2%) and fat (17,1%) in comparison with *Artemia* biomass. There were also statistical differences referending to the total nutritional composition of the experimental diets applied ($p<0,05$). Gonad diet achieved the highest concentrations of crude protein (69,7%) and fat (8,34%). In relation to the last one, *Artemia* diet achieved the lowest content, with 7,01%. The more abundant fatty acids of *Artemia* biomass and marine fish gonad were 16:0, 16:1 n-7 and 18:1 n-5. Arachidonic acid (20:4 n-6) was present in both of them; but was more abundant in the *Artemia* biomass (10%); but in relation to the total fatty acids providing of the test diets by the natural feed itens, the *Artemia* diet had the lowest concentration of this fatty acid, with 1,61%. In addition, in all the results that were observed statistical differences, the *Artemia* diet obtained the lowest concentrations, except in 18:2 n-6, whose result was similar to the Control diet. *Artemia* biomass did not contain docosahexaenoic acid (22:6 n-3), but marine fish gonad had higher content of this fatty acid (18,1%). Despite of these results, there were no statistical differences ($p>0,05$) in total lipid content and fatty acid profile among female gonads fed the experimental diets. These results indicate the

possibility of replacing *Artemia* biomass by marine fish gonad in maturation diets for *L. vannamei* without detriment in its reproductive performance in captivity.

Key words: *Litopenaeus vannamei*; maturation; nutrition; maturation diets; *Artemia* biomass.

1. INTRODUÇÃO

A carcinocultura marinha é um ramo da aqüicultura que vem apresentando rápida expansão, sendo atualmente responsável por mais de 40% do total de camarão consumido no mundo (NUNES, 2000). Segundo ROSENTHAL (1994), o sucesso no atendimento desta crescente demanda se deve a fatores tais como o contínuo desenvolvimento de novas tecnologias, o aumento das áreas cultivadas e o conhecimento crescente acerca das peculiaridades fisiológicas dos organismos cultivados.

No Brasil, esta atividade iniciou-se na década de 70 com o cultivo da espécie nativa *Farfantepenaeus brasiliensis* e da espécie exótica *Marsupenaeus japonicus*. A partir da década de 80, essa atividade passou a contar com investimentos governamentais no desenvolvimento tecnológico do setor (NUNES, 2001). Nos primórdios da década de 90, essa atividade iniciou seu período de ascensão, a qual foi possível, principalmente, devido à introdução do *Litopenaeus vannamei*, respaldada pelo desenvolvimento de tecnologias apropriadas, tais como ração eficiente e conhecimento zootécnico (ROCHA e MAIA, 1998).

Dentre os camarões marinhos cultivados no mundo, os pertencentes à família Penaeidae são os de maior interesse para a indústria carcinocultora, em especial as espécies *Penaeus monodon* e *Litopenaeus vannamei*. MATOS (1999) explica que o camarão *Litopenaeus vannamei*, com origem no Oceano Pacífico das Américas, distribuiu-se desde a Califórnia (Estados Unidos) até o Norte do Peru. Esta espécie é comum em regiões de fundos argilosos a arenosos, de profundidade variando entre 5m a 72m. NUNES (2000) acrescenta que à medida que estes organismos atingem maior maturidade, começam a passar boa parte de seu tempo sobre o substrato, movendo-se vagarosamente em busca de alimento.

No Brasil, o *L. vannamei* tem apresentado excelentes respostas adaptativas em decorrência da sua rusticidade e das excelentes taxas de crescimento. Além do mais, o aprimoramento de técnicas de manejo e controle biológico, bem como a existência de um grande potencial litorâneo e a disponibilidade de alimento de boa qualidade,

favoreceram o sucesso do cultivo (ROCHA e MAIA,1998). A consolidação do seu cultivo tem estimulado maiores investimentos no setor e, conseqüentemente, gerado divisas ao país (SEIFFERT *et al.*, 2000).

Atrelada à crescente expansão da carcinocultura brasileira encontra-se o desenvolvimento tecnológico cada vez mais intenso de laboratórios comerciais de reprodução de camarões marinhos. Tal processo permite o fornecimento constante e eficaz de pós - larvas em grandes quantidades e com alta qualidade para as fazendas de cultivo de camarão, assegurando-lhes, desta forma, a produtividade (BROWDY, 1998).

Em Santa Catarina, o Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), localizado em Florianópolis, iniciou em 1984 estudos sobre a reprodução em cativeiro e cultivo do camarão rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) e do camarão branco nativo (*Litopenaeus schmitti*). Contudo, em 1998 iniciou-se no estado um programa de pesquisas para a produção em cativeiro do *Litopenaeus vannamei*, em decorrência de seus excelentes resultados em cativeiro. Atualmente, tal espécie é responsável pela totalidade do camarão cultivado nas fazendas do estado (BITTENCOURT, 2000).

A produtividade dos laboratórios de reprodução depende de um total domínio dos diferentes aspectos ligados à biologia dos organismos cultivados (BITTENCOURT, 2000). Atualmente têm-se observado importantes avanços tecnológicos neste setor, cujo sucesso depende de uma série de elementos tais como um adequado manejo das condições ambientais e sanitárias de cultivo, a formação de um plantel de reprodutores de qualidade e o fornecimento de uma alimentação de alta qualidade nutricional.

Existem diversos fatores que exercem importantes efeitos fisiológicos em reprodutores de camarão mantidos em cativeiro, especialmente sobre a sua endocrinologia. Tais fatores, por sua vez, repercutem tanto na quantidade quanto na qualidade das larvas produzidas (BITTENCOURT, 2000). Dentre estes, a nutrição deve ser colocada em destaque, uma vez que interfere diretamente no desempenho reprodutivo dos organismos estocados (BRAY e LAWRENCE, 1992; BROWDY, 1998). Além do mais, a técnica de ablação unilateral do pedúnculo ocular realizada nas

fêmeas para induzir a maturação ovariana requer uma condição nutricional satisfatória, a fim de que a demanda de nutrientes envolvida nestes eventos reprodutivos possa ser atendida. Desta forma, a absorção de nutrientes pelos reprodutores de camarão durante a maturação gonadal, notadamente em fêmeas, deve ser assegurada, a fim de que os gametas formados tenham qualidade satisfatória (HARRISON, 1997).

HARRISON (1990) explica que o perfeito entendimento sobre as interações entre a nutrição e a reprodução, bem como sobre as exigências nutricionais para maturação e fertilização bem sucedidas, garantem a obtenção de náuplios em quantidade e qualidade satisfatórias. Sobre este aspecto, TRUJILLO (1996) explica que a reprodução em crustáceos envolve tanto a mobilização quanto a biossíntese e acúmulo de nutrientes nos gametas. Os nutrientes, inicialmente estocados no hepatopâncreas, são mobilizados, já no início do processo de maturação dos reprodutores, para a manutenção dos processos de gonadogênese e gametogênese, bem como para a formação das reservas energéticas das células germinativas. A mesma autora acrescenta que os ovócitos devem ter reservas energéticas suficientes para garantir o perfeito desenvolvimento embrionário, bem como suprir as necessidades dos náuplios em seus primeiros estágios. Adicionalmente, uma boa dieta permite que, tanto a maturação gonadal dos organismos quanto a ocorrência de cópulas e a viabilidade dos ovócitos produzidos, sejam estimuladas.

Da mesma forma que a gonadogênese e a gametogênese, os desenvolvimentos embrionário e larval também são dependentes da qualidade nutricional em que se encontram os organismos reprodutores. Isto é devido ao fato de que tanto os estádios embrionários quanto a fase larval do desenvolvimento dos crustáceos em geral dependem inteiramente das reservas energéticas contidas nos ovos. Portanto, tanto a sobrevivência das larvas quanto o seu desenvolvimento dependem especialmente da quantidade e da qualidade das reservas nutricionais existentes no ovo, em conjunto com outros fatores endógenos e exógenos (HARRISON, 1990).

A despeito de toda a relevância acima abordada, estudos nutricionais relacionados a aspectos reprodutivos de camarões marinhos ainda são escassos na literatura. Os poucos trabalhos existentes estão voltados para a definição de exigências

nutricionais que atendam os processos reprodutivos em cativeiro (BRAY e LAWRENCE, 1992; HARRISON, 1997; BITTENCOURT, 2000; WOUTERS *et al.*, 2001b). Existe muita controvérsia a cerca dos regimes alimentares aplicados à reprodução de camarões marinhos (BRAY e LAWRENCE, 1992). Em geral, a dieta fornecida a reprodutores de camarão marinho é composta por alimento artificial em conjunto com alimento natural de origem marinha, fresco e/ou congelado. Tal composição, por sua vez, busca garantir o fornecimento de elevados teores de proteína, colesterol, ácidos graxos poliinsaturados, fosfolipídios, vitaminas e minerais ao plantel estocado (BRAY e LAWRENCE, 1992; TRUJILLO, 1996).

O alimento natural é largamente utilizado na dieta de reprodutores de camarão marinho, sendo sua importância amplamente conhecida e discutida (HARRISON, 1990, 1997; BRAY *et al.*, 1990; BRAY e LAWRENCE, 1992; XU *et al.*, 1994; TRUJILLO, 1996; LAVENS e SORGELOOS, 1998; BITTENCOURT, 2000; WOUTERS *et al.*, 2001b). A importância deste tipo de alimentação começou a ser discutida em meados da década de 70, quando a tecnologia de indução à reprodução de camarões em cativeiro foi iniciada (HARRISON, 1990). De acordo com BITTENCOURT (2000), a seleção dos itens alimentares a serem adotados, bem como a proporção em que serão oferecidos, variam de acordo com sua disponibilidade no mercado, custo financeiro, facilidade de armazenamento e manipulação, aceitabilidade pelo camarão e qualidade nutricional. Segundo a mesma autora, esta qualidade nutricional, por sua vez, depende da espécie escolhida, idade, temperatura de conservação, local de captura e estado de maturação reprodutiva dos organismos utilizados nas dietas. Desta forma, é preferível que o alimento natural oferecido ao plantel cultivado seja composto por mais de um organismo marinho, a fim de que as exigências nutricionais dos reprodutores sejam garantidas (NAESSENS *et al.*, 1997). TRUJILLO (1996) explica que alguns dos itens mais utilizados são lula, bivalves, siris, peixes, poliquetos e o microcrustáceo *Artemia* sp. A proporção do alimento natural na dieta, por sua vez, pode variar de 50% até 80% da dieta total oferecida. Em geral, recomenda-se que estes organismos utilizados como alimento natural se encontrem em estágio de reprodução, justamente porque, nesta fase, são mais ricos em nutrientes essenciais (HARRISON, 1990; BRAY e LAWRENCE, 1992; WOUTERS *et al.*, 2001b).

Existem relatos na literatura acerca da utilização de biomassa de *Artemia* sp na dieta de reprodutores de camarão marinho para incrementar alguns índices reprodutivos, tais como amadurecimento ovariano, taxa de fertilização em cativeiro e qualidade das larvas obtidas (BRAY *et al.*, 1990; NAESSENS *et al.*, 1997; WOUTERS *et al.*, 2001b). Segundo DHONT e SORGELOOS (2002), a aplicação da *Artemia* com fins alimentares na aquicultura iniciou-se na década de 30, quando alguns cientistas perceberam nestes organismos uma excelente fonte de nutrientes para a larvicultura de peixes. MOSCHEN (2000), por sua vez, acrescenta que, atrelada à ascensão da aquicultura nos anos 60 e 70, veio a maior difusão da sua utilização como fonte alimentar alternativa aos organismos cultivados. LYTLE *et al.* (1990), bem como NAESSENS *et al.* (1997), explicam que a *Artemia* veio como uma opção sanitária e financeiramente mais viável quando comparada com poliquetos marinhos. Já WOUTERS *et al.* (2001b) salientam que tal eficiência pode ser devido ao fato destes organismos compartilharem dos mesmos hormônios específicos envolvidos na reprodução de crustáceos em geral.

Contudo, ao mesmo tempo que tais resultados sugerem o efeito positivo da biomassa de *Artemia* em dietas de reprodutores de camarão marinho, sua utilização também envolve certos inconvenientes. A administração deste item alimentar implica elevados custos tanto para sua obtenção quanto para sua conservação. A disponibilidade e a qualidade nutricional do mesmo variam de acordo com a época e local de obtenção; além do mais, sua qualidade pode ser deteriorada devido ao armazenamento e manuseio inadequados (HARRISON, 1990). Por fim, seu uso pode acarretar riscos de caráter sanitário aos organismos estocados, uma vez que estes alimentos podem ser veículo de introdução e propagação de doenças ao plantel cultivado (HARRISON, 1997).

Especificamente no Estado de Santa Catarina, em razão das dificuldades regionais de produção de biomassa de *Artemia* sp, esta é adquirida de regiões salinas do Rio Grande do Norte, sendo tal estado grande produtor de camarão. Este fato, por sua vez, contribui seriamente com o aumento do risco de transmissão de doenças aos reprodutores. Diante destas dificuldades, o presente trabalho propõe o estudo da

gônada de peixe marinho como uma alternativa nutricionalmente satisfatória, financeiramente viável e adequada do ponto de vista sanitário, uma vez que se trata de um item de origem regional, como forma de assegurar os índices reprodutivos do camarão marinho em cativeiro.

2. OBJETIVOS

- ✓ Avaliar a qualidade nutricional dos itens alimentares naturais utilizados usualmente na dieta de reprodutores do setor de Maturação em Cativeiro do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM);
- ✓ Medir o efeito da utilização da gônada de peixe marinho em substituição à biomassa de *Artemia* sp sobre índices reprodutivos do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de maturação em cativeiro;
- ✓ Apresentar uma dieta alternativa com ingrediente regional, como forma de isolar possíveis problemas sanitários decorrentes da utilização de biomassa de *Artemia* sp produzidas em regiões de risco.

O manuscrito presente foi escrito obedecendo às normas do periódico Aquaculture, as quais encontram-se no Anexo.

MANUSCRITO

Avaliação da gônada de peixe marinho e da biomassa de *Artemia* sp. como itens alimentares sobre o desempenho reprodutivo de *Litopenaeus vannamei*.

F. G. de Carvalho^{a†}; E. R. Andreatta^a e D. M. Fracalossi^b

^a**Laboratório de Camarões Marinhos – LCM**

^b**Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce – LAPAD**

Departamento de Aqüicultura – Centro de Ciências Agrárias

Caixa postal 476

Universidade Federal de Santa Catarina

CEP 88040-900 Florianópolis, SC, Brasil

[†]Autora correspondente: Tel.: +55-48-337-5318; +55-48-231-3400

FAX: +55-48-231-3400

e-mail: : carvalhofernanda@uol.com.br

RESUMO

A performance reprodutiva em cativeiro do *Litopenaeus vannamei* foi avaliada mediante a substituição do item alimentar biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho na dieta, a fim de propor uma alternativa alimentar viável do ponto de vista sanitário, financeiro e nutricional. Foram aplicadas três dietas: uma dieta Controle, que é a dieta padrão do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM), sendo constituída por lula e marisco, gônada de peixe marinho, biomassa de *Artemia* e ração comercial, oferecida em horários alternados ao longo do dia, e duas dietas teste: Gônada, na qual excluiu-se biomassa de *Artemia* da composição padrão, e Artemia, na qual excluiu-se gônada de peixe marinho. Ao final do experimento não foi detectada diferença significativa entre as fêmeas alimentadas com as dietas experimentais ($p > 0,05$) em relação ao número de cópulas com desova/mês, número de ovos/desova, número de náuplios/desova, taxa de eclosão de ovos/dieta e taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa/dieta. Em relação à composição nutricional dos itens alimentares naturais utilizados nas dietas, a biomassa de *Artemia* apresentou resultados inferiores em todos os parâmetros analisados, exceto no teor de cinzas, que foram bastante altos (25%) provavelmente devido à presença de areia nas amostras. Já a gônada de peixe marinho, em comparação com a biomassa de *Artemia*, apresentou maiores concentrações de proteína bruta (70,2%) e gordura (17,1%). Também foi detectada diferença significativa na composição nutricional total das dietas experimentais aplicadas ($p < 0,05$). A dieta Gônada alcançou os maiores resultados nas concentrações de proteína bruta (69,7%) e gordura (8,34%). Em relação a este último, a dieta *Artemia* alcançou o menor resultado, com 7,01%. Na gônada de peixe marinho e na biomassa de *Artemia* os ácidos graxos

mais abundantes foram 16:0, 16:1 n-7 e 18:1 n-5. O ácido araquidônico (ARA, 20:4 n-6) esteve presente em ambos, sendo que na biomassa de *Artemia* sua concentração foi a maior (10%); contudo, em relação ao fornecimento total de ácidos graxos pelas dietas experimentais proporcionado pelos itens alimentares naturais, na dieta *Artemia* este ácido graxo esteve em menor concentração, com 1,61%. Adicionalmente, em todos os resultados onde foi observada diferença significativa, a dieta *Artemia* foi a que alcançou concentrações inferiores, com exceção do ácido graxo 18:2 n-6, cujo resultado foi estatisticamente similar ao resultado da dieta Controle. Na biomassa de *Artemia* o ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 n-3) esteve ausente, enquanto que, na gônada de peixe marinho o mesmo apresentou a maior concentração (18,1%). Não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) no teor de lipídios totais e nos perfis de ácidos graxos das gônadas das fêmeas alimentadas com as dietas experimentais. Estes resultados indicam a possibilidade de substituição da biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho na dieta de reprodutores de camarão marinho sem maiores comprometimentos à sua performance reprodutiva em cativeiro.

Palavras-chave: *Litopenaeus vannamei*; maturação; nutrição; dieta de reprodutores; Biomassa de *Artemia* sp.

1. INTRODUÇÃO

A carcinocultura marinha é uma atividade que se encontra em crescente expansão no Brasil. A este crescimento, por sua vez, está atrelado o intenso desenvolvimento tecnológico de laboratórios comerciais de reprodução de camarões marinhos, o que permite o fornecimento constante e eficaz de pós-larvas em grandes quantidades e com alta qualidade para as fazendas de cultivo de camarão (BROWDY, 1998). O bom desempenho destes laboratórios depende de um total domínio dos variados aspectos ligados à biologia dos organismos cultivados (BITTENCOURT, 2000). Dentre estes, a nutrição deve ser colocada em destaque, uma vez que interfere diretamente no desempenho reprodutivo dos organismos (BRAY e LAWRENCE, 1992; BROWDY, 1998). Além do mais, a técnica de ablação unilateral do pedúnculo ocular realizada das fêmeas, para induzir a maturação ovariana em cativeiro, requer uma condição nutricional satisfatória, a fim de que a demanda envolvida nestes eventos reprodutivos possa ser atendida (HARRISON, 1997).

Definições acerca dos regimes alimentares aplicados à reprodução de camarões marinhos ainda são muito controvertidas (BRAY e LAWRENCE, 1992). Em geral, a dieta fornecida é composta por alimento artificial em conjunto com alimento natural de origem marinha, fresco e/ou congelado, como forma de garantir o fornecimento de elevados teores de proteína, colesterol, ácidos graxos poliinsaturados, fosfolipídios, vitaminas e minerais ao plantel estocado (BRAY e LAWRENCE, 1992; TRUJILLO, 1996). TRUJILLO (1996) explica que dentre os alimentos naturais, alguns dos mais utilizados são lula, bivalves, siris, peixes, poliquetos e o microcrustáceo *Artemia* sp.

Existem relatos na literatura sobre a utilização de biomassa de *Artemia* sp na dieta de reprodutores de camarão para incrementar alguns índices reprodutivos tais como desenvolvimento ovariano, taxa de fertilização em cativeiro e qualidade das larvas obtidas (WOUTERS *et al.*, 2001b). Experimentos relacionando a efetividade da adição deste item alimentar na dieta de reprodutores de *L. vannamei* demonstraram aumentos tanto nas freqüências de cópula quanto nas de desova, o que também refletiu positivamente na qualidade dos náuplios obtidos (NAESSENS *et al.*, 1997).

Contudo, ao mesmo tempo que tais resultados sugerem o efeito positivo de biomassa de *Artemia*, sua utilização também envolve certos inconvenientes. A administração deste item alimentar implica elevados custos tanto para sua obtenção quanto para sua conservação. A disponibilidade e a qualidade nutricional variam de acordo com a época e local de obtenção; além do mais, a qualidade pode ser deteriorada devido ao armazenamento e manuseio inadequados (HARRISON, 1990). Por fim, seu uso pode acarretar riscos de caráter sanitário aos organismos estocados, uma vez que estes alimentos podem ser veículo de introdução e propagação de doenças ao plantel cultivado (HARRISON, 1997).

Especificamente no Estado de Santa Catarina, em razão das dificuldades regionais de produção de biomassa de *Artemia* sp, esta é adquirida de regiões salinas do Rio Grande do Norte, sendo tal estado grande produtor de camarão. Este fato, por sua vez, contribui seriamente com o aumento do risco de transmissão de doenças aos reprodutores. Diante destas dificuldades, o presente estudo tem como objetivo avaliar o efeito da substituição de biomassa de *Artemia* sp por gônada de peixe marinho de origem regional sobre os índices reprodutivos do *Litopenaeus vannamei* em sistema de maturação em cativeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de execução e material biológico

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos – LCM, localizado na cidade de Florianópolis (SC), entre 24 de Julho e 12 de Setembro do ano de 2003. O referido laboratório de reprodução de camarões pertence ao Departamento de Aqüicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (DA, UFSC).

Foram utilizados reprodutores de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* com peso médio inicial de $44,8 \pm 8,5$ g. Tais reprodutores, por sua vez, foram cultivados na Fazenda Experimental Yakult (DA, UFSC). Os critérios utilizados para a seleção dos organismos foram: peso de machos e fêmeas (entre 40 e 50g), a integridade dos apêndices, a ausência de áreas necrosadas no exoesqueleto, o estágio do ciclo de muda (intermuda), bem como a integridade do petasma e dos espermatóforos no caso dos machos. No laboratório, os reprodutores selecionados foram submetidos a um período de aclimação de 15 dias antes do fornecimento das dietas experimentais.

2.2 Dietas experimentais

Durante o período de aclimação, os camarões foram alimentados com uma dieta padrão (Controle) constituída de lula (*Loligo* sp) e marisco (*Perna perna*), gônada de peixe marinho (de Abrótea, *Urophycis brasiliiana*, ou de Corvina, *Micropogon furnieri*), biomassa de *Artemia* sp. e ração comercial, sendo tais itens distribuídos em horários alternados ao longo do dia.

Três dietas experimentais foram testadas: a dieta Controle representou a dieta padrão adotada no setor de Maturação em Cativeiro do LCM. Já na dieta designada como Gônada

foi excluída a biomassa de *Artemia* sp. da composição padrão, enquanto que na dieta *Artemia* foi excluída a gônada de peixe marinho. As dietas foram fornecidas até a saciedade aparente dos reprodutores. A taxa diária de alimentação iniciou em 3,4% da biomassa total, chegando a 5% ao final do experimento. Este total, por sua vez, foi dividido e distribuído em seis refeições ao longo do dia em diferentes horários de alimentação. A composição completa das dietas experimentais, bem como a distribuição das refeições segundo seus horários ao longo do dia, encontram-se descritas na Tabela 1.

Tabela 1

Composição e horários de distribuição dos itens alimentares experimentais.

ITENS ALIMENTARES	PERCENTUAL SOBRE A MATÉRIA SECA TOTAL OFERECIDA			HORÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO DOS ITENS ALIMENTARES		
	Controle	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle	Gônada	<i>Artemia</i>
Lula (60%) ^a + Mexilhão (40%) ^b	30,67	30,67	30,67	3:00	3:00	3:00
Gônada de peixe marinho ^a	12,72	12,72	-	9:00	9:00	-
Lula (50%) + Mexilhão (50%)	-	8,60	8,60	-	11:00	9:00
Biomassa de <i>Artemia</i> sp ^c	8,60	-	12,72	11:00	-	11:00
Ração ^d	8,67	8,67	8,67	14:00	14:00	14:00
Lula (60%) + Mexilhão (40%)	30,67	30,67	30,67	17:00	17:00	17:00
Ração	8,67	8,67	8,67	23:00	23:00	23:00
TOTAL	100	100	100			

^a Leardini S/A (Navegantes, SC)

^b Produção artesanal (Florianópolis, SC)

^c Náuplios Aquacultura Lagda (Grosso, RN)

^d ZEIGLER: Ocean Maturation (Gardners, PA – USA. 40% proteína bruta, 9% gordura, 4% fibra bruta, 12% umidade).

2.3 Delineamento e ambiente experimental

Para cada dieta experimental foi destinado um tanque circular de fibra de vidro, de 4m de diâmetro e 0,45m de profundidade de água. Cada um foi povoado com 50 fêmeas e 55 machos, sendo que cada fêmea foi considerada como uma unidade experimental. Cada tanque foi mantido sob aeração constante, com temperatura entre 28° e 29°C, salinidade entre 33 e 35‰, fotoperíodo invertido com regime de 13h luz: 11h escuro e taxa de

renovação de água diária de 200% (BITTENCOURT, 2000). Diariamente foram retirados restos de alimento e detritos e verificadas, quantificadas e registradas as exúvias e as mortalidades.

2.4 Procedimentos experimentais

No início do experimento, todas as fêmeas foram submetidas à ablação unilateral do pedúnculo ocular, a fim de acelerar o processo de desenvolvimento ovariano (BRAY e LAWRENCE, 1992). Finalizado este procedimento, iniciou-se o monitoramento diário da evolução da maturação gonadal e da ocorrência de cópulas nas fêmeas. A maturação gonadal era acompanhada mediante visualização externa do tamanho e aspecto do tecido ovariano, enquanto que a ocorrência de cópulas era verificada através da observação da presença de espermátforo aderido ao téllico das fêmeas.

As fêmeas copuladas de cada tratamento eram retiradas e dispostas em caixas com capacidade volumétrica de 200l para desova individual. Estas caixas, por sua vez, eram previamente identificadas e abastecidas com água oceânica com temperatura entre 29° e 30°C e salinidade corrigida para 30‰, como forma de favorecer a fertilização dos ovos (TRUJILLO, 1996). Uma vez nestas caixas, as fêmeas lá permaneciam por cerca de 6 horas, de forma a garantir a ocorrência da desova. Finalizado este tempo, cada fêmea era devolvida ao seu tanque de origem, o que foi possível mediante marcação individual das mesmas com anéis de silicone coloridos, dispostos na base de seu pedúnculo ocular remanescente (PALACIOS *et al.*, 1999).

Após a devolução das fêmeas, seus ovos eram sifonados e transferidos para tanques cilíndrico-cônicos de incubação com capacidade volumétrica de 90l. Uma vez nestes tanques

os ovos eram contados através da retirada de três amostras de 13,5ml do volume de cada tanque de incubação. No dia seguinte, os náuplios resultantes da eclosão destes ovos eram quantificados da mesma forma que os ovos e seu estado geral observado microscopicamente. Adicionalmente, também foi medida a taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa para cada tratamento. Para tanto, diariamente eram retiradas três amostras de 200 náuplios oriundos de cada tratamento, sendo que cada amostra foi transferida para recipientes plásticos de 1l. Estes recipientes eram mantidos com aeração constante e temperatura entre 28° e 29°C, sendo que as larvas lá permaneciam até o dia seguinte. Passado este tempo, a população final de larvas metamorfoseadas a protozoéa de cada desova era quantificada. Ao final do experimento, as fêmeas foram submetidas à biometria para avaliação de comprimento e peso finais.

2.5 Análise dos itens alimentares e das gônadas das fêmeas

Os itens alimentares naturais constituintes das dietas experimentais foram submetidos às análises de umidade, cinzas, gordura e proteína bruta. Para tanto, foram coletadas três amostras entre 80 e 100g de cada item, as quais foram mantidas congeladas a -20° C até sua análise. Foi adotada a metodologia proposta pela AOAC (1999). A matéria seca foi obtida mediante secagem a 105°C, enquanto que as cinzas foram mensuradas por incineração a 550°C. Já a gordura foi obtida por extração em éter, enquanto a proteína bruta foi medida pelo método de Kjeldahl ($N \times 6,25$) após digestão ácida. Todas estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LAPAD – DA, UFSC).

Ao final do experimento estes mesmos itens alimentares, bem como tecido ovariano de fêmeas reprodutoras em estágio máximo de maturação gonadal (BARBIERI Jr. e OSTRENSKY NETO, 2001), também foram submetidos à análise do seu teor lipídico total e

do seu perfil de ácidos graxos. Estas análises foram realizadas no Centro de Investigações Biológicas do Noroeste - Laboratório de Biotecnologia de Microalgas, localizado na cidade de La Paz (Baixa Califórnia Sul), no México. Para tanto, foram coletadas duas amostras (50 a 100g) de cada item alimentar. Já para a obtenção de tecido ovariano foram coletadas 6 fêmeas de cada tratamento, as quais foram sacrificadas em gelo para dissecação de sua gônada. Uma vez coletadas estas gônadas foram pesadas e reunidas em dois grupos por tratamento. Todas as amostras destinadas à análise foram liofilizadas e mantidas a -25° C até o seu processamento.

Para obtenção do teor de lipídio total foi utilizado o sistema clorofórmio/metanol proposto por FOLCH *et al.* (1957), modificado por BLIGH e DYER (1959). Já para determinação do perfil de ácidos graxos estes foram esterificados mediante adição de 5% de ácido clorídrico/metanol (PALAU *et al.*, 2003), sendo os metil-ésteres resultantes diluídos em hexano e analisados em cromatógrafo de gases (Hewlett Packard Sistema GCD Modelo G1800B) com detector de ionização eletrônica Espectrômetro de Massas. A coluna capilar de sílica utilizada foi Supelco Ômega Wax 250. O gás Hélio foi utilizado como carreador, sendo que o processo foi mantido a velocidade de 90,9cm/min e dentro de um intervalo de temperatura entre 110° a 220° C. Os ácidos graxos foram identificados através de comparação dos tempos de retenção obtidos nas amostras com valores de referência provenientes de ácidos graxos metil esterificados puros (Sigma Chemical Co. – St. Louis, EUA).

2.6 Análise estatística

Os dados médios de número de cópulas com desova, número de ovos e de náuplios por desova, taxa de eclosão dos ovos e a taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa

resultantes de cada tratamento, bem como os dados de teor de umidade, cinzas, gordura e proteína bruta dos itens alimentares naturais das dietas experimentais e os dados de percentual de ácidos graxos destes mesmos itens e das gônadas das fêmeas, foram submetidos à Análise de Variância unifatorial (ANOVA, $p < 0,05$) para detecção de diferença significativa entre os mesmos. Na existência desta, foi aplicado teste TUKEY para separação de médias. Os resultados de taxa de eclosão dos ovos, taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa e de umidade, cinzas, gordura, proteína bruta e ácidos graxos foram transformados em arco-seno antes de serem analisados (ZAR, 1996).

3. RESULTADOS

3.1 Performance reprodutiva

Ao longo de todo o período experimental, a temperatura média do ambiente de cultivo manteve-se em $28,25 (\pm 0,27)^{\circ}\text{C}$. Na Tabela 2 encontram-se os resultados finais de sobrevivência e peso final das matrizes utilizadas neste experimento, onde se pode observar uma menor sobrevivência de fêmeas do que de machos em todos os tratamentos.

Tabela 2

Sobrevivência (%) e peso finais de fêmeas (g).

PARÂMETROS	MACHOS			FÊMEAS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
Sobrevivência (%)	85,5	85,5	92,7	66	62	56
Peso final (g) (média \pm d.p.)	-	-	-	$57 \pm 2,7$	$53,1 \pm 4,6$	$49,4 \pm 4,0$

Não foi possível detectar diferença significativa entre as dietas experimentais em relação ao número médio de cópulas com desova por fêmea (Figura 1a) ($p > 0,05$). Ao final do experimento, as fêmeas alimentadas com a dieta Gônada apresentaram uma média mensal de 1,22 cópulas, enquanto que as alimentadas com a dieta *Artemia* apresentaram 1,25 e as

alimentadas com a dieta Controle, 1,29 (Tabela 3). Nas três dietas observou-se um aumento no número de cópulas com desova por fêmea ao longo do tempo.

Tabela 3

Performance reprodutiva de fêmeas de *L. vannamei* submetidas às três dietas experimentais.

PARÂMETROS REPRODUTIVOS	DIETAS EXPERIMENTAIS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
Cópulas com desova/mês	1,22 ± 0,14	1,25 ± 0,14	1,29 ± 0,16
Ovos/desova ($\times 10^3$)	225,9 ± 35,71	214,8 ± 31,8	209,8 ± 28,78
Náuplios/desova ($\times 10^3$)	95,2 ± 70,7	90,9 ± 50,4	67,4 ± 40,0
Taxa de eclosão (%)	51,1 ± 17,05	45,1 ± 22,62	34,2 ± 12,15
Taxa de metamorfose de náuplios para protozoéa (%)	73,8 ± 3,72	83 ± 4,62	86,2 ± 7,79

Também não foi observada diferença significativa no número médio semanal de ovos por fêmea por dieta experimental (Figura 1b). As fêmeas alimentadas com a dieta Gônada, *Artemia* e Controle alcançaram, respectivamente, uma média de $225,9 \times 10^3$, $214,8 \times 10^3$ e $209,8 \times 10^3$ ovos por desova (Tabela 3). As fêmeas submetidas à dieta Controle alcançaram resultados inferiores na primeira semana, quando então passaram a acompanhar o comportamento das demais. Em todos os tratamentos foi observada queda no número médio de ovos, especialmente entre a segunda e a quarta semana, quando então se observou um ligeiro incremento nestes números.

Não foi detectada diferença significativa para o número médio de náuplios por desova por dieta experimental, conforme ilustrado na Figura 1c. O resultado médio final obtido foi $95,2 \times 10^3$, $90,9 \times 10^3$ e $67,4 \times 10^3$ náuplios por desova para as fêmeas alimentadas com as dietas Gônada, *Artemia* e Controle respectivamente (Tabela 3). Como pode ser visualizado na figura, as fêmeas submetidas à dieta Gônada foram as que obtiveram resultados mais homogêneos; contudo, foram as que alcançaram o menor crescimento neste índice ao longo das semanas. Da mesma forma, as fêmeas alimentadas com a dieta *Artemia* apresentaram

um grande crescimento no número médio de náuplios por desova nas três primeiras semanas. A partir daí, observa-se uma queda nas suas médias semanais, até o ponto de igualar-se aos demais tratamentos.

Não se observou diferença significativa na taxa de eclosão de ovos entre as dietas experimentais (Figura 1d). Para a dieta Gônada foi observada uma taxa média final de eclosão de 51,1%, enquanto que para a dieta *Artemia* a taxa média final de eclosão foi de 45,1% e para a dieta Controle, 34,2% (Tabela 3). Em todas as dietas observou-se crescimento neste índice até a quarta semana, quando então se percebeu uma estabilização nestes dados. Tal incremento foi especialmente observado na dieta *Artemia*, enquanto que na dieta Gônada houve uma grande queda nas taxas médias entre a segunda e a terceira semana (de 54,6% para 41,6%).

Os resultados médios de taxa de metamorfose de náuplios para protozoéa foram estatisticamente similares para as três dietas (Figura 1e – $p > 0,05$). E, da mesma forma que no parâmetro anterior, a dieta Gônada apresentou maior homogeneidade neste período de tempo, apresentando, contudo, resultados inferiores. As dietas *Artemia* e Controle obtiveram uma média de taxa de metamorfose de 83 e 86,2%, respectivamente, enquanto a dieta Gônada proporcionou uma média de 73,8% (Tabela 3).

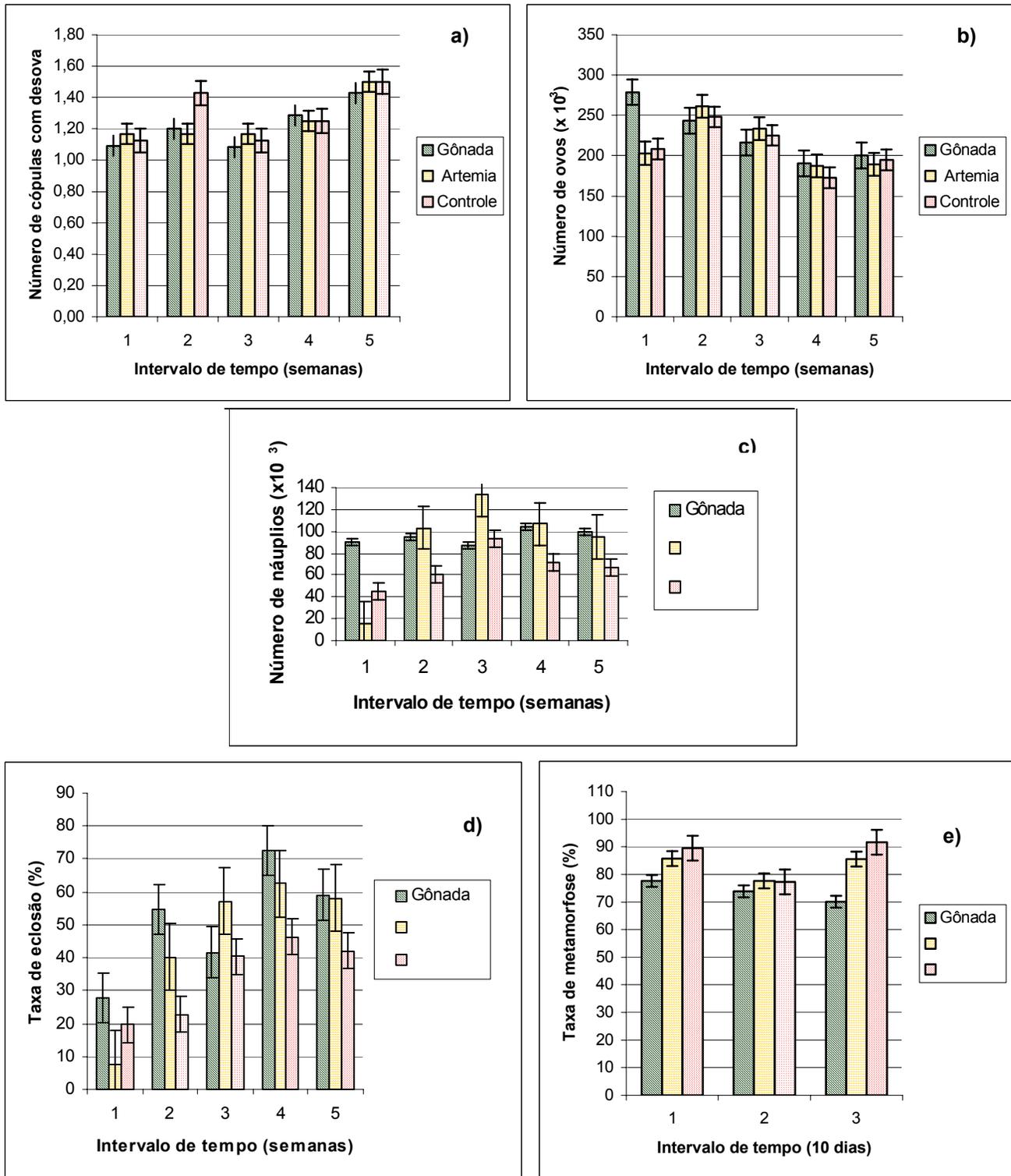


Figura 1 Desempenho reprodutivo de fêmeas de *L. vannamei* submetidas às dietas experimentais: a) Número de cópulas com desova; b) Número de ovos por desova; c) Número de náuplios por desova; d) Taxa de eclosão de ovos por tratamento; e) Taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa por tratamento (barras indicam erro padrão).

3.2 Composição dos itens alimentares naturais e das gônadas

Foram detectadas diferenças significativas nos teores de matéria seca, proteína bruta, gordura e cinzas entre os itens alimentares naturais utilizados neste trabalho, conforme descrito na Tabela 4. De todos os itens, a biomassa de *Artemia* apresentou menor concentração dos nutrientes avaliados, com exceção do teor de cinzas, na qual observam-se valores bastante altos, provavelmente devido à contaminação com areia nas amostras. Adicionalmente, este item apresentou ampla heterogeneidade de resultados entre uma amostra e outra (dados não representados). Por outro lado, a gônada de peixe marinho, quando comparada com a biomassa de *Artemia*, apresentou maiores concentrações de proteína bruta e gordura (70,2% e 17,1%, respectivamente). Adicionalmente, o mexilhão e a lula mostraram-se excelentes fontes protéicas (63,5% e 86,6%, respectivamente), sendo que dentre estes dois o mexilhão é mais eficiente, uma vez que seu teor de matéria seca é maior.

Tabela 4

Composição nutricional dos itens alimentares naturais utilizados nas dietas experimentais (n=3).

Sobrescritos (^{a,b,c}) indicam presença de diferença significativa.

ITENS ALIMENTARES	Mat. seca (%)	NUTRIENTES SOBRE MATÉRIA SECA		
		Proteína bruta (%)	Gordura (%)	Cinzas (%)
Lula	16,2 ^b ±2,0	86,6 ^a ±4,7	3,4 ^c ±1,1	6,7 ^b ±1,4
Mexilhão	22,8 ^a ±1,7	63,5 ^b ±0,9	11,2 ^{ab} ±1,8	8,4 ^b ±2,3
Biomassa de <i>Artemia</i>	9,3 ^c ±1,3	61,0 ^b ±1,9	6,4 ^b ±2,0	25,4 ^a ±5,9
Gônada de peixe marinho	20,2 ^{ab} ±0,9	70,2 ^b ±3,4	17,1 ^a ±4,1	4,9 ^b ±1,3

Da mesma forma, também foram detectadas diferenças significativas nos resultados de fornecimento nutricional total por dieta experimental, conforme pode ser visto na Tabela 5 ($p < 0,05$). Em relação à proteína bruta, a dieta de melhor desempenho foi a Gônada, com um percentual de 69,7%, enquanto que a dieta Controle foi a que forneceu as menores concentrações (62,2%). Já em relação à concentração de gordura a dieta *Artemia* foi a de pior desempenho, com 7,01%, enquanto as demais dietas obtiveram concentrações estatisticamente similares (8,34% para a dieta gônada e 8,27% para a dieta Controle).

Tabela 5

Fornecimento nutricional total na matéria seca das dietas experimentais (n=3). Sobrescritos (^{a,b,c}) indicam presença de diferença significativa.

NUTRIENTES AVALIADOS	DIETAS EXPERIMENTAIS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
Proteína bruta (%)	69,7 ± 2,14 ^a	66,1 ± 2,64 ^{ab}	62,2 ± 2,21 ^b
Gordura (%)	8,34 ± 0,5 ^a	7,01 ± 0,54 ^b	8,27 ± 0,34 ^a
Cinzas (%)	4,92 ± 0,82	5,76 ± 1,02	4,69 ± 0,76

Foi detectada diferença significativa entre os perfis de ácidos graxos dos alimentos naturais utilizados nas dietas experimentais (Tabela 6 - $p < 0,05$). Na gônada de peixe marinho e na biomassa de *Artemia* os ácidos graxos mais abundantes foram 16:0 (26,2% e 19%, respectivamente); 16:1 n-7 (13,1% e 14,1%) e 18:1 n-5 (18,9% e 19,6%). O ácido graxo 20:4 n-6 (ácido araquidônico, ARA) foi abundante na biomassa de *Artemia* (10%) se comparado com a sua concentração nos demais itens (3,3% na gônada de peixe, 2,9% no mexilhão e 1% na lula). Por outro lado, o ácido docosahexaenóico (22:6 n-3, DHA) foi abundante na gônada de peixe (18,1%) e na lula (33%), mas esteve ausente na biomassa de *Artemia*. E o ácido eicosapentaenóico (20:5 n-3, EPA) esteve presente em abundância na lula e no mexilhão (17% e 21,7%

respectivamente), enquanto que na biomassa de *Artemia* e na gônada de peixe sua concentração foi inferior (9,9% e 7,4% respectivamente). No que se relaciona ao total de ácidos graxos poliinsaturados (PUFA – ácidos graxos com mais de duas duplas ligações), a gônada de peixe e o mexilhão apresentaram resultados inferiores aos demais itens (34,5% e 36,7% respectivamente). Em relação ao total de PUFA n-6, os resultados da biomassa de *Artemia* foram bastante superiores aos demais itens (16,2%); contudo, seu total de PUFA n-3 foi inferior aos demais itens (14,7%). Já em relação ao total de ácidos graxos altamente insaturados (HUFA – ácidos graxos com mais de quatro duplas ligações), de todos os itens avaliados a lula foi a que alcançou a maior concentração, com 51,4%, enquanto que a biomassa de *Artemia* foi a de menor concentração. Os demais itens (gônada de peixe marinho, com 32,2%, e o mexilhão, com 34,5%) foram estatisticamente similares entre si.

Tabela 6

Percentagem de ácidos graxos no lipídio total dos itens alimentares naturais adotados nas dietas experimentais (n=2). Sobrescritos (^{a,b,c}) indicam presença de diferença significativa.

ÁCIDOS GRAXOS	ITENS ALIMENTARES			
	Gônada de peixe marinho	Biomassa de <i>Artemia</i>	Mexilhão	Lula
16:0	26,2 ^b ± 1,0	19,0 ^c ± 0,3	32,3 ^a ± 1,2	32,9 ^a ± 1,5
16:1 (n-7)	13,5 ^a ± 9,6	14,1 ^a ± 0,1	13,4 ^a ± 1,4	0,3 ^b ± 0,5
18:0	4,4 ^b ± 0,4	10,3 ^a ± 0,2	4,8 ^b ± 0,1	5,2 ^b ± 0,8
18:1 (n-5)	18,9 ^a ± 8,9	19,6 ^a ± 0,1	3,7 ^b ± 0,2	3,0 ^b ± 1,1
18:2 (n-6)	0,9 ^b ± 0,7	6,2 ^a ± 0,0	1,0 ^a ± 1,4	<0,10 ^b ± 0,0
20:1 (n-11)	<0,10 ^c ± 0,0	<0,10 ^c ± 0,0	1,8 ^b ± 1,1	5,9 ^a ± 0,1
20:4 (n-6)	3,3 ^b ± 0,1	10,0 ^a ± 0,2	2,9 ^b ± 0,4	1,0 ^c ± 1,5
20:5 (n-3)	7,4 ^b ± 0,8	9,9 ^b ± 0,1	21,7 ^a ± 4,4	17,0 ^a ± 0,2
22:6 (n-3)	18,1 ^{ab} ± 7,4	<0,10 ^c ± 0,0	9,7 ^b ± 4,9	33,4 ^a ± 4,5
Outros¹	6,0 ^b ± 3,4	10,0 ^a ± 1,8	6,4 ^b ± 0,6	1,1 ^c ± 1,6
PUFA² total	34,5 ^c ± 1,8	43,3 ^{ab} ± 4,3	36,7 ^{bc} ± 1,7	51,4 ^a ± 2,9
Total PUFA n-6	4,2 ^b ± 0,4	16,2 ^a ± 0,2	3,8 ^b ± 0,7	1,0 ^c ± 0,9
Total PUFA n-3	13 ^b ± 2,4	14,7 ^b ± 4,0	14,1 ^b ± 0,8	21,6 ^a ± 4,4
Total HUFA³	32,2 ^b ± 3,7	20,0 ^b ± 5,8	34,5 ^b ± 0,3	51,4 ^a ± 2,9

¹Outros: 13:0; 14:0; 15:0; 16:2; 17:0; 18:3 n-3; 19:0; 20:0; 22:5 n-3

²PUFA: ácidos graxos poliinsaturados (com mais de 2 duplas ligações na cadeia)

³HUFA: ácidos graxos altamente insaturados (com mais de 4 duplas ligações na cadeia)

Foram detectadas diferenças significativas nos resultados do fornecimento total de ácidos graxos pelos itens alimentares naturais por dieta experimental, como pode ser visto na Tabela 7. Todas as dietas obtiveram concentrações superiores dos ácidos graxos 16:0 (24,7% na dieta Gônada, 18,5% na dieta *Artemia* e 22,9% na dieta Controle), 20:5 n-3 (13,1%, 11,5% e 11,9%) e 22:6 n-3 (13,9%, 9,25% e 12,8%). Por outro lado, também conforme pode ser observado na tabela, em todas os resultados onde foi observada diferença significativa, a dieta *Artemia* foi a que alcançou concentrações inferiores, com exceção do ácido graxo 18:2 n-6, cujo resultado foi

estatisticamente similar ao resultado da dieta Controle, enquanto a dieta Gônada obteve o pior desempenho, com 0,1%.

Tabela 7

Fornecimento total de ácidos graxos na matéria seca pelos itens alimentares naturais por dieta experimental (n=2).

ÁCIDOS GRAXOS	DIETAS EXPERIMENTAIS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
16:0	24,7 ± 0,43	18,5 ± 1,6	22,9 ± 1,22
16:1 (n-7)	8,7 ^a ± 2,0	5,68 ^b ± 1,1	8,4 ^a ± 1,46
18:0	3,86 ± 0,01	3,06 ± 0,38	3,83 ± 0,48
18:1 (n-5)	6,87 ^a ± 2,1	2,57 ^b ± 0,69	7,25 ^a ± 3,03
18:2 (n-6)	0,1 ^b ± 0,0	0,57 ^a ± 0,23	0,75 ^a ± 0,34
20:1 (n-11)	1,67 ± 0,46	1,67 ± 0,46	1,47 ± 0,39
20:4 (n-6)	2,14 ± 0,02	1,61 ± 0,42	2,29 ± 0,45
20:5 (n-3)	13,1 ± 1,42	11,5 ± 2,11	11,9 ± 1,64
22:6 (n-3)	13,9 ^a ± 0,8	9,25 ^b ± 1,15	12,8 ^a ± 1,0
Outros¹	4,25 ± 0,92	3,0 ± 0,45	4,2 ± 0,46
PUFA² total	31,6 ^a ± 0,29	24,1 ^b ± 1,84	30,1 ^a ± 2,36
Total PUFA n-6	2,8 ^{ab} ± 0,74	2,2 ^b ± 0,16	3,06 ^a ± 0,1
Total PUFA n-3	28,9 ± 1,04	21,5 ± 1,1	26,65 ± 1,7
Total HUFA³	30,24 ^a ± 1,56	22,5 ^b ± 1,54	28,03 ^a ± 2,43

¹Outros: 13:0; 14:0; 15:0; 16:2; 17:0; 18:3 n-3; 19:0; 20:0; 22:5 n-3

²PUFA: ácidos graxos poliinsaturados (com mais de 2 duplas ligações na cadeia)

³HUFA: ácidos graxos altamente insaturados (com mais de 4 duplas ligações na cadeia)

Não houve diferença significativa na concentração de lipídios totais presente nas gônadas das fêmeas utilizadas neste estudo, conforme pode ser observado na Figura 2. Nas fêmeas submetidas à dieta *Artemia* a concentração média de lipídios foi de 14,5%, enquanto que nas fêmeas submetidas à dieta Gônada essa concentração foi de 13% e nas submetidas à dieta Controle, 12,4%. E em relação ao efeito das dietas sobre o perfil de ácidos graxos das gônadas das fêmeas (Tabela 8), pode-se observar que, para todos os ácidos graxos, todas as dietas obtiveram resultados estatisticamente

similares entre si. Em todas as fêmeas submetidas às dietas experimentais foram detectados 16:0; 18:1 n-5; 20:5 n-3 e 22:6 n-3 em abundância, bem como 20:4 n-6 em níveis menores. Adicionalmente, os teores de PUFA totais foram similares em todos os tratamentos.

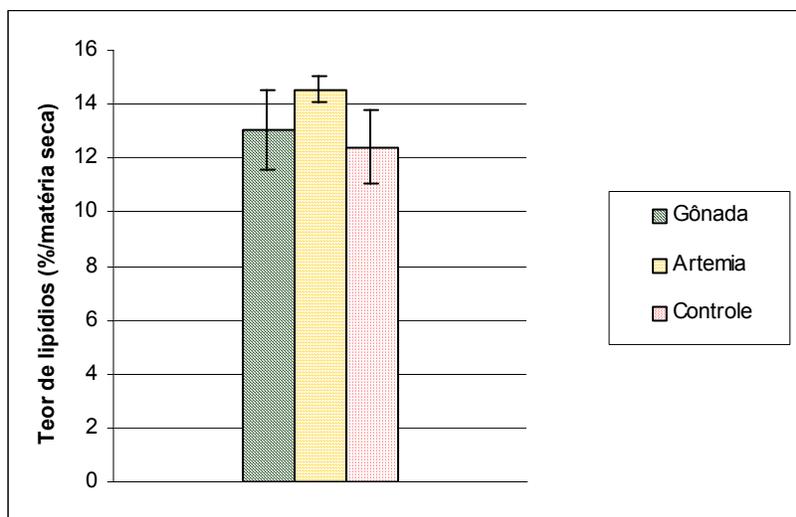


Figura 2 Teor de lipídios totais nas gônadas das fêmeas alimentadas com as dietas experimentais (barras indicam erro padrão).

Tabela 8

Percentagem de ácidos graxos no lipídio total nas gônadas das fêmeas alimentadas com as dietas experimentais (n=6).

ÁCIDOS GRAXOS	DIETAS EXPERIMENTAIS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
16:0	27,8 ±0,4	26,9 ±0,3	27,2 ±1,0
16:1 (n-7)	8,3 ±0,5	8,1 ±0,2	8,3 ±0,5
18:0	7,8 ±0,1	7,9 ±0,3	7,6 ±0,2
18:1 (n-5)	18,3 ±0,1	18,3 ±0,6	19,0 ±1,2
18:2 (n-6)	2,8 ±1,0	4,6 ±0,0	4,4 ±0,1
20:1 (n-11)	1,9 ±0,0	1,7 ±0,1	1,7 ±0,1
20:4 (n-6)	2,5 ±0,1	3,3 ±0,2	3,2 ±0,2
20:5 (n-3)	11,1 ±0,3	12,1 ±0,2	11,4 ±0,8
22:6 (n-3)	16,2 ±0,5	13,9 ±0,5	13,9 ±0,4
Outros¹	3,3 ±0,6	3,2 ±1,9	3,3 ±1,2
PUFA² total	33,5 ±0,9	33,9 ±5,7	33,8 ±1,9
Total PUFA n-6	5,3 ±1,1	7,9 ±2,7	7,6 ±0,3
Total PUFA n-3	30,7 ±0,1	29,2 ±6,7	29,4 ±1,7
Total HUFA³	30,7 ±0,1	29,2 ±6,7	29,4 ±1,7

¹Outros: 13:0; 14:0; 15:0; 16:2; 17:0; 18:3 n-3; 19:0; 20:0; 22:5 n-3

²PUFA: ácidos graxos poliinsaturados (com mais de 2 duplas ligações na cadeia)

³HUFA: ácidos graxos altamente insaturados (com mais de 4 duplas ligações na cadeia)

4. DISCUSSÃO

A temperatura média mantida no sistema de cultivo ($28,25 \pm 0,27^{\circ}\text{C}$) esteve dentro do intervalo adequado para sistemas de maturação em cativeiro de *Litopenaeus vannamei* (BRAY e LAWRENCE, 1992). Uma maior mortalidade de fêmeas do que de machos no plantel de reprodutores, conforme foi observado neste experimento, costuma ser comum em sistemas fechados de reprodução de camarões. BUENO (1990) explica que as possíveis razões para esta ocorrência são a aplicação da ablação unilateral no pedúnculo ocular das fêmeas, aliado à intensa manipulação das mesmas.

O efeito da variabilidade genética entre os reprodutores, em conjunto com a restrita quantidade de fêmeas utilizadas no trabalho, é demonstrado claramente pela ausência de diferença significativa entre os parâmetros reprodutivos avaliados neste estudo. BROWDY (1998) e BRAY *et al.* (1990) salientam que dentro de uma mesma população de camarões apenas uma pequena parcela das fêmeas é responsável por boa parte da produção de um plantel de reprodutores, o que afeta significativamente o desempenho produtivo de sistemas comerciais de reprodução de camarões. Sabe-se que, em um mesmo dia e dentro de um mesmo tanque de cultivo, enquanto uma única fêmea pode produzir boas desovas, todo o restante pode produzir péssimos resultados, o que afeta significativamente o desempenho geral das fêmeas avaliadas (AQUACOP, 1979). Sobre este aspecto, RACOTTA *et al.* (2003) e BRAY *et al.* (1990) chamam a atenção de que esta individualidade deveria ser utilizada para a seleção de fêmeas com melhor performance reprodutiva, como forma de propagar esta característica nas gerações futuras.

Neste estudo os números médios mensais de cópulas seguidas de desova por fêmea submetida às dietas Gônada, *Artemia* e Controle foram 1,22; 1,25 e 1,29, respectivamente, não havendo diferença significativa entre os mesmos e com tendência a aumento ao longo do tempo. Em geral, a quantidade média de cópulas seguidas de desova para *L. vannamei* varia entre 0,72 e 3,1 por fêmea por mês (AQUACOP, 1983; BRAY e LAWRENCE, 1992; BITTENCOURT, 2000; PALACIOS e RACOTTA, 2003). Portanto, os resultados obtidos neste estudo encontram-se dentro da faixa normal para a espécie, apesar de não poderem ser considerados excelentes. Alguns fatores que podem ter contribuído para a limitação dos resultados são a não detecção de cópulas

nos tanques ou a morte de fêmeas durante o período experimental (PALACIOS *et al.*, 1999).

Em peneídeos, o número médio de ovos liberados por desova varia de 50 a 300 $\times 10^3$ (BRAY e LAWRENCE, 1992). No presente estudo as quantidades médias de ovos liberados por desova pelas fêmeas alimentadas com as dietas Controle, *Artemia* e Gônada foram de $209,8 \times 10^3$; $214,8 \times 10^3$ e $225,9 \times 10^3$, respectivamente, não havendo diferença significativa entre as mesmas. BRAY *et al.* (1990), ao testar o efeito de diferentes níveis lipídicos (7,8%, 11,1% e 13,9%) em dietas de reprodutores do camarão *Litopenaeus stylirostris*, obtiveram uma média de 189×10^3 ovos por desova para o tratamento com 11,1% de lipídios, tendo sido este o de melhor desempenho. Adicionalmente, ARCOS *et al.* (2003), ao testar o efeito de desovas sucessivas sobre a viabilidade dos ovos de *L. vannamei* em cativeiro, obtiveram resultados que variaram de 149 a 190×10^3 ovos por desova. Os resultados do presente estudo, portanto, encontram-se dentro da faixa esperada para a espécie aqui analisada.

BITTENCOURT (2000), ao testar dietas para reprodutores de *L. vannamei*, nas quais comparava a alimentação dos mesmos com biomassa de *Artemia* e minhoca terrestre (*Eisenia fetida*), obteve valores médios entre 159 e 170×10^3 ovos, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. NAESSENS *et al.* (1997), comparando biomassa de *Artemia* com poliquetos marinhos, alcançaram valores médios de 227×10^3 ovos para dietas com poliquetos e 243×10^3 ovos para dietas com biomassa de *Artemia*, também não tendo sido detectada diferença significativa entre os tratamentos. Tais resultados corroboram com os resultados obtidos no presente trabalho e sugerem a possibilidade de substituição de biomassa de *Artemia* por outro item alimentar.

Em relação ao número de náuplios por fêmea produzidos ao longo do tempo, as informações contidas na literatura são bastante controversas. BRAY *et al.* (1990) observaram tendência de queda no número médio de náuplios ao longo do tempo em seus trabalhos. Já PALACIOS *et al.* (2000), ao compararem o desempenho de reprodutores de *L. vannamei* mantidos em cativeiro com reprodutores selvagens, observaram uma tendência à diminuição do número médio de náuplios para camarões em cativeiro, enquanto os de origem selvagem apresentaram tendência a aumento. Por fim, PALACIOS e RACOTTA (2003), em seus estudos com *L. vannamei*, obtiveram resultados heterogêneos. No presente estudo as fêmeas submetidas às dietas *Artemia* e Controle apresentaram resultados bastante heterogêneos ao longo do período experimental, enquanto que as fêmeas submetidas à dieta Gônada apresentaram um comportamento aparentemente mais homogêneo.

Neste estudo, foram obtidos em média $67,4 \times 10^3$ náuplios/desova nas fêmeas submetidas à dieta Controle, enquanto que as fêmeas alimentadas com as dietas *Artemia* e Gônada obtiveram $90,9 \times 10^3$ e $95,2 \times 10^3$ náuplios/desova respectivamente. REIS *et al.* (1998) observaram valores médios entre 99 e 112×10^3 náuplios/desova em seu estudo com *Farfantepenaeus paulensis* em cativeiro, enquanto PALACIOS e RACOTTA (2003) determinaram valores médios entre 64 e 93×10^3 náuplios/desova para *L. vannamei*. No que se refere a estratégias alimentares, BRAY *et al.* (1990), ao testarem três níveis lipídicos com reprodutores de *L. stylirostris* (7,8%, 11,1% e 13,9%), obtiveram médias entre 39 e 103×10^3 náuplios/desova. E, especificamente no que diz respeito ao uso de biomassa de *Artemia* em dietas de reprodutores de *L. vannamei*, NAESSENS *et al.* (1997), ao compará-la com poliquetos marinhos, observaram

melhores resultados com *Artemia*, enquanto BITTENCOURT (2000), ao compará-la com minhocas terrestres, observou valores médios entre 36 e 50×10^3 náuplios/desova, sem diferença significativa entre os itens alimentares. Estes resultados são coerentes com os obtidos no presente trabalho.

A taxa de eclosão dos ovos ao longo do tempo é um parâmetro bastante variável, sendo bastante comum a observação de oscilações ao longo do cultivo (PALACIOS e RACOTTA, 2003). Esta ocorrência também foi observada no presente estudo. NAESSENS *et al.* (1998), comparando a eficácia de biomassa de *Artemia* e poliquetos marinhos sobre a eficiência reprodutiva de *L. vannamei*, mencionam valores entre 40,5% e 43,1%. No presente experimento, as dietas Controle, Gônada e *Artemia* proporcionaram uma taxa média de eclosão de 34,2%, 51,1% e 45,1%, respectivamente.

RACOTTA *et al.* (2003) sugerem que, de todos os parâmetros utilizados na avaliação do desempenho de reprodutores de camarão, talvez a taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa seja o mais importante, pois se trata de um reflexo direto do estado geral do plantel. WOUTERS *et al.* (1999), ao avaliar a importância da biomassa de *Artemia*, citam taxas médias de metamorfose entre 41,1% e 71,8% para camarões *L. vannamei* quando este item alimentar é incluído na dieta de reprodutores. No presente trabalho, a dieta Gônada proporcionou uma taxa média de metamorfose de náuplio a protozoéa de 73%, enquanto que as dietas *Artemia* e Controle obtiveram 83% e 86,2% respectivamente, não havendo diferença significativa entre as dietas provavelmente por conta da variabilidade individual das fêmeas. Ou seja, os resultados do presente trabalho encontram-se dentro da faixa encontrada em outros estudos.

Durante o desenvolvimento embrionário e naupliar, as exigências de proteínas são especialmente altas tendo em vista seu papel estrutural e energético durante o desenvolvimento larval (HARRISON, 1990; WOUTERS *et al.*, 2001b; RACOTTA *et al.*, 2003). No geral pode-se dizer que as dietas oferecidas no presente estudo foram abundantes neste nutriente. Todos os itens alimentares adotados foram ricos em proteína bruta, especialmente a lula e a gônada de peixe marinho, com 86,6% e 70,2% respectivamente. Contudo, é importante chamar a atenção ao fato de que, dentre todos os itens, a biomassa de *Artemia* foi o que apresentou os menores índices de proteína bruta. Por outro lado, os teores médios deste nutriente encontrados neste item no presente estudo (61%) estão dentro da faixa normal descrita na literatura para o mesmo (DHONT e SORGELOOS, 2002). Adicionalmente, em relação ao perfil nutricional individual total das dietas experimentais, a dieta Gônada foi a que alcançou a melhor performance, com 69,7% de concentração. Já a dieta *Artemia* foi estatisticamente comparável tanto com a dieta Gônada quanto com a dieta Controle.

Os lipídios são uma importante fonte energética para os crustáceos; adicionalmente, a síntese *de novo* de ácidos graxos essenciais nestes organismos é deficitária ou mesmo inexistente, o que torna fundamental sua inclusão na dieta oferecida aos organismos cultivados (HARRISON, 1997; WOUTERS *et al.*, 2001a e b). Das três dietas avaliadas neste estudo, a *Artemia* foi a de desempenho inferior, com 7,01% de concentração, enquanto as dietas Gônada, com 8,34%, e a dieta Controle, com 8,27%, foram estatisticamente similares entre si. Já em relação aos itens analisados, a biomassa de *Artemia* foi a que apresentou os menores valores (6,4%)

expressos na matéria seca. Por outro lado, a gônada de peixe apresentou a maior concentração (17,1%).

No presente estudo, foram obtidos níveis lipídicos ovarianos médios de 12,4% para as fêmeas submetidas à dieta Controle, 13% para as fêmeas submetidas à dieta Gônada e 14,5% para as fêmeas submetidas à dieta *Artemia*. Como se pode observar, os valores foram muito próximos entre si, apesar da ligeira superioridade das gônadas das fêmeas submetidas à dieta *Artemia*. Estes resultados, por sua vez, podem sugerir que o teor de gordura contido na dieta com biomassa de *Artemia* (7,01%) já seja suficiente para garantir os processos reprodutivos em cativeiro.

Ou seja, tendo como base os resultados de perfis nutricionais obtidos neste trabalho, pode-se afirmar que a dieta Gônada foi a que alcançou o melhor desempenho dentre as dietas avaliadas. Por outro lado, em face da ausência de diferença significativa nos resultados de performance reprodutiva e do perfil nutricional das gônadas das fêmeas submetidas às dietas experimentais, provavelmente a biomassa de *Artemia* possui uma característica que seja diferencial na reprodução de camarões marinhos. Sobre este aspecto, WOUTERS *et al.* (2001b) explicam que os hormônios reprodutivos presentes neste item alimentar possa ter um efeito positivo no sistema endócrino de camarões marinhos, uma vez que crustáceos em geral compartilham dos mesmos hormônios envolvidos na reprodução.

BRAY *et al.* (1990), ao discutir sobre o efeito do teor lipídico em ovários de camarão sobre seu desempenho reprodutivo, citam teores de 20,1% e 21,9% para *L. setiferus* e *P. monodon*, respectivamente. Já CASTILLE e LAWRENCE (1989), ao

acompanhar as mudanças na composição da gônada ao longo do amadurecimento reprodutivo de camarões, detectaram uma faixa entre 7,3 e 17,4% para *F. aztecus* e *L. setiferus*. Por fim, LAWRENCE *et al.* (1979) mencionam 16,7% e 16,1% para *L. vannamei* e *L. stylirostris*, respectivamente. Tais níveis encontram-se muito próximos do teor médio de gordura encontrado nas amostras de gônadas de peixe marinho utilizadas no presente estudo (17,1%), o que sugere sua aplicabilidade em dietas de reprodutores de camarão.

Dentre os ácidos graxos como um todo, os poliinsaturados da série n-3 (PUFA n-3), principalmente os altamente insaturados (HUFA, 20:5 n-3 e 22:6 n-3) são os que possuem maior valor nutricional para crustáceos (D'ABRAMO, 1997; WOUTERS *et al.*, 2001b). Dentre os PUFA, sabe-se que o ácido araquidônico (ARA, 20:4 n-6) e o ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5 n-3) são precursores de prostaglandinas, que são substâncias fundamentais nos processos reprodutivos. Além do mais, proporcionam uma maior eficiência da vitelogênese e são componentes essenciais das membranas celulares (XU *et al.*, 1994; D'ABRAMO, 1997; CAHU, 1998; WOUTERS *et al.*, 2001a e b). Já o ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 n-3) é importante no desenvolvimento do sistema nervoso central de crustáceos, bem como aumenta a viabilidade de seus ovos, juntamente com o EPA (MILLAMENA e PASCUAL, 1990; XU *et al.*, 1994; HARRISON, 1997; CAVALLI *et al.*, 2001; WOUTERS *et al.*, 2001b). A maioria dos itens alimentares naturais utilizados nas dietas adotadas neste estudo foram abundantes nos ácidos graxos 16:0; 16:1 n-7; 18:1 n-5; EPA e DHA. ARA também esteve presente, porém só foi abundante na biomassa de *Artemia*. Por outro lado, em relação ao fornecimento total deste ácido graxo por dieta experimental, das três dietas aplicadas a *Artemia* foi a que

alcançou a menor concentração, com 1,61%. A biomassa de *Artemia*, juntamente com a gônada de peixe marinho, apresentaram, respectivamente, 20% e 32,2% de teor de HUFA, que são níveis considerados satisfatórios (LYTLE *et al.*, 1990; WOUTERS *et al.*, 2001a). Contudo, é muito importante salientar que nas amostras de biomassa de *Artemia* analisadas não foi detectada a presença de DHA. Adicionalmente, deve-se chamar a atenção que a boa qualidade nutricional da gônada de peixe marinho detectada neste trabalho deve ser atribuída ao fato de que, por se tratar de estruturas reprodutivas de organismos marinhos, este item pode ser uma significativa fonte de nutrientes de alto valor para camarões como os da espécie utilizada neste trabalho, o que reforça sua aplicabilidade na dieta de sistemas de reprodução em cativeiro.

Neste trabalho os ácidos graxos mais abundantes nas dietas experimentais como um todo foram o 16:0 (24,7% para a dieta Gônada, 18,5% para a dieta *Artemia* e 22,9% para a dieta Controle), EPA (13,1%, 11,5% e 11,9%) e DHA (13,9%, 9,25% e 12,8%), enquanto que nos ovários das fêmeas foram o 16:0 (27,8% para as submetidas à dieta Gônada; 26,9% para as submetidas à dieta *Artemia* e 27,2% para as submetidas à dieta Controle); 18:1 n-5 (18,3%, 18,3% e 19%); EPA (11,1%, 12,1% e 11,4%) e DHA (16,2%, 13,9% e 13,9%). ARA também esteve presente, porém em concentrações relativamente baixas nos ovários das fêmeas (2,5%, 3,3% e 3,2%) e nas dietas como um todo (2,14%, 1,61% e 2,29%). LYTLE *et al.* (1990), bem como WOUTERS *et al.* (2001b), explicam que estes padrões são comuns em ovários de camarões peneídeos. CAHU *et al.* (1994) acrescentam que em geral os níveis de DHA são superiores aos de EPA, conforme foi observado neste trabalho, em decorrência de

sua maior importância na embriogênese. Adicionalmente, os mesmos autores mencionam a possibilidade de conversão de EPA em DHA por peneídeos.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados pelo presente estudo pode-se concluir que:

- ✓ As análises nutricionais apresentadas no presente estudo confirmam a importância de se usar variados itens alimentares para garantir o atendimento de todas as exigências nutricionais de reprodutores de camarão em maturação.
- ✓ Não houve efeito diferenciado das dietas experimentais adotadas neste estudo no desempenho reprodutivo do *Litopenaeus vannamei* em cativeiro, bem como nos teores de lipídios totais e ácidos graxos nas gônadas das fêmeas, a despeito das diferenças nutricionais detectadas nos itens alimentares utilizados.
- ✓ É possível a substituição de biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho, sem maiores comprometimentos à performance reprodutiva de *Litopenaeus vannamei* em cativeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUACOP 1979 **Penaeid reared broodstock: closing the cycle of *Penaeus monodon*, (*Lito*)*Penaeus stylirostris* and (*Lito*)*Penaeus vannamei*** . IN: Proceedings of the World Mariculture Society, 10: 445-452.

AQUACOP 1983 **Constitution of broodstock, maturation, spawning and hatching systems for penaeid shrimps in the Centre Oceanologic du Pacific**. IN: McVEY, J. P. (ed.) CRC Handbook of Mariculture. Vol 1.: Crustacean Aquaculture. CRC Press, Florida, USA. Pp 105 – 122.

ARCOS, F. G.; IBARRA, A. N.; PALACIOS, E.; VAZQUEZ-BOUCARD, C.; RACOTTA, I. S. 2003 **Feasible predictive criteria for reproductive performance of White shrimp *Litopenaeus vannamei*: egg quality and female physiological condition**. IN: Aquaculture, 228: 335-349.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS 1999 **Official methods of analysis of AOAC International** (edited by Patricia Cunniff). Sixteenth edition, 5th revision, vol. 1.

BARBIERI Jr., R. C.; OSTRENSKY NETO, A. 2001 **Camarões marinhos – Reprodução, Maturação e Larvicultura**. Viçosa: Aprenda Fácil Editora. 253p. 2v. il.

BITTENCOURT, M. 2000 **Avaliação da influência de três estratégias alimentares no desempenho reprodutivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em cativeiro**.

Dissertação. (Mestrado em Aqüicultura). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. D.; LESTER, L. J. 1990 **Reproduction of eyestalk-ablated (*Lito*)*Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid**. IN: Journal of the World Aquaculture Society, 21 (1): 41 – 52.

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. D. 1992 **Reproduction of *Penaeus* species in captivity**. IN: FAST, A.; LESTER, L. J. (eds.) Marine Shrimp culture: Principles and Practices. Elsevier Science Publishers: pp 93 – 170.

BROWDY, C. L. 1998 **Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks**. IN: Aquaculture, 164: 3 – 21.

BUENO, S. L. S. 1990 **Maturation and spawning of the white shrimp (*Lito*)*Penaeus schimitti* Burkenroad, 1936, under large scale rearing conditions**. IN: Journal of the World Aquaculture Society, 21 (3): 170 - 179.

CAHU, C. 1998 **Diets for shrimp broodstock and their effect on larval quality**. IN: IV Symposium Internacional de Nutrición acuícola. Manuscritos... Parte I. La Paz, BCS. Pp 65-72.

CASTILLE, F. L.; LAWRENCE, A. L. 1989 **Relationship between maturation and biochemical composition of the gonads and digestive glands of the shrimps**

(Farfante)Penaeus aztecus Ives and (Lito)Penaeus setiferus (L.). IN: Journal of Crustacean Biology, 9 (2): 202-211.

CAVALLI, R. O.; TAMTIN, M.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. 2001 **Variations in lipid classes and fatty acid content in tissues of wild *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) females during maturation.** IN: Aquaculture, 193: 311-324.

D'ABRAMO, L. R. 1997 **Triacylglycerols and Fatty Acids.** IN: D'ABRAMO, L. R.; CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, D. M. (eds.) Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, vol.6. The World Aquaculture Society: pp 71 - 84.

DHONT, J.; SORGELOOS, P. 2002 **Applications of *Artemia*.** IN: ABATZOPOULOS, TH. J.; BEARDMORE, J. A.; CLEGG, J. S.; SORGELOOS, P. (eds.) Artemia: basic and applied Biology. Kluwer Academic Publishers. Pp 251-277.

HARRISON, K. E. 1990 **The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review.** IN: Journal of Shellfish Research, 9 (1): 1 – 28.

HARRISON, K. E. 1997 **Broodstock Nutrition and Maturation Diets.** IN: D'ABRAMO, L. R.; CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, D. M. (eds.) Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, vol.6. The World Aquaculture Society: pp 390 - 408.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. 1998 **Present status and prospects of the use of *Artemia* cysts and biomass in shrimp farming.** IN: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA; X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA; V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO; II FEIRA DE

TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA. Anais... Vol. 1. Recife, PE. Pp. 147 - 162.

LAWRENCE, A. L.; WARD, D.; MISSLER, S.; BROWN, A.; McVEY, J.; MIDDLETICH, B. S. 1979 **Organ indices and biochemical levels of ova from penaeid shrimp maintained in captivity versus those captured in the wild.** IN: Proceedings of the World Mariculture Society, 10: 453-463.

LYTLE, J. S.; LYTLE, T. F.; OGLE, J. T. 1990 **Polyunsaturated fatty acid profiles as a comparative tool in assessing maturation diets of (*Lito*)*Penaeus vannamei*.** IN: Aquaculture, (89): 287 – 299.

MATOS, A. H. R. 1999 **Dinâmica alimentar de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) e *Fenneropenaeus penicillatus* (ALCOCK, 1905), (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE), cultivados em gaiolas flutuantes na região de Baiacu – Baía de Todos os Santos/BA.** Salvador – BA. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal da Bahia. 59p. il.

MILLAMENA, O. M.; PASCUAL, F. P. 1990 **Tissue lipid content and fatty acid composition of *Penaeus monodon* Fabricius broodstock from the wild.** IN: Journal of the World Aquaculture Society, 21 (2): 116 - 121.

MOSCHEN, F. V. A. 2000 **Efeito da *Artemia* enriquecida com ácidos graxos essenciais na larvicultura do robalo-peva *Centropomus parallelus* (POEY, 1860).** Dissertação (Mestrado em Aquicultura). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

NAESSENS, E.; LAVENS, P.; GOMEZ, L.; BROWDY, C. L.; McGOVERN-HOPKINS, K.; SPENCER, A. W.; KAWAHIGASHI, D.; SORGELOOS, P. 1997 **Maturation performance of (*Lito*)*Penaeus vannamei* co-fed *Artemia* biomass preparations**. IN: Aquaculture, 155: 87 – 101.

NUNES, A. J. P. 2000 **Manual Purina de Alimentação de camarões marinhos**. Global Aquaculture Alliance. Paulínia, SP.40p. il.

NUNES, A. J. P. 2001a **O cultivo de camarões Marinhos no Nordeste do Brasil**. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol. 11, nº 65 – mai./jun. Pp 26 – 33. il.

PALACIOS, E.; RACOTTA, I.; APSA 1999 **Spawning frequency analysis of wild and pond-reared Pacific white shrimp (*Lito*)*Penaeus vannamei* broodstock under large scale hatchery conditions**. IN: Journal of the World Aquaculture Society, 30 (2): 180 - 191.

PALACIOS, E.; IBARRA, A. M.; I. S. 2000 **Tissue biochemical composition in relation to multiple spawning in wild and pond-reared (*Lito*)*Penaeus vannamei* broodstock**. IN: Aquaculture, 185: 353-371.

PALACIOS, E.; RACOTTA, I.; HERAS, H.; MARTY, Y.; MOAL, J.; SAMAIN, J.-F 2001 **Relation between lipid and fatty acid composition of eggs and larval survival in white Pacific shrimp [(*Lito*)*Penaeus vannamei*, Boone, 1931]** IN: Aquaculture International, 9: 531-543.

PALACIOS, E.; RACOTTA, I. 2003 **Effect of number of spawns on the resulting spawn quality of 1-year-old pond-reared (*Lito*)*Penaeus vannamei* (Boone) broodstock** IN: Aquaculture Research, 34 (5): 427-435.

PALAU, L. C.; LÓPEZ, O. A.; RODRÍGUEZ, J. A.; ANGEL, J. A. Del; VEGA, B. O. A. 2003 **Cromatografía de gases – espectrometría de masas, aplicado a la identificación y cuantificación de ácidos grasos**. CIBNOR: Programa de Capacitación y Entrenamiento técnico especializado. La Paz, BCS – México. 56p. il.

RACOTTA, I. S.; PALACIOS, E.; IBARRA, A. M. 2003 **Shrimp larval quality in relation to broodstock condition**. IN: Aquaculture, 227: 107-130.

REIS, M. A.; BELTRAME, E.; PETERSEN, R.; PORTILLO, G. 1998. **Reprodução em cativeiro do “camarão rosa” (*Farfante*)*Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967): estudo comparativo de diferentes sistemas de maturação, desova e eclosão**. IN: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA; X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA; V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO; II FEIRA DE TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA. Anais... Vol. 1. Recife, PE. Pp. 649-657.

ROCHA, I. P.; MAIA, E. P. 1998. **Desenvolvimento tecnológico e perspectivas crescimento da carcinicultura marinha brasileira**. IN: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA; X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA; V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO; II FEIRA DE TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA. Anais... Vol. 1. Recife, PE. Pp. 213- 235.

ROCHA, I. P. 2000 **Agronegócio do camarão cultivado: uma nova ordem econômica – social para o litoral nordestino**. IN: Revista da ABCC. Ano 2; vol. 1 – abril.

TESHIMA, S.-I.; KANAZAWA, A.; KOSHIO, S.; HORINOUCHE, K. 1988a **Lipid metabolism in destalked prawn (*Marsu*)*Penaeus japonicus*: induced maturation and accumulation of lipids in the ovaries**. IN: Nippon Suisan Gakkaishi, 54 (7): 1115-1122.

TESHIMA, S.-I.; KANAZAWA, A.; KOSHIO, S.; HORINOUCHE, K. 1988b **Lipid metabolism in destalked prawn (*Marsu*)*Penaeus japonicus*: induced maturation and transfer of lipids reserves to the ovaries**. IN: Nippon Suisan Gakkaishi, 54 (7): 1123-1129.

TRUJILLO, L. R. 1996 **Técnicas e procedimentos empregados na maturação de camarões peneídeos**. IN: GESTEIRA, T. C. V.; NUNES, A. J. P. (eds.) 1º Workshop do estado do ceará sobre cultivo de Camarão Marinho. Grupo de Estudos de Camarão Marinho – GECMAR. Fortaleza – CE. Brasil: pp 67 – 85.

WOUTERS, R.; GOMEZ, L.; LAVENS, P.; CALDERON, J. 1999 **Feeding enriched *Artemia* biomass to (*Lito*)*Penaeus vannamei* broodstock: its effect on reproductive performance and larval quality**. IN: Journal of Shellfish Research, 18 (2): 651 – 656.

WOUTERS, R.; LAVENS, P.; MOLINA, C.; CALDERÓN, J. 2001a **Lipid composition and vitamin content of wild female *Litopenaeus vannamei* in different stages of sexual maturation**. IN: Aquaculture, 198: 307-323.

WOUTERS, R.; LAVENS P.; NIETO, P.; SORGELOOS, P. 2001b **Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development**. IN: Aquaculture, 202: 1-21.

XU, X. L.; JI, W. J.; CASTELL, J. D.; O'DOR, R. K. 1994 **Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and fatty acid composition of Chinese prawn [(*Marsu*)*Penaeus chinensis*] broodstock**. IN: Aquaculture, 119: 359 – 370.

ZAR, J. H. 1996 **Biostatistical analysis**. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall, 662p.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de biomassa de *Artemia* no cultivo de reprodutores de camarões marinhos pode trazer alguns entraves. Em primeiro lugar, como a maioria dos alimentos naturais utilizados na dieta de organismos em geral, suas disponibilidade e qualidade nutricional dependem muito de sua fonte de aquisição, forma de estocagem e manipulação, dentre outros. Em Santa Catarina especificamente, devido às dificuldades regionais para sua produção, este item deve ser procedente de outras fontes de cultivo, o que, além de incrementar as dificuldades financeiras, implica em uma fonte potencial de propagação de doenças ao plantel cultivado.

Desta forma, o presente trabalho veio propor uma alternativa alimentar mais viável tanto no aspecto financeiro quanto no aspecto sanitário, tendo em vista o fato de se tratar de um item alimentar (gônada de peixe marinho) de fácil obtenção no estado. Sob as condições experimentais do presente trabalho, pode-se concluir que a biomassa de *Artemia* pode ser substituída sem maiores comprometimentos aos índices reprodutivos em cativeiro. Contudo, para melhor aplicabilidade de tal investigação recomenda-se um acompanhamento mais aprofundado acerca da influência de tal item alimentar sobre a evolução do amadurecimento gonadal de fêmeas ao longo do tempo, bem como o estabelecimento de uma perfeita correlação entre o perfil nutricional da dieta aplicada com os perfis nutricionais de ovos e de náuplios produzidos em cativeiro.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO

BITTENCOURT, M. 2000 **Avaliação da influência de três estratégias alimentares no desempenho reprodutivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em cativeiro.**

Dissertação (Mestrado em Aqüicultura). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC.

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. D.; LESTER, L. J. 1990 **Reproduction of eyestalk-ablated (*Lito*)*Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid.** IN: Journal of the World Aquaculture Society, 21 (1): 41 – 52.

BRAY, W. A.; LAWRENCE, A. D. 1992 **Reproduction of *Penaeus* species in captivity.** IN: FAST, A.; LESTER, L. J. (eds.) Marine Shrimp culture: Principles and Practices. Elsevier Science Publishers: pp 93 – 170.

BROWDY, C. L. 1998 **Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks.** IN: Aquaculture, 164: 3 – 21.

HARRISON, K. E. 1990 **The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review.** IN: Journal of Shellfish Research, 9 (1): 1 – 28.

HARRISON, K. E. 1997 **Broodstock Nutrition and Maturation Diets.** IN: D'ABRAMO, L. R.; CONKLIN, D. E.; AKIYAMA, D. M. (eds.) Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture, vol.6. The World Aquaculture Society: pp 390 - 408.

LAVENS, P.; SORGELOOS, P. 1998 **Present status and prospects of the use of *Artemia* cysts and biomass in shrimp farming.** IN: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA; X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA; V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO; II FEIRA DE TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA. Anais... Vol. 1. Recife, PE. Pp. 147 - 162.

LYTLE, J. S.; LYTLE, T. F.; OGLE, J. T. 1990 **Polyunsaturated fatty acid profiles as a comparative tool in assessing maturation diets of (*Lito*)*Penaeus vannamei***. IN: Aquaculture. Vol. 89, Pp 287 – 299.

MATOS, A. H. R. 1999 **Dinâmica alimentar de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) e *Fenneropenaeus penicillatus* (ALCOCK, 1905), (CRUSTACEA, DECAPODA, PENAEIDAE), cultivados em gaiolas flutuantes na região de Baiacu – Baía de Todos os Santos/BA**. Salvador – BA. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal da Bahia. 59p. il.

MILLAMENA, O. M.; PASCUAL, F. P. 1990 **Tissue lipid content and fatty acid composition of *Penaeus monodon* Fabricius broodstock from the wild**. IN: Journal of the World Aquaculture Society, 21 (2): 116 - 121.

NAESSENS, E.; LAVENS, P.; GOMEZ, L.; BROWDY, C. L.; McGOVERN-HOPKINS, K.; SPENCER, A. W.; KAWAHIGASHI, D.; SORGELOOS, P. 1997 **Maturation performance of (*Lito*)*Penaeus vannamei* co-fed *Artemia* biomass preparations**. IN: Aquaculture, 155: 87 – 101.

NUNES, A. J. P. 2000 **Manual Purina de Alimentação de camarões marinhos**. Global Aquaculture Alliance. Paulínia, SP.40p. il.

NUNES, A. J. P. 2001 **O cultivo de camarões Marinhos no Nordeste do Brasil**. IN: Panorama da Aqüicultura. Vol. 11, nº 65 – mai./jun. Pp 26 – 33. il.

ROCHA, I. P.; MAIA, E. P. 1998. **Desenvolvimento tecnológico e perspectivas crescimento da carcinicultura marinha brasileira**. IN: I CONGRESSO SUL-AMERICANO DE AQUICULTURA; X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA; V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO; II FEIRA DE TECNOLOGIA E PRODUTOS PARA AQUICULTURA. Anais... Vol. 1. Recife, PE. Pp. 213- 235.

- ROCHA, I. P. 2000 **Agronegócio do camarão cultivado: uma nova ordem econômica – social para o litoral nordestino**. IN: Revista da ABCC. Ano 2; vol. 1 – abril 2000.
- ROSENTHAL, H. 1994 **Aquaculture and the environment**. IN: World Aquaculture, 25 (2): 5 – 11.
- SEIFFERT, W. Q.; BELTRAME, E. ; ANDREATTA, E. R. 2000 **Aspectos relevantes sobre o cultivo de camarões marinhos: “Um panorama mundial, do Brasil e do estado de Santa Catarina”**. Universidade Federal de Santa Catarina – Laboratório de Camarões Marinhos. Florianópolis. 22p. il.
- TRUJILLO, L. R. 1996 **Técnicas e procedimentos empregados na maturação de camarões peneídeos**. IN: GESTEIRA, T. C. V.; NUNES, A. J. P. (eds.) 1º Workshop do estado do Ceará sobre cultivo de Camarão Marinho. Grupo de Estudos de Camarão Marinho – GECMAR. Fortaleza – CE. Brasil: pp 67 – 85.
- WOUTERS, R.; LAVENS P.; NIETO, P.; SORGELOOS, P. 2001b **Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development**. IN: Aquaculture, 202: 1 -21.
- XU, X. L.; JI, W. J.; CASTELL, J. D.; O’DOR, R. K. 1994 **Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and fatty acid composition of Chinese prawn [(*Marsu*)*Penaeus chinensis*] broodstock**. IN: Aquaculture, 119: 359 – 370.

ANEXO

Normas para publicação no periódico escolhido

AQUACULTURE

Guide for Authors

Types of contribution

1. Original Research Papers (Regular Papers)
2. Review Articles
3. Short Communications
4. Technical Papers
5. Letters to the Editor
6. Book Reviews

Original Research Papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Review Articles can cover either narrow disciplinary subjects or broad issues requiring interdisciplinary discussion. They should provide objective critical evaluation of a defined subject. Reviews should not consist solely of a summary of published data. Evaluation of the quality of existing data, the status of knowledge, and the research required to advance knowledge of the subject are essential.

Short Communications are used to communicate results which represent a major breakthrough or startling new discovery and which should therefore be published quickly. They should *not* be used for preliminary results. Papers must contain sufficient data to establish that the research has achieved reliable and significant results.

Technical Papers should present new methods and procedures for either research methodology or culture-related techniques.

The *Letters to the Editor* section is intended to provide a forum for discussion of aquacultural science emanating from material published in the journal.

Book Reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor: Mrs. A.A.C. de Groot, Brederoodseweg 49, 2082 BS Santpoort-Zuid, The Netherlands.

Submission of manuscripts

Submission of an article is understood to imply that the article is original and unpublished and is not being considered for publication elsewhere. Submission also implies that all authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. Upon acceptance of an article by the journal, the author(s) will be asked to transfer the copyright of the article to the publisher. This transfer will ensure the widest possible dissemination of information.

Papers for consideration should be submitted in triplicate directly to the appropriate Section Editor as follows:

Nutrition:

R. P. Wilson, Mississippi State University, Department of Biochemistry and Molecular Biology, Box 9650, Mississippi State, MS 39762, USA. Tel.: +1 601 325 2640. Fax: +1 601 325 8644. E-mail: rpwl@Ra.MsState.Edu

Husbandry and Management:

B.Costa-Pierce, Rhode Island Sea Grant College Program, Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, 129 Coastal Institute, Narragansett, RI 02882-1197, USA. E-mail: aquaculture@gso.uri.edu

Physiology and Endocrinology:

E.M. Donaldson, West Vancouver Laboratory, Department of Fisheries and Oceans, 4160 Marine Drive, West Vancouver, B.C. V7W 1N6, Canada. Tel: +1 604 666 7928. Fax: +1 604 666 3497. E-mail: donaldso@direct.ca

Diseases:

D.J. Alderman, CEFAS, Weymouth Laboratory, The Nothe, Weymouth, Dorset DT4 8UB, UK. Tel.: +44 1305 206 600. Fax: +44 1305 206 601. E-mail: d.j.alderman@cefes.co.uk

Genetics: G. Hulata, Agricultural Research Organization, Volcani Center, Department of Aquaculture, P.O.

Box 6, Bet Dagan 50250, Israel; Tel.: +972 3 968 3388; Fax: +972 3 9605667; E-mail: vlaqua@volcani.agri.gov.il

Electronic manuscripts

Some manuscripts are able to be submitted electronically, please check on: <http://www.authorgateway.com/journal/pub/503302>. If electronic submission is possible, authors can upload their article as a LaTeX, Microsoft? (MS) Word?, WordPerfect?, PostScript or Adobe? Acrobat? PDF document via the "Author Gateway" page of this journal (<http://authors.elsevier.com>), where you will also find a detailed description on its use. The system generates an Adobe Acrobat PDF version of the article which is used for the reviewing process. It is crucial that all graphical and tabular elements be placed within the text, so that the file is suitable for reviewing. Authors, Reviewers and Editors send and receive all correspondence by e-mail and no paper correspondence is necessary. Note: compuscripts submitted are converted into PDF for the review process but may need to be edited after acceptance to follow journal standards. For this an "editable" file format is necessary. See the section on "Electronic format requirements for accepted articles" and the further general instructions on how to prepare your article below.

Preparation of manuscripts

1. Manuscripts should be written in English. To avoid delays in publication, authors whose native language is not English are strongly advised to have their manuscripts checked by an English-speaking colleague prior to submission. **Authors in Japan please note:** Upon request, Elsevier Science Japan will provide authors with list of people who can check and improve the English of their paper (*before submission*). Please contact our Tokyo office: Elsevier Science, 9-15, Higashi-Azabu 1-chome, Minato-ku, Tokyo 106-0044; Japan; Tel. (+81) 3-5561-5032; Fax: (+81)3-5561-5045; E-mail: info@elsevier.co.jp.
2. The preferred medium of submission is on disk with accompanying manuscript (see 'Electronic manuscripts' above). Submit the original and two copies of your manuscript. Enclose the original illustrations and two sets of photocopies (three prints of any photographs).
3. Manuscripts should be typewritten, typed on one side of the paper (with numbered lines), with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc. should be numbered in the upper right-hand corner.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary, one may refer to sections. Underline words that should be in italics, and do not underline any other words. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.
4. Manuscripts in general should be organized in the following order:
 - Title (should be clear, descriptive and concise)
 - Name(s) of author(s)
 - Complete postal address(es) of affiliations
 - Full telephone and fax number and E-mail address of the corresponding author
 - Present address(es) of author(s) if applicable
 - Abstract
 - Keywords (indexing terms), normally 3-6 items. Please refer to the cumulative index.
 - Introduction
 - Material studied, area descriptions, methods, techniques
 - Results
 - Discussion
 - Conclusion
 - Acknowledgements and any additional information concerning research grants, etc.
 - References
 - Tables
 - Figure captions
5. In typing the manuscript, titles and subtitles should not be run within the text. They should be typed on a separate line, without indentation. Use bold face, lower-case letter type for titles; use non-bold, italic letter type for sub-titles.
6. SI units should be used.
7. If a special instruction to the copy editor or typesetter is written on the copy it should be encircled. The typesetter will then know that the enclosed matter is not to be set in type. When a typewritten character may have more than one meaning (e.g. the lower case letter l may be confused with the numeral 1), a note should be inserted in a circle in the margin to make the meaning clear to the typesetter. If Greek letters or uncommon symbols are used in the manuscript, they should be written very clearly, and if necessary a note such as "*Greek lower-case chi*" should be put in the margin and encircled.
8. Elsevier reserves the privilege of returning the author for revision accepted manuscripts and illustrations which are not in the proper form given in this guide.

Abstracts

The abstract should be clear, descriptive and not longer than 400 words. It should provide a very brief introduction to the problem and a statement about the methods used in the study. This should generally be followed by a brief summary of results, including numerical data (means and standard errors, for example). The abstract should end with an indication of the significance of the results.

Tables

1. Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions a table.
2. If many data are to be presented, an attempt should be made to divide them over two or more tables.
3. Drawn tables, from which prints need to be made, should not be folded.
4. Tables should be numbered according to their sequence in the text. The text should include references to all tables.
5. Each table should be typewritten on a separate page of the manuscript. Tables should never be included in the text.
6. Each table should have a brief and self-explanatory title.
7. Column headings should be brief, but sufficiently explanatory. Standard abbreviations of units of measurement should be added between parentheses.
8. Vertical lines should not be used to separate columns. Leave some extra space between the columns instead.
9. Any explanation essential to the understanding of the table should be given as a footnote at the bottom of the table.

Illustrations

1. All illustrations (line drawings and photographs) should be submitted separately, unmounted and not folded.
2. Illustrations should be numbered according to their sequence in the text. References should be made in the text to each illustration.
3. Each illustration should be identified on the reverse side (or - in the case of line drawings - on the lower front side) by its number and the name of the author. An indication of the top of the illustrations is required in photographs of profiles, thin sections, and other cases where doubt can arise.
4. Illustrations should be designed with the format of the page of the journal in mind. Illustrations should be of such a size as to allow a reduction of 50%.
5. Lettering should be clear and large enough to allow a reduction of 50% without becoming illegible. The lettering should be in English. Use the same kind of lettering throughout and follow the style of the journal.
6. If a scale should be given, use bar scales on all illustrations instead of numerical scales that must be changed with reduction.
7. Each illustration should have a caption. The captions to all illustrations should be typed on a separate sheet of the manuscript.
8. Explanations should be given in the typewritten legend. Drawn text in the illustrations should be kept to a minimum.
9. Photographs are only acceptable if they have good contrast and intensity. Sharp and glossy copies are required. Reproductions of photographs already printed cannot be accepted.
10. Colour illustrations can be included if the cost of their reproduction is paid for by the author. For details of the costs involved, please contact the publisher at: nlinfo-f@elsevier.nl.

Colour illustrations

Submit colour illustrations as original photographs, high-quality computer prints or transparencies, close to the size expected in publication, or as 35 mm slides. Polaroid colour prints are not suitable. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version.

For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://authors.elsevier.com/artwork>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to grey scale? (for the printed version should you opt to not pay for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations.

As only one figure caption may be used for both colour and black and white versions of figures, please ensure that the figure captions are meaningful for both versions, if applicable.

References

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.
2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "*Since Peterson (1993) has shown that...*" "*This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1994, pp. 12-16)*".
3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "*et al.*". This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and all co-authors should be mentioned.
4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically by authors' names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1994a, 1994b, etc.
5. Use the following system for arranging your references:
 - a. *For periodicals*
 Dame, R., Libes, S., 1993. Oyster reefs and nutrient retention in tidal creeks. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 171, 251-258.
 - b. *For edited symposia, special issues, etc. published in a periodical*
 Benzie, J.A.H., Ballment, E., Frusher, S., 1993. Genetic structure of *Penaeus monodon* in Australia: concordant results from mtDNA and allozymes. In: Gall, G.A.E., Chen, H. (Eds.), *Genetics in Aquaculture IV. Proceedings of the Fourth International Symposium, 29 April-3 May 1991, Wuhan, China.* *Aquaculture* 111, 89-93.
 - c. *For books*
 Gaugh, Jr., H.G., 1992. *Statistical Analysis of Regional Yield Trials.* Elsevier, Amsterdam, 278 pp.
 - d. *For multi-author books*
 Shigueno, K., 1992. Shrimp culture industry in Japan. In: Fast, A.W., Lester, L.J. (Eds.), *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices.* Elsevier, Amsterdam, pp. 641-652.
6. Titles of periodicals mentioned in the list of references should be abbreviated following ISO 4 standard. The ISSN word abbreviations, for example, can be found at <http://www.issn.org/Istwa.html>.
7. In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "*(in Russian)*" or "*(in Greek, with English abstract)*" should be added.
8. Papers accepted for publication but not yet published should be referred to as "*in press*".
9. References concerning unpublished data and "*personal communications*" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.

Formulae

1. Formulae should be typewritten, if possible. Leave ample space around the formulae.
2. Subscripts and superscripts should be clear.
3. Greek letters and other non-Latin or handwritten symbols should be explained in the margin where they are first used. Take special care to show clearly the difference between zero (0) and the letter O, and between one (1) and the letter l.
4. Give the meaning of all symbols immediately after the equation in which they are first used.
5. For simple fractions use the solidus (/) instead of a horizontal line.
6. Equations should be numbered serially at the right-hand side in parentheses. In general only equations explicitly referred to in the text need be numbered.
7. The use of fractional powers instead of root signs is recommended. Also powers of e are often more conveniently denoted by exp.
8. Levels of statistical significance which can be mentioned without further explanation are * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ and *** $P < 0.001$.
9. In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca^{2+} and not Ca^{++} .
10. Isotope numbers should precede the symbols, e.g., ^{18}O .
11. The repeated writing of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g., phosphate as P_2O_5).

GenBank/DNA sequence linking

DNA sequences and GenBank Accession numbers Many Elsevier journals cite "gene accession numbers" in their running text and footnotes. Gene accession numbers refer to genes or DNA sequences about which further information can be found in the databases at the National Center for Biotechnical Information (NCBI) at the National Library of Medicine. Elsevier authors wishing to enable other scientists to use the accession numbers cited in their papers via links to these sources, should type this information in the following manner:

For each and every accession number cited in an article, authors should type the accession number in **bold, underlined text**. Letters in the accession number should always be capitalised. (See Example 1 below). This combination of letters and format will enable Elsevier's typesetters to recognize the relevant texts as accession numbers and add the required link to GenBank's sequences.

Example 1: "GenBank accession nos. **AI631510**, **AI631511**, **AI632198**, and **BF223228**, a B-cell tumor from a chronic lymphatic leukemia (GenBank accession no. BE675048), and a T-cell lymphoma (GenBank accession no. AA361117)".

Authors are encouraged to check accession numbers used very carefully. An error in a letter or number can result in a dead link.

In the final version of the printed article, the accession number text will not appear bold or underlined (see Example 2 below).

Example 2: "GenBank accession nos. AI631510, AI631511, AI632198, and BF223228), a B-cell tumor from a chronic lymphatic leukemia (GenBank accession no. BE675048), and a T-cell lymphoma (GenBank accession no. AA361117)".

In the final version of the electronic copy, the accession number text will be linked to the appropriate source in the NCBI databases enabling readers to go directly to that source from the article (see Example 3 below).

Example 3: "GenBank accession nos. AI631510, AI631511, AI632198, and BF223228), a B-cell tumor from a chronic lymphatic leukemia (GenBank accession no. BE675048), and a T-cell lymphoma (GenBank accession no. AA361117)".

Footnotes

1. Footnotes should only be used if absolutely essential. In most cases it should be possible to incorporate the information in normal text.
2. If used, they should be numbered in the text, indicated by superscript numbers, and kept as short as possible.

Nomenclature

1. Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*, the *International Code of Nomenclature of Bacteria*, and the *International Code of Zoological Nomenclature*.
2. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals.
3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified.
4. For chemical nomenclature, the conventions of the *International Union of Pure and Applied Chemistry* and the official recommendations of the *IUPAC IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature* should be followed.

Copyright

1. An author, when quoting from someone else's work or when considering reproducing an illustration or table from a book or journal article, should make sure that he is not infringing a copyright.
2. Although in general an author may quote from other published works, he should obtain permission from the holder of the copyright if he wishes to make substantial extracts or to reproduce tables, plates, or other illustrations. If the copyright-holder is not the author of the quoted or reproduced material, it is recommended that the permission of the author should also be sought.
3. Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless

permission has been obtained.

4. A suitable acknowledgement of any borrowed material must always be made.

Proofs

One set of proofs will be sent to the corresponding author as given on the title page of the manuscript. Only typesetter's errors may be corrected; no changes in, or additions to, the edited manuscript will be allowed.

Offprints

1. Twenty-five offprints will be supplied free of charge.
2. Additional offprints can be ordered on an offprint order form, which is included with the proofs.
3. UNESCO coupons are acceptable in payment of extra offprints.

Author Services

Authors can also keep a track on the progress of their accepted article, and set up e-mail alerts informing them of changes to their manuscript's status, by using the "Track a Paper" feature of Elsevier's [Author Gateway](#).

***Aquaculture* has no page charges.**