

UGO LIMA SILVA

INFLUÊNCIA DO MELAÇO NO CULTIVO INTENSIVO DO CAMARÃO  
*Litopenaeus vannamei* NA FASE DE BERÇÁRIO SEM RENOVAÇÃO DE  
ÁGUA COM DIFERENTES RELAÇÕES CARBONO/NITROGÊNIO

RECIFE  
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE PESCA E AQUICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**UGO LIMA SILVA**

**INFLUÊNCIA DO MELAÇO NO CULTIVO INTENSIVO DO CAMARÃO  
*Litopenaeus vannamei* NA FASE DE BERÇÁRIO SEM RENOVAÇÃO DE  
ÁGUA COM DIFERENTES RELAÇÕES CARBONO/NITROGÊNIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.

Orientador: Dr. Eudes de Souza Correia, Depto. de Pesca e Aquicultura, UFRPE.

Recife, PE  
Abril, 2008

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586i Silva, Ugo Lima  
Influência do melaço no cultivo intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei* na fase berçário sem renovação de água com diferentes relações carbono / nitrogênio / Ugo Lima Silva. -- 2008.  
62 f. : il.

Orientador : Eudes de Souza Correia  
Dissertação (Mestrado em Recurso Pesqueiros e Aqüicultura) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aqüicultura.  
Inclui anexo e bibliografia.

CDD 639. 543

1. Melaço
2. Relação C : N
3. Crescimento
4. *Litopenaeus vannamei*
  - I. Correia, Eudes de Souza
  - II.. Título

**Universidade Federal Rural de Pernambuco**  
**Departamento de Pesca e Aqüicultura**  
**Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura**

Parecer da Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado de

**UGO LIMA SILVA**

**Influência do melão no cultivo intensivo do camarão *Litopenaeus vannamei* na fase de berçário sem renovação de água com diferentes relações carbono/nitrogênio**

Área de Concentração: **Aqüicultura**

Esta dissertação foi julgada para a obtenção do título de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura** e aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura, em sua forma final.

---

Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos  
Coordenador do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia (Orientador)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Fernando de Figueiredo Porto Neto (Membro Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Silvio Ricardo Maurano Peixoto (Membro Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Roberta Borda Soares (Membro Interno)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes (Membro Suplente)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

À minha filha,

**Gabriela**, por existir;

À minha esposa,

**Priscila**, pelo amor, amizade e companheirismo;

Aos meus pais,

**Ermírio e Marluce**, por todo amor e confiança;

Aos meus irmãos,

**Iberê e Cuarendy**, pela ajuda e amizade a todo o momento,

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural Pernambuco, pelo apoio para realização do Curso.

Ao Departamento de Pesca e Aqüicultura da UFRPE, em nome de todos os professores e funcionários, pela ótima acolhida nestes sete anos de convivência e excelente contribuição para minha formação.

Ao FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos, através da RECARCINE, Rede de Carcinicultura do Nordeste pelo apoio, principalmente financeiro.

À Estação de Aqüicultura Continental Professor Johei Koike – UFRPE, em nome do seu Coordenador, MSc. Augusto José Nogueira, pelo uso de suas instalações.

Ao Prof. Dr. Eudes de Souza Correia, grande orientador e amigo, por sua efetiva participação no experimento, seus ensinamentos, ajuda e paciência.

Ao Laboratório de Sistemas de Produção Aqüícola, em nome do responsável Dr. Eudes de Souza Correia, pela boa acolhida e oportunidade de pesquisa.

Aos Professores Paulo de Paula Mendes, Roberta Borda Soares e Sílvio Ricardo Maurano Peixoto, por suas contribuições bastante relevantes durante a elaboração e execução do projeto de pesquisa.

Aos membros da Banca Examinadora, titulares e suplentes, pelas críticas que contribuíram para melhorar a qualidade deste trabalho.

Ao Laboratório de Limnologia do DEPAq/UFRPE, e em nome do Prof. Dr. William Severi e todos os colaboradores desse laboratório, pelo apoio na realização das análises químicas da água.

Aos amigos Gustavo Henrique, Thales Veríssimo, Fabiana Penalva, Daniel Rodrigues pela excelente amizade e dedicação com a qual cuidaram do experimento.

A minha amiga, MSc. Susmara Silva Campos, pelo companheirismo, ensinamentos, confiança e ajuda sempre disponível a qualquer momento.

Aos colegas do LAPAq, Gustavo Henrique, Eng<sup>a</sup> Fabiana Penalva, Daniel Rodrigues, Ercílio, Thales Veríssimo, Paulo Pitanga, Ericka Carneiro, e, à equipe do Policultivo (Tiago, Rubem, Diógenes e Luís Gonzaga), pela amizade, companheirismo e ajuda durante o período de montagem e instalação do experimento.

Aos amigos e colegas de Turma; Allan Inácio, Ana Cecília, Beatriz Regina, Danielle de Lima, Danielli Matias, Diogo Bessa, Dráusio Pinheiro, Fernando Kim, Irã Menezes, Isabela Maria, José Carlos, Juliana Ferreira, Kátia Santos, Miguel Arcaño, Mônica Maria, Renata Triane, Sãmia Régia, Sandra Cristina, Verônica da Silva e Wanessa de Melo, pela amizade.

A todos familiares, amigos, colegas, companheiros de estudo e de trabalho que de alguma forma me deram forças e ânimo para iniciar, manter e finalizar mais essa etapa da minha vida profissional.

À minha esposa e grande companheira, Priscila Oliveira, por estar comigo e me apoiar por todo esse período.

A Deus, por me acompanhar, me dando saúde e paz.

## RESUMO

O presente estudo investigou o efeito da adição de melação em diferentes relações C:N sobre a qualidade da água e desempenho de crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei*, na fase berçário, em tanques de cultivo sem renovação de água. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro réplicas, sendo dois com aplicação diária de melação nas relações C:N 25:1 (25M) e 15:1 (15M), e um controle (0M), sem aplicação desta fonte de carbono. Foram utilizados 12 tanques em fibra de vidro (800 L de volume útil), estocados com 6,25 pós-larvas/L (peso médio < 0,01 g), totalizando 5000 pós-larvas/tanque. A alimentação constou de ração comercial contendo 40% de proteína bruta ofertada diariamente às 8, 11, 14 e 17h, numa taxa de alimentação variando de 50 a 15% da biomassa, do início ao final do cultivo. Temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH foram aferidos diariamente, enquanto que transparência e salinidade foram aferidas semanalmente. As relações C:N 25:1 e 15:1 apresentaram níveis de pH 7,9, que foram inferiores ( $p < 0,05$ ) ao tratamento 0M (pH 8,1). O melação reduziu significativamente ( $p < 0,05$ ) a transparência da água. Após 42 dias de cultivo, o peso final dos camarões alcançado nos tratamentos 25M (532,0 mg) e 15M (540,0 mg) foram estatisticamente superiores ( $p < 0,05$ ) ao tratamento 0M (417,8 mg). A sobrevivência dos camarões foi satisfatória para todos os tratamentos (77,9 a 90,0%), sem diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os mesmos. Desta forma, o melação pode ser utilizado como fonte de carbono para incrementar a relação C:N, melhorando a qualidade da água e o desempenho de *L. vannamei* sem renovação de água, na fase berçário.

## ABSTRACT

This work investigated the effect of molasses addition in different C:N ratios on the water quality and growth performance of the *Litopenaeus vannamei* shrimp during the nursery phase without water exchange. A randomized experimental design was applied with three treatments and four replicates. Two treatments with daily molasses addition of 25:1 (25M) and 15:1 (15M) C:N ratio and one control with no carbon source addition (0M). Twelve (800 L) fiber glass tanks were stocked with 6.25 post-larvae/L (mean weight < 0.01 g) corresponding to 5000 post-larvae/tank. Shrimps were fed with a 40% crude protein commercial diet offered at 08:00, 11:00, 14:00 and 17:00. The feeding rate varied from 50 to 15% of the shrimp biomass from the beginning to the end of the culture. The water temperature, dissolved oxygen and pH were measured daily whereas transparency and salinity were measured weekly. The 25:1 and 15:1 C:N ratios showed lower ( $p<0.05$ ) pH levels (7.9) when compared to treatment 0M (pH 8.1). Molasses addition resulted in lower ( $p<0.05$ ) water transparency. After 42 culture days the shrimp final weight in the treatments 25M (532.0 mg) and 15M (540.0 mg) were higher ( $p<0.05$ ) than 0M treatment (417.8 mg). Shrimp survival was higher in all treatments (77.9 a 90.0%), with no significant differences ( $p>0.05$ ). This study indicates that the molasses can be used as carbon source in order to increase C:N ratio, improving the water quality and *L. vannamei* growth performance with no water exchange.

## LISTA DE TABELAS

### Artigo

Tabela 1. Variáveis de qualidade da água registradas durante o cultivo do <i>Litopenaeus vannamei</i> na fase berçário sem troca de água (médias $\pm$ desvio padrão, amplitude entre parênteses).....	38
Tabela 2. Dados de crescimento e produção (valores médios $\pm$ erro padrão) de camarões <i>L. vannamei</i> na fase berçário cultivado durante 42 dias com adição diária de melação em diferentes relações carbono: nitrogênio C:N sem renovação de água.....	39

## LISTA DE FIGURAS

### Artigo

- Figura 1. Variáveis físico-químicas da qualidade da água monitorada durante o cultivo do *Litopenaeus vannamei* na fase berçário sem troca de água. A – Concentração de oxigênio dissolvido ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); B – Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ); C – pH; D – Salinidade (%); E – Transparência (cm)..... 37
- Figura 2. Desempenho de crescimento (mg) na fase berçário de camarões *L. vannamei* cultivados durante 42 dias sem renovação de água (25M e 15M = adição de melaço nas relações C/N de 25 e 15:1, respectivamente; 0M = sem adição de melaço)..... 39

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO.....	11
1. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
1.1. Carcinicultura Brasileira.....	13
1.2. Sistemas de Produção Aquícola.....	14
1.3. Fase Berçário do Camarão.....	16
1.4. Alimentação Natural do Camarão.....	18
1.5. Indução ao Alimento Natural do Camarão.....	20
1.6. Microrganismos e Manejo de Água no Cultivo de Camarão.....	23
2. ARTIGO CIENTÍFICO – Efeitos de diferentes relações carbono/nitrogênio com adição de melão na fase berçário de <i>Litopenaeus vannamei</i> cultivado sem troca de água (Acta Scientiarum. Biological Sciences – ISSN 1679-9283).....	30
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO.....	33
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÃO.....	41
AGRADECIMENTOS.....	41
REFERÊNCIAS.....	41
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
4. REFERÊNCIAS.....	45
ANEXO.....	59

## INTRODUÇÃO

É notório que certos recursos pesqueiros encontram-se no seu limite máximo de exploração sustentável. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), a aquicultura é apontada como a principal alternativa para aumentar a oferta de pescado por todo mundo, sendo na atualidade uma fonte importante de produção de alimentos de origem aquática (FAO, 2006).

A aquicultura, definida como cultivo de organismos aquáticos, destaca-se pela sua importância como atividade produtora de alimento, suprimindo o déficit da pesca extrativa. No contexto da aquicultura marinha, a carcinicultura é representada, no Brasil, pelo cultivo de camarões peneídeos (STREIT et al., 2002).

A adoção do *Litopenaeus vannamei* como espécie alvo da carcinicultura brasileira foi decorrente do seu alto grau de rusticidade, rentabilidade, crescimento, conversão alimentar e grande aceitação no mercado internacional que, aliados às condições edafo-climáticas das diversas macro-regiões do Brasil e, de forma especial da Região Nordeste, possibilitaram o desenvolvimento do setor (ANDREATTA e BELTRAME, 2004).

A busca pelo incremento da produtividade aquática com o objetivo de minimizar a utilização da ração vem sendo uma preocupação constante da carcinicultura nacional. Uma das formas de se promover a redução dos custos com ração é a utilização do alimento natural (CORREIA, 1998), que também contribui reduzindo a degradação da qualidade da água (MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998).

A prática da adubação ou fertilização tem sido utilizada como uma importante ferramenta no cultivo de organismos aquáticos. Adicionam-se nutrientes à água a fim de estimular a abundância do fitoplâncton, a proliferação bentônica e a formação de agregados microbianos, incrementando a produtividade natural dos viveiros e o crescimento dos camarões (COLMAN e EDWARDS, 1987; SCHROEDER et al., 1990; BOYD e TUCKER, 1998; CORREIA, 1998; BOYD, 2001; HARI et al., 2004; WASIELESKY et al., 2006b; SILVA et al., 2008).

O crescimento acelerado da carcinicultura, em conjunto com o surgimento de enfermidades e a descarga direta de efluentes no meio ambiente, tem despertado a preocupação de vários grupos ambientalistas quanto a sustentabilidade ecológica desta atividade (NAYLOR et al., 2000; PÁES-OSUNA, 2001; BURFORD et al., 2003; HARI et al., 2006). Minimizar a renovação de água é uma parte essencial da carcinicultura moderna e ambientalmente responsável (FAO/NACA/UNEP/WB/WWF, 2006).

As contribuições do alimento natural em sistemas de cultivo sem renovação de água e suas técnicas de cultivo estão sendo bastante difundidas nas fazendas de camarão marinho, a partir da produção de camarões com mínima ou nenhuma troca de água garantindo incremento de biossegurança, diminuição dos efluentes nas fazendas, redução da quantidade de proteína na ração e mínimo impacto ambiental (HOPKINS et al., 1993; SANDIFER e HOPKINS, 1996; BROWDY et al., 2001a; TACON et al., 2002; BURFORD et al., 2003; WASIELESKY et al., 2006b).

Sistemas de troca zero de água consistem em estimular a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico (açúcar, melão, etc.) e aeração constante do ambiente de cultivo (WASIELESKY et al., 2006). O melão pode ser utilizado na preparação dos viveiros de camarão marinho (TALAVERA et al., 1998), atuando como uma fonte alternativa de carbono para a aquíicultura (SCHNEIDER et al., 2006).

Em pesquisas recentes foi demonstrado que a adição de carboidratos em viveiros extensivos de camarão melhorou a eficiência de retenção dos compostos nitrogenados, tendo efeitos positivos sobre a produção (HARI et al., 2004). Além do controle do nitrogênio, este processo leva à produção de proteínas microbianas que são uma fonte efetiva de proteína para os camarões (AVNIMELECH, 2000; BURFORD et al., 2004), deste modo reduzindo a demanda por proteína no alimento suplementar (AVNIMELECH, 1999).

Pesquisas referentes ao manejo de produção na fase de berçário de camarões marinhos em sistemas de cultivo sem renovação de água são muito escassas, assim sendo, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que investiguem a real influência dos nutrientes (carbono e nitrogênio), e suas relações sobre a qualidade da água e o desempenho dos animais nesses ambientes de cultivo, em face à variedade de produtos fertilizantes disponíveis no mercado e os diversos fatores inerentes ao sucesso dos programas de fertilização adotados até então.

O objetivo deste trabalho foi estudar a influência do melão com diferentes relações carbono:nitrogênio (C:N) no desempenho de crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei* na fase berçário sem renovação de água, bem como monitorar a qualidade da água durante o cultivo.

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Carcinicultura Brasileira

Os estudos científicos relacionados ao camarão marinho no Japão foram iniciados por Motosaku Hudinaga em 1933, pesquisador que obteve sucesso com fechamento do ciclo biológico do *Marsupenaeus japonicus* em cativeiro (IGARASHI, 2005).

O cultivo de camarões marinhos em escala comercial no Brasil teve seu início na década de 70, com a introdução da espécie exótica *M. japonicus*, e posteriormente o cultivo das espécies nativas *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*. Porém apenas na década de 90 com a introdução da espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, a indústria brasileira começou a ter representatividade na produção mundial de crustáceos (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002).

A adoção do *L. vannamei* como espécie alvo desta atividade foi decorrente do seu alto grau de rusticidade, rentabilidade, crescimento, conversão alimentar e grande aceitação no mercado internacional que, aliados às condições edafo-climáticas das diversas macro-regiões do Brasil e, de forma especial da Região Nordeste, possibilitaram o desenvolvimento do setor (ANDREATTA e BELTRAME, 2004).

A carcinicultura brasileira iniciou o ano de 2007 com muitas incertezas, evidenciada pela perda de competitividade das suas exportações, ineficiente cadeia de comercialização interna, surtos das doenças da mancha branca (WSSV) em Santa Catarina e da NIM (IMNV) na região Nordeste. Esta atual crise setorial remonta a 2004 cuja produção de 76.000 t interrompeu um crescimento exponencial médio de 71% ao ano, registrado entre 1997 (3.600 t) e 2003 (90.190 t), sendo que, a partir de 2005, quando se registrou uma nova queda de produção (65.000 t) houve uma estabilização da produção nesse patamar até 2007 (ROCHA, 2007).

## 1.2 Sistemas de Produção Aquícola

De uma forma geral, os métodos de produção mundial do camarão marinho evoluíram fundamentados em três estratégias da produção. A primeira, na década de 1980 a produção foi baseada na utilização de viveiros com grandes áreas, baixa densidade de estocagem e produtividades médias em torno de 600 Kg/ha/ano. Subseqüentemente, as estratégias incorporaram melhores tecnologias, entre elas destacam-se as fertilizações, uso de bandejas de alimentação, aumento das densidades de estocagem e produtividade acima de 5.000 Kg/ha/ano (WASIELESKY *et al.*, 2006a). Finalmente, na década 1990, houve um aumento ainda maior na intensificação dos cultivos com menores taxas de troca d'água, maior biossegurança e produtividade também superior de 5.000 Kg/ha/ano (BROWDY *et al.*, 2001b; MOSS, 2002; BURFORD *et al.*, 2003).

Os cultivos se desenvolvem principalmente nos sistemas semi-intensivo e intensivo, sendo o primeiro mais utilizado, representando mais de 80% (TACON e DE SILVA, 1997). Nesses sistemas os compostos nutricionais, necessários ao desenvolvimento dos camarões, são supridos por uma combinação de dietas artificiais e organismos vivos, produzidos endogenamente no viveiro (TACON e DE SILVA, 1997; MOSS, 2002).

No sistema semi-intensivo, caracterizado por Tacon e De Silva (1997) por apresentar aporte de fertilizantes externos e/ou nutrientes na dieta suplementar, onde o animal cultivado é dependente do consumo de organismos vivos, supridos internamente, e de alimentos externos. A contribuição do alimento natural no sistema semi-intensivo na alimentação dos camarões é bastante significativa, podendo alcançar até 85% (NUNES *et al.*, 1997). Em viveiros de engorda que operam com produtividades abaixo de 1000 Kg/ha/ciclo, as rações satisfazem entre 23% e 47% dos requerimentos nutricionais do *L. vannamei*, sendo o restante suprido pelo alimento natural (ANDERSON *et al.*, 1987).

Em relação aos cultivos super-intensivos do camarão *L. vannamei* em meios altamente nutritivos, como é o caso dos sistemas heterotróficos, por se tratar de uma nova estratégia de cultivo, poucos resultados têm sido publicados. Alguns pesquisadores têm estimulado o uso deste tipo de sistema fechado, principalmente induzindo a produção de camarões em meios heterotróficos, como forma de obter altas produtividades (MOSS, 2002; BURFORD et al., 2003; BURFORD et al., 2004; WASIELESKY et al., 2006b).

Atualmente, sistemas sem renovação de água trabalham com densidades de estocagem acima de 60 pós-larvas/m<sup>3</sup>, com alguns empreendimentos chegando a utilizar 500 pós-larvas/m<sup>3</sup>. Cultivos intensivos de camarão são definidos por produções de 0,5 a 1,0 kg/m<sup>3</sup> (5 a 10 t/ha), super-intensivo de 1 a 5 kg/m<sup>3</sup> (10 a 50 t/ha) e hiper-intensivo com produções acima de 5 kg/m<sup>3</sup> (McNEIL, 2000). Hopkins et al. (1995) e Velasco et al. (1998) relataram boa sobrevivência e crescimento em cultivo de camarão marinho em alta densidade e sem renovação de água.

Na Belize Aquaculture Ltda (América Central) é utilizado com sucesso o sistema de produção sem renovação de água, visando à redução dos efluentes, incremento da biossegurança e aumento das produções (McINTOSH, 1999; McNEIL, 2000; McINTOSH, 2001; ERLER et al., 2005). Esta empresa desenvolveu uma abordagem integrada para o cultivo de camarão, utilizando estoques de pós-larvas selecionadas, ração com baixo nível protéico (~ 20%), elevadas densidades de estocagem (~120 animais/m<sup>2</sup>) em viveiros revestidos com lona plástica e sob constante aeração, sistema de recirculação e tratamento completo da água após a despesca. Estas técnicas de manejo resultaram em níveis de produção em torno de 15 t/ha/ciclo (McINTOSH, 1999; BURFORD et al., 2003).

Nos últimos anos vêm-se desenvolvendo pesquisas em cultivos intensivos que combinam o tratamento de água com a reciclagem de alimento artificial não consumido, utilizando-se viveiros de suspensão ativa – *Active Suspension Ponds* (ASP) (AVNIMELECH

et al., 1994; CHAMBERLAIN e HOPKINS, 1994; BURFORD et al., 2003; AVNIMELECH, 2006) ou sistemas de cultivo sem renovação de água através de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica – *Zero Exchange, Aerobic, Heterotrophic Culture Systems* (ZEAH) (McINTOSH, 1999; McNEIL, 2000; CHAMBERLAIN et al., 2001c; McGRAW, 2002; ERLER et al., 2005; WASIELESKY et al., 2006b). Estes sistemas têm em comum a predominância de bactérias aeróbicas heterotróficas que colonizam partículas de resíduos orgânicos e absorvem o nitrogênio, fósforo e outros nutrientes da água (CHAMBERLAIN et al., 2001a).

### **1.3 Fase Berçário do Camarão**

Com o desenvolvimento da indústria de cultivo de camarão, um dos grandes problemas enfrentados pelos produtores era a dificuldade de prever a sobrevivência das pós-larvas estocadas diretamente no viveiro de engorda. Com a evolução do conceito de produção, criou-se o sistema bifásico, isto é, uma fase intermediária entre a larvicultura e os viveiros de engorda, chamada berçário (NUNES, 2002).

A fase berçário desenvolvida em tanques (usualmente de concreto ou fibra de vidro), onde as pós-larvas são mantidas em regime intensivo, durante o tempo necessário para atingirem tamanho ou condição fisiológica, que lhes permita atingir desempenho superior na fase de engorda, muito superiores às obtidas com povoamento direto (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002).

Nesta fase, as pós-larvas são aclimatadas e estocadas utilizando densidades de 20 a 30 indivíduos/L, por um período de até 20 dias precedendo o povoamento em viveiros de engorda (NUNES, 2001). Os benefícios associados à utilização de berçários incluem uma estimativa mais exata da densidade de estocagem, uniformidade no tamanho dos camarões nas despesas e um melhor aproveitamento da área de produção (SAMOCHA et al., 2000).

Além disso, os juvenis maiores são mais tolerantes às mudanças ambientais, mais resistentes a potenciais patógenos e minimizados de possíveis predações, podendo também começar a engorda com juvenis ou pós-larva em um estágio mais avançado de desenvolvimento (RODRIGUEZ et al., 1993; NUNES, 2002).

Estudos têm relatado benefícios econômicos, operacionais, zootécnicos e de biossegurança relativos à incorporação da fase berçário no ciclo de produção do camarão (SAMOCHA et al., 2000; BARBIERI e OSTRENSKY, 2002; SAMOCHA et al., 2002; COHEN et al., 2005). Porém a fase berçário requer altos investimentos iniciais, custos e operacionais, aumento da carga de manipulação das pós-larvas (SAMOCHA e LAWRENCE, 1992; BARBIERI e OSTRENSKY, 2002; YTA et al., 2007).

A fase berçário é geralmente caracterizada por altas taxas de renovação de água, altas densidades de estocagem e uso dietas com alta qualidade (SPECK et al., 1993). De acordo com Barbieri e Ostrensky (2002) berçários apresentam taxa inicial de renovação de 10%/dia, podendo atingir 100% ao final da fase de berçário.

Informações documentadas sobre o efeito de vários períodos berçários no desempenho de crescimento do camarão *L. vannamei* na engorda relatam não existir vantagens entre o povoamento direto e berçário na produtividade e sobrevivência de pós-larvas estocadas em viveiros bem preparados (ZELAYA et al., 2007; YTA et al., 2007), porém Yta et al. (2007) registram um aumento de uniformidade do tamanho dos camarões na despesca com uso da fase berçário.

Alguns autores estudando o manejo na fase berçários demonstram benefícios do uso de substratos artificiais para redução dos efeitos negativos das altas densidades de estocagem (MOSS & MOSS, 2004). A presença do substrato artificial permite o desenvolvimento de organismos componentes da dieta natural de camarões peneídeos que servem como fonte nutricional para pós-larvas mesmo quando ofertada dieta com alta qualidade (BALLESTER et

al., 2007). O cultivo em meio heterotrófico de pós-larvas de *F. paulensis* (EMERENCIANO et al., 2007) e o uso de melão em diferentes concentrações em berçários de *L. vannamei* (SAMOCHA et al., 2007) não demonstraram superior desempenho dos animais estudados quando comparado com tanques sem aplicação de melão.

#### **1.4 Alimentação Natural do Camarão**

O manejo da alimentação é de extrema importância para um sistema de cultivo, pois influencia diretamente no crescimento e na sobrevivência dos organismos aquáticos, bem como na viabilidade econômica do cultivo, visto que pode representar até 60% dos custos de produção (AKIYAMA et al., 1992; D'ABRAMO e SHEEN, 1996).

A busca pelo incremento da produtividade aquática com o objetivo de minimizar a utilização da ração vem sendo uma preocupação constante no setor da carcinicultura. Uma das formas de se promover a redução dos custos com ração é a utilização do alimento natural (ANDREATTA et al., 2004), que também contribui reduzindo a degradação da qualidade da água e melhorando a viabilidade econômica dos cultivos (MARTINEZ-CORDOVA et al., 1998).

Particular importância deve ser dada ao papel desempenhado pelos organismos componentes do alimento natural no balanço nutricional dos viveiros, pois vários estudos têm demonstrado que o alimento natural pode representar a principal fonte nutricional mesmo quando são fornecidas rações comerciais (ANDERSON et al., 1987; REYMOND e LANGARDERE, 1990; NUNES et al., 1997; CORREIA, 1998; MOSS, 2002; MARTINEZ-CORDOVA et al., 2003; SOARES et al., 2005; BALLESTER et al., 2007). Entre os organismos componentes do alimento natural disponíveis aos animais cultivados em viveiros destacam-se itens como: microorganismos (bactérias, protozoários, microalgas); zooplâncton;

invertebrados bentônicos; material vegetal e detritos (matéria orgânica em diferentes estágios de decomposição).

A intensificação dos cultivos de *L. vannamei* requer também o estabelecimento de uma comunidade planctônica bem desenvolvida, uma vez que esta é utilizada pelos camarões como complemento alimentar, fornecendo-lhes importantes compostos nutricionais como ácidos graxos, que são essenciais à sobrevivência e crescimento dos camarões (MAIA et al., 2003). Camarões marinhos em transição da fase de pós-larvas para juvenis podem alimentar-se indiretamente das microalgas aderidas a detritos e diretamente de copépodos, larvas de moluscos e do próprio detrito (ALONSO-RODRIGUEZ e PÁEZ-OSUNA, 2003; MARTINEZ-CORDOVA et al., 2002).

Os microrganismos (plâncton, bactérias, etc.) são de grande importância para os sistemas aquícolas, particularmente com respeito à produtividade primária, ciclagem dos nutrientes, nutrição dos animais cultivados, qualidade da água, controle de doenças e do impacto dos efluentes ao meio ambiente (MORIARTY, 1997; ESTEVES, 1998; MONTOYA e VELASCO, 2000).

Atualmente, a utilização de sistemas sem renovação de água tem despertado o interesse dos pesquisadores quanto às propriedades nutricionais dos flocos bacterianos (agregados microbianos ou bacterianos). Flocos bacterianos são formados durante o ciclo de produção e são constituídos, principalmente, de bactérias, microalgas, excrementos, exoesqueletos, restos de organismos mortos, cianobactérias, protozoários, pequenos metazoários e formas larvais de invertebrados, entre outros (DECAMP et al., 2002; BURFORD et al., 2003; WASIELESKY et al., 2006b). Segundo Burford et al. (2004), mais de 29% do alimento consumido pelo *L. vannamei* pode ser proveniente do floco bacteriano presente no meio heterotrófico (meio onde predomina organismos heterotróficos, mantidos principalmente através do balanço da relação carbono/nitrogênio).

Partículas microbianas floculadas possuem elevados níveis de proteínas, aminoácidos e outros elementos alimentares essenciais em níveis satisfatórios (TACON et al., 2002; DECAMP et al., 2003; BURFORD et al., 2004). Contêm também vitaminas e minerais em bons níveis, sendo desnecessária a adição destes fatores de crescimento na ração, reduzindo em 30% os custos destes insumos (CHAMBERLAIN et al., 2001b). Segundo Avnimelech (2006), uma alimentação baseada em microrganismos é de alta qualidade. Entretanto, a utilização da proteína microbiana vai depender da habilidade do animal em capturar a bactéria e digerir a proteína.

### **1.5 Indução ao Alimento Natural do Camarão**

A adição de fertilizantes em viveiros de cultivo é uma prática comum na aqüicultura (JANA et al., 2001; BOYD, 2003). Os nutrientes dos fertilizantes são incorporados à biomassa planctônica (algas e zooplâncton) e, através de uma complexa rede de assimilação e reciclagem dos nutrientes, chegam aos organismos cultivados (HANSEN et al., 2003). Esta biomassa é nutricionalmente rica e pode ser utilizada para a alimentação dos organismos cultivados, como também para o estabelecimento da cadeia trófica no ambiente de cultivo (ARANA, 2004).

O incremento de alimento natural pode ser estimulado através do uso de fertilizantes inorgânicos e/ou orgânicos, que aumentam a disponibilidade de nutrientes no meio aquático. O uso de fertilizantes inorgânicos (Nitrogênio-N e Fósforo-P) promove o incremento das algas e os fertilizantes orgânicos suplementam as fontes de carbono, beneficiando o crescimento de bactérias e organismos bentônicos e também estimulando o crescimento do fitoplâncton (BOYD, 1982; MacLEAN et al., 1994; QIN et al., 1995; CORREIA, 1998; BOYD, 2001; BURFORD et al., 2003). A decomposição destes fertilizantes libera CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) utilizado diretamente na fotossíntese (AVAULT JR, 1996). Fertilizantes

orgânicos contêm quase todos os elementos nutrientes essenciais e enriquecem o conteúdo de matéria orgânica do solo dos viveiros (JANA et al., 2001).

Alguns criadores de camarão preferem manter uma alta proporção de diatomáceas na comunidade fitoplanctônica dos cultivos. A relação 20:1 de N:P pode aumentar a proporção dessas algas no fitoplâncton. Por outro lado, parece que o nitrato tem mais efeito do que a amônia na produção das diatomáceas, e o fertilizante nitrato de sódio ( $\text{NaNO}_3$ ) na quantidade de 10 a 20 kg/ha/aplicação pode ser eficaz no crescimento das mesmas. Se a água contém concentrações de silicato abaixo de 1 mg/L de silício (Si), as aplicações de silicato de sódio de 50 a 100 kg/ha também podem aumentar a proporção de diatomáceas (BOYD, 2001).

Os principais problemas encontrados nos programas de fertilização utilizados são: inconstância das relações C:N:P; aplicações de doses excessivas de fertilizantes, causando *bloom* de algas indesejáveis; toxinas que podem ser prejudiciais tanto ao cultivo quanto ao homem; deficiência de outros macro e micro nutrientes essenciais ao fitoplâncton; uso de fertilizantes de má qualidade, e a deposição do fósforo no sedimento de fundo dos viveiros, que chega a ser de 70 a 90% do fósforo adicionado ao viveiro como fertilizante ou alimento (KUBITZA, 2003).

Freqüentemente observa-se que a aplicação de um mesmo programa de adubação em diferentes fazendas resulta em respostas variáveis quanto à produção e a manutenção do plâncton e dos organismos bentônicos. Isto faz com que as doses adequadas de fertilizantes e a resposta aos programas de adubação seja específica para cada propriedade, e até mesmo para cada viveiro dentro da mesma propriedade (BOYD, 1990; KUBITZA, 2003).

Todos os ecossistemas aquáticos, incluindo viveiros fertilizados de peixe ou camarão, contam com duas cadeias alimentares interligadas. Uma, autotrófica, dependente de luz e representada pelo fitoplâncton, e outra, heterotrófica, não dependente de luz e representada pelos detritos (CORREIA, 1998). Segundo Silva e Souza (1998) organismos heterotróficos

são aqueles que não possuem a capacidade de sintetizar seu próprio alimento, ou seja, que necessitam para sua nutrição da presença de matéria orgânica no ambiente.

A produção heterotrófica não é diretamente dependente de luz e, portanto não tem sua produtividade limitada. Em viveiros de cultivo heterotrófico, componentes orgânicos, servem como fonte de energia, e podem estar disponíveis tanto na coluna d'água quanto no fundo do viveiro (SCHROEDER, 1978). Altas concentrações de carbono orgânico dissolvido (COD) inibem o processo de produção primária, tanto reduzindo a radiação quanto removendo nutrientes da coluna d'água. Ao mesmo tempo, o COD é utilizado no metabolismo heterotrófico como fonte de energia e, assim, é indispensável para os processos de ciclagem de nutrientes (VIDAL et al., 2005).

Em pesquisas recentes foi demonstrado que a adição de carboidratos em viveiros extensivos de camarão melhorou a eficiência de retenção dos compostos nitrogenados, tendo efeitos positivos sobre a produção (HARI et al., 2004). Além do controle do nitrogênio, este processo leva à produção de proteínas microbianas que são uma fonte efetiva de proteína para os camarões (AVNIMELECH, 2000; BURFORD et al., 2004; SAMOCHA et al., 2007), deste modo reduzindo a demanda por proteína no alimento suplementar (AVNIMELECH, 1999).

O melaço é um subproduto do processo de refino do açúcar (NAJAFPOUR e SHAN, 2003) e um dos mais importantes materiais utilizados na produção comercial do etanol, devido ao seu baixo custo e disponibilidade (FAHY et al., 1997). Além de ser mais barato que a glicose, o melaço contém elementos minerais e vitaminas que podem ser usados como potencializadores do crescimento das bactérias (SQUIO e ARAGÃO, 2004).

O melaço possui, geralmente, 17 a 25% de água e um teor de açúcar (sucrose, glucose, frutose) de 45 a 50% (NAJAFPOUR e SHAN, 2003). Emerenciano et al. (2007) induziu o meio heterotrófico em berçários utilizando farelo de trigo como substrato e melaço contendo 5,6% proteína bruta, 81,6% carboidrato e 12% de cinzas. Estima-se que o teor de carbono no

melão seja de 20 a 30%. Samocha et al. (2007), em pesquisas recentes com adição de melão como fonte de carbono suplementar no cultivo de camarão, informam uma densidade específica de 1,3 e um teor de carbono de 24%. Atualmente, o melão vem sendo utilizado como promotor de crescimento bacteriano em viveiros de cultivo de camarão no Brasil e no mundo. No entanto, sua eficiência é ainda muito pouco conhecida (WASIELESKY et al., 2006a).

Sistemas sem troca de água consistem em estimular a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico (açúcar, melão, etc.) e aeração constante do ambiente de cultivo (WASIELESKY et al., 2006a; EMERENCIANO et al., 2007). O melão pode ser utilizado na preparação dos viveiros de camarão marinho atuando no controle e redução de bactérias oportunistas do gênero *Vibrio* (TALAVERA et al., 1998; BEZERRA et al., 2005) atuando como uma fonte alternativa de carbono para a aqüicultura (SCHNEIDER et al., 2006).

### **1.6 Microrganismos e Manejo de Água no Cultivo de Camarão**

Minimizar a renovação de água é uma parte essencial da carcinicultura moderna e ambientalmente responsável. Reduzir a troca de água beneficia o produtor baixando custos de bombeamento e reduzindo a possibilidade de introduzir compostos tóxicos, patógenos, vetores de doenças ou outros organismos indesejáveis na fazenda. Beneficia também o ambiente reduzindo as descargas de nutrientes e de matéria orgânica das fazendas reduzindo a utilização de preciosos recursos aquáticos (FAO/NACA/UNEP/WB/WWF, 2006). Berçários de camarão submetido a limitadas condições de renovação em tanques operados com fracionador de espumas podem incrementar a biossegurança, minimizando o risco associado a doenças viabilizando o cultivo (MISHRA et al., 2008).

Nos últimos anos, apesar dos incrementos de produção, o surgimento de enfermidades tem se tornado um problema para os cultivos de camarão em muitos países no Sul da Ásia, e Américas do Sul e Central. Muitas dessas doenças têm origem viral (BROCK et al., 1997; LIGHTNER, 1999; LIGHTNER e PANTOJA, 2004; ROCHA, 2007) e são exacerbadas pela má qualidade da água de cultivo e pelos elevados níveis de trocas de água (LeMOULLAC, 2000).

O crescimento acelerado da carcinicultura, em conjunto com o surgimento de enfermidades e a descarga direta de efluentes no meio ambiente, tem despertado a preocupação de vários grupos ambientalistas quanto à sustentabilidade ecológica desta atividade (NAYLOR et al., 2000; PÁES-OSUNA, 2001; BURFORD et al., 2003; HARI et al., 2006).

A renovação de água é uma técnica de manejo comum em cultivos de camarão, sendo bastante utilizada para manter níveis adequados de qualidade da água de cultivo (CHIEN, 1992; BURFORD et al., 2003; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005). A troca de água também é utilizada para ajustes de temperatura e salinidade (AVAULT JR, 1996). Viveiros de cultivo no sistema intensivo adotam taxas de renovação de água de 5 a 30% do volume do viveiro por dia (HOPKINS et al., 1993; MONTOYA et al., 1999; McINTOSH et al., 2001; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005), enquanto que, em viveiros com baixa densidade de estocagem, utilizam-se taxas de 1 a 5% apenas para compensar as perdas por infiltração e evaporação (CHIEN, 1992; AVAULT JR., 1996). Hopkins et al. (1993) estimam que para produzir 1 kg de camarão são necessárias de 39 a 199 t de água.

Segundo Boyd (1997a), rotinas diárias de troca de água são ineficientes e desnecessárias, extrapolando-se os custos com bombeamento de água. Ainda segundo o mesmo autor, a renovação de água nos viveiros deve ser adotada apenas em casos específicos como ajuste da salinidade, remoção de metabólicos tóxicos ou para conter *blooms* de algas.

A liberação de efluentes sem tratamento representa uma perda econômica de nutrientes valiosos, reduzindo a rentabilidade dos cultivos. Um dos maiores desafios encarados pelos produtores de camarão está no desenvolvimento de estratégias que reduzam os resíduos nutrientes dos viveiros (CASILLAS-HERNÁNDEZ et al., 2006).

Os efluentes dos viveiros de camarão contêm partículas mortas e vivas de matéria orgânica, matéria orgânica dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfato, partículas sólidas suspensas e outras substâncias consideradas como potenciais poluentes (HARGREAVES, 1998; PÁES-OSUNA, 2001).

Estratégias de manejo para minimizar o aporte de nutrientes devem incluir melhorias na formulação das rações e manejo alimentar dos organismos cultivados, redução das densidades de estocagem, redução ou eliminação das trocas de água, juntamente com o aperfeiçoamento dos projetos e manejo dos sistemas de tratamento de efluentes (NUNES e PARSONS, 1998; BURFORD et al., 2001; PÁES-OSUNA, 2001; JACKSON et al., 2003).

Para melhorar a sustentabilidade e a biossegurança na aquíicultura têm sido adotados sistemas de recirculação – *Recirculating Aquaculture Systems* (RAS) com baixa renovação de água (HOROWITZ e HOROWITZ, 2000; VELASCO e LAWRENCE, 2001; GROSS et al., 2003; HOLL et al., 2006; MICHAUD et al., 2006; SCHNEIDER et al., 2006); e sistemas de cultivo sem renovação de água – *Zero Water Exchange Systems* (HOPKINS et al., 1993; SANDIFER e HOPKINS, 1996; AVNIMELECH, 1998; McINTOSH, 1999; BROWDY et al., 2001a; CHAMBERLAIN et al., 2001a; PÁES-OSUNA, 2001; TACON et al., 2002; DECAMP et al., 2003; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005).

As vantagens desses sistemas são a redução da demanda por água, redução da emissão de efluentes e do impacto ao meio ambiente, controle da qualidade da água, aumento da conversão alimentar, e controle dos níveis de nitrogênio inorgânico com produção de proteína microbiana, reduzindo a utilização da proteína da ração (AVNIMELECH, 1998;

WASIELESKY et al., 2006b). Além disso, reduzem os riscos de introdução e disseminação de enfermidades, fornecendo os benefícios nutricionais da produtividade natural do viveiro (McINTOSH et al., 2000; BRATVOLD e BROWDY, 2001; BURFORD et al., 2003; GÓMEZ-JIMÉNEZ et al., 2005; WASIELESKY et al., 2006b).

Sistemas sem renovação de água demandam altos níveis de aeração e mistura da água, necessários para conter a crescente demanda por oxigênio, resultado da intensa atividade bacteriana (ERLER et al., 2005). A intensificação da densidade de estocagem tornou-se requisito básico para a viabilidade econômica deste tipo de cultivo (McNEIL, 2000; WASIELESKY et al., 2006b).

O manejo da qualidade da água é uma importante ferramenta para o sucesso dos sistemas de cultivo, pois tem influência direta na reprodução, crescimento e sobrevivência dos organismos aquáticos, especialmente em sistemas semi-intensivos e intensivos (CHIEN, 1992). As águas e efluentes de viveiros de camarão geralmente são ricos em sólidos suspensos, matéria orgânica e outros nutrientes, e a concentração destes elementos está estritamente ligada ao manejo adotado e ao sistema de cultivo (ALONSO-RODRIGUEZ & PAEZ-OSUNA, 2003).

O alimento não consumido, os excrementos e outros resíduos excretados, como a amônia, tornam-se disponíveis favorecendo o rápido crescimento do fitoplâncton e dos organismos heterotróficos (NUNES e PARSONS, 1998; TOOKWINAS e SONGSANGJINDA, 1999). A mineralização da matéria orgânica acumulada, em condições anaeróbicas, também leva à formação de produtos metabólicos tóxicos como a amônia e o nitrito, deteriorando a qualidade da água no ambiente de cultivo (AVNIMELECH e RITVO, 2003).

Um dos maiores problemas de qualidade da água em sistemas aquícolas intensivos é o acúmulo de formas tóxicas de nitrogênio inorgânico na água (AVNIMELECH, 1999).

Animais aquáticos, assim como peixes e camarões, excretam amônia, que pode se acumular no viveiro. Mesmo em baixas concentrações, a amônia e o nitrito ( $\text{NH}_3$  e  $\text{NO}_2^-$ ) são altamente tóxicos para os camarões e, portanto, devem ser removidos do sistema (CHIEN, 1992; BOYD e TUCKER, 1998; GROSS et al., 2003).

Vários processos microbianos podem ser utilizados para reduzir os níveis de amônia nos ambientes de cultivo. Estes processos incluem a nitrificação, denitrificação, mineralização, fotossíntese e o crescimento de bactérias heterotróficas (BRUNE et al., 2003). Os sistemas de cultivo tradicionais estão baseados na biossíntese das algas (sistema fotoautotrófico) para remover a maior parte do nitrogênio inorgânico (HOPKINS et al., 1996; AVNIMELECH et al., 1994; EBELING et al., 2006; CRAB et al., 2007). A grande desvantagem deste sistema é a variação diurna de oxigênio dissolvido, pH e nitrogênio amoniacal e, em longo prazo, as constantes mortes e as mudanças nas densidades das algas (BURFORD et al., 2003).

Os fungos, todos que são aeróbios, também são considerados eficientes em converter matéria orgânica em material celular, mas geralmente preferem condições mais ácidas que as encontradas nos viveiros (SCHROEDER, 1978). Os microrganismos nitrificantes são responsáveis pela oxidação da amônia para nitrito e, subsequentemente, para nitrato (VERSCHUERE et al., 2000). Estes são principalmente autótrofos obrigatórios, que consomem dióxido de carbono como fonte primária de carbono, e aeróbios obrigatórios, pois requerem oxigênio para crescer (HAGOPIAN e RILEY, 1998).

A conversão biológica da amônia em nitrito é desenvolvida por bactérias que oxidam a amônia – *Ammonia Oxidizing Bacteria* (AOB), que incluem bactérias do gênero *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrosospira*, *Nitrosolobus*, e *Nitrosovibrio*; já a subsequente oxidação, do nitrito em nitrato, é realizada por bactérias que oxidam o nitrito – *Nitrite Oxidizing Bacteria* (NOB), que são do gênero *Nitrobacter*, *Nitrococcus*, *Nitrospira* e

*Nitrospina* (EBELING et al., 2006). Quanto ao nitrato, este pode ser convertido em gás nitrogênio através da ação de bactérias denitrificadoras e volatilizado para a atmosfera (BOYD e QUEIROZ, 2001). Segundo BOYD (2001), a denitrificação representa a forma de maior perda de nitrogênio dos viveiros.

Os principais fatores que influenciam na taxa de nitrificação são as concentrações de amônia e nitrito, a relação carbono/nitrogênio, o oxigênio dissolvido, o pH, a temperatura e a alcalinidade (EBELING et al., 2006). Ao contrário das algas, populações microbianas são mais estáveis e independem de condições luminosas (SCHROEDER, 1978; AVNIMELECH, 2006).

Estudos realizados em viveiros de camarão têm demonstrado resultados satisfatórios em termos de produção e eficiência de retenção do nitrogênio, através da adição de fontes de carbono orgânico e manutenção de um sistema constante de aeração e mistura, para estimular o desenvolvimento de bactérias heterotróficas (AVNIMELECH, 1999; McINTOSH, 1999; HARI et al., 2004; ERLER et al., 2005).

A habilidade para o controle das concentrações de nitrogênio está na manipulação da relação entre a quantidade de carbono orgânico e nitrogênio inorgânico (C:N), e tem sido utilizada com frequência para indicar a qualidade dos substratos orgânicos de viveiros de aquíicultura (AVNIMELECH, 1999; CRAB et al., 2007). A importância da relação C:N do viveiro se deve ao fato da deficiência de qualquer nutriente exigido pelas bactérias heterotróficas poder limitar a taxa de decomposição da matéria orgânica e, com isso, o desenvolvimento e a formação dos flocos bacterianos.

Para aperfeiçoar a produção e, conseqüentemente, a retenção dos nutrientes na biomassa bacteriana, Burford et al. (2003) informam que a relação C:N deve situar-se acima de 10:1. Schneider et al. (2005) sugerem que a relação C:N requerida no substrato é de aproximadamente 15 g C/g N. Segundo Wasielesky et al. (2006a) e Emerenciano et al.

(2007), a relação C:N ideal para formação do floco microbiano, com predomínio de bactérias heterotróficas, deve situar-se entre 14 e 30:1. No entanto, misturas balanceadas de carbono e nitrogênio numa relação de 20:1 são, aparentemente, mais facilmente assimiladas (CHAMBERLAIN et al., 2001a).

A relação C:N na água está vinculada à disponibilidade e competição por carbono orgânico e amônia. Para uma alta relação C:N, bactérias heterotróficas competem com as autotróficas por oxigênio dissolvido e espaço. Quando há uma baixa relação C:N, as bactérias autotróficas são privilegiadas (MICHAUD et al., 2006). Portanto, informações sobre uma ótima relação C:N e N:P são pré-requisitos para se entender as atividades microbianas e para o desenvolvimento de um protocolo racional de fertilização de ambientes para cultivo de organismos aquáticos.

## 2. ARTIGO CIENTÍFICO

Parte dos resultados obtidos durante o trabalho experimental dessa dissertação é apresentada no artigo intitulado **“Efeitos de diferentes relações carbono/nitrogênio com adição de melão na fase berçário de *Litopenaeus vannamei* cultivado sem troca de água”** (manuscrito), que se encontra anexado.

MANUSCRITO

**“EFEITOS DE DIFERENTES RELAÇÕES CARBONO/NITROGÊNIO COM  
ADIÇÃO DE MELAÇO NO BERÇÁRIO DE *Litopenaeus vannamei*  
CULTIVADO SEM TROCA DE ÁGUA”**

Manuscrito a ser submetido à revista  
*Acta Scientiarum – Biological Sciences*,  
ISSN 1679-9283.

**Efeitos de diferentes relações carbono/nitrogênio com adição de melaço na fase berçário de *Litopenaeus vannamei* cultivado sem troca de água**

**Effects of different carbon/nitrogen ratios with molasses adiction in the *Litopenaeus vannamei* nursery phase cultured without water exchange**

**Adição de melaço no cultivo de *Litopenaeus vannamei***

Ugo Lima Silva<sup>1,2\*</sup>; Fabiana Penalva de Melo<sup>2</sup>; Roberta Borda Soares<sup>1,2</sup>; Diogo Bessa Neves Spanghero<sup>1,2</sup>; Eudes de Souza Correia<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura. <sup>2</sup>Deptº de Pesca e Aqüicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: ugolimas@gmail.com

**RESUMO**

O presente estudo investigou o efeito da adição de melaço com diferentes relações carbono:nitrogênio (C:N) sobre o desempenho do crescimento do camarão *Litopenaeus vannamei*, na fase berçário, cultivado sem renovação de água. Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro réplicas, sendo dois com aplicação diária de melaço nas relações C:N 25:1 (25M) e 15:1 (15M), e um controle (0M), sem aplicação desta fonte de carbono. Foram utilizados doze tanques (800 L volume útil), estocados com 6,25 pós-larvas L<sup>-1</sup> (≈ 2,5 mg), totalizando 5000 pós-larvas tanque<sup>-1</sup>. Após 42 dias de cultivo os pesos finais dos camarões nos tratamentos 25M (532,0 mg) e 15M (540,0 mg) foram superiores (p<0,05) ao tratamento 0M (428,6 mg). A sobrevivência dos camarões foi satisfatória em todos os tratamentos (77,9 a 90,0%), sem diferença significativa (p>0,05) entre os mesmos. Desta forma, as relações carbono:nitrogênio de 15 e 25:1, utilizando melaço como fonte de carbono, propiciou um melhor desempenho de crescimento de pós-larvas *L. vannamei* cultivadas sem renovação de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** melaço, relação C:N, crescimento, sem renovação de água.

## ABSTRACT

This work investigated the effect of molasses addition in different carbon:nitrogen ratios (C:N) on growth performance of the *Litopenaeus vannamei* shrimp during the nursery phase without water exchange. A randomized experimental design was applied using three treatments and four replicates. Two treatments with daily molasses addition of 25:1 (25M) and 15:1 (15M) C:N ratios and a control treatment with no carbon source addition (0M). Twelve (800 L) tanks were stocked with 6.25 post-larvae.L<sup>-1</sup> ( $\approx$  2.5 mg) corresponding to 5000 post-larvae.tanque<sup>-1</sup>. After 42 culture days the shrimp final weight in the 25M (532.0 mg) and 15M (540.0 mg) treatments were higher ( $p < 0.05$ ) than 0M treatment (428.6 mg). Shrimp survival was high in all treatments (77.9 a 90.0%), with no significant differences ( $p > 0.05$ ). Therefore, the 15 and 25:1 carbon/nitrogen ratios using molasses as carbon source, showed a better growth performance of *L. vannamei* post-larvae cultured without water exchange.

**KEY-WORDS:** molasses, C:N ratio, growth, zero water exchange.

## INTRODUÇÃO

A aqüicultura envolve predominantemente o cultivo de peixes, crustáceos, moluscos e algas, destacando-se como uma das atividades de produção de alimentos que mais cresce no mundo (FAO, 2006). A carcinicultura é uma indústria importante em áreas tropicais e subtropicais em várias partes do mundo, porém existem preocupações quanto à sustentabilidade ambiental da atividade, uma vez que as águas de descarga das fazendas podem resultar na deterioração dos ecossistemas adjacentes (Eng *et al.*, 1989; Naylor *et al.*, 1998).

Minimizar a renovação de água é uma parte essencial da carcinicultura moderna e ambientalmente responsável. Minimizar trocas de água beneficia o produtor baixando custos de bombeamento e reduz a possibilidade de introduzir compostos tóxicos, patógenos, vetores de doenças ou outros organismos indesejáveis na fazenda, além de reduzir as descargas de nutrientes e de matéria orgânica das fazendas (FAO/NACA/UNEP/WB/WWF, 2006).

Para melhorar a sustentabilidade e a biossegurança da atividade têm sido desenvolvidos cultivos de alta densidade com sistema sem trocas de água. Esta tecnologia

vem sendo desenvolvida nos Estados Unidos desde a década de 90 (Hopkins *et al.*, 1995; Sandifer e Hopkins, 1996; Browdy *et al.*, 2001; Tacon *et al.*, 2002).

Sistemas sem trocas de água consistem em estimular a formação de uma biota predominantemente aeróbica e heterotrófica a partir da fertilização com fontes ricas em carbono orgânico e aeração constante do ambiente de cultivo (Wasielesky *et al.*, 2006; Emerenciano *et al.*, 2007). Este sistema de cultivo apresenta diversas vantagens, como reduções do uso de água e menor risco de introdução e disseminação de doenças, possibilidade do uso de dietas com níveis reduzidos de proteína, além do incremento significativo da produção.

Pesquisas recentes, em viveiros de camarão, têm demonstrado resultados satisfatórios em termos de produção e eficiência de retenção do nitrogênio, através da adição de fontes de carbono orgânico (açúcar, melão, amido de mandioca, etc.) e manutenção do sistema de aeração, para estimular o desenvolvimento de bactérias heterotróficas (Avnimelech, 1999; Burford *et al.*, 2003; Hari *et al.*, 2004).

O melão, subproduto do processo de refino do açúcar possui, geralmente, 17 a 25% de água e um teor de açúcar (sacarose, glicose, frutose) de 45 a 50% (Najafpour e Shan, 2003). Emerenciano *et al.* (2007) induziu o meio heterotrófico em berçários utilizando melão contendo 5,6% de proteína bruta, 81,6% de carboidratos e 12% de cinzas. Estima-se que o teor de carbono no melão seja 20 a 40%. Samocha *et al.* (2007), em pesquisas recentes com adição de melão como fonte de carbono na redução de compostos nitrogenados em berçários de *L. vannamei* informa um teor de carbono de 24%.

Com aeração constante o floco bacteriano se desenvolve, estabelecendo uma relação elevada de carbono orgânico dissolvido (COD) / nitrogênio orgânico dissolvido (NOD), que promove a diminuição da matéria orgânica, reduz o nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e a necessidade de ração, partir da produção de proteína microbiana (Avnimelech *et al.*, 1994; Avnimelech, 1999; Browdy *et al.*, 2001).

Avnimelech (1999) sugeriu que rações para *Penaeus monodon* com 30% de proteína, poderiam ser diminuída para 20,48%, apenas com um suplemento de hidrato de carbono, favorecendo o fluxo de amônia para a proteína microbiana, estabelecendo uma relação de 15,75:1 de carbono:nitrogênio (C:N). Para aperfeiçoar a produção dos flocos, e conseqüentemente, a retenção dos nutrientes na biomassa bacteriana, Schneider *et al.* (2005) recomendam uma relação C:N requerida no substrato de aproximadamente 15 g C/g N. Burford *et al.* (2003) corroboram informando que a relação C:N deve situar-se acima de 10.

Wasielesky *et al.* (2006) sugerem que a relação C:N ideal para formação dos flocos microbianos, com predomínio de bactérias heterotróficas, situa-se entre 14 e 30:1.

Desta forma, objetiva-se com o presente trabalho avaliar a influência da adição de melão com diferentes relações carbono:nitrogênio (C:N) no crescimento e sobrevivência do camarão *L. vannamei*, na fase berçário em sistema sem renovação de água, bem como monitorar os efeitos dessas relações sobre a qualidade da água de cultivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido nas instalações da Estação de Aqüicultura Continental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Brasil, durante 42 dias.

O cultivo foi realizado em doze tanques circulares de fibra de vidro com capacidade de 1000 L, os quais foram abastecidos com 800 L de água salgada (25‰). Adotou-se um sistema de cultivo sem renovação de água, com aeração constante, e submetido a fotoperíodo natural, porém com redução da intensidade luminosa para 45% (Luxímetro Instruterm LD - 201), uma vez que os tanques foram recobertos por telas de proteção.

Realizou-se uma fertilização inorgânica inicial em todos os tanques conforme metodologia de Samocha *et al.* (2007) com base nos níveis de nitrogênio, fósforo e silício, mantidos próximos de 2,0, 0,3 e 0,7 mg.L<sup>-1</sup>, respectivamente.

Foi adotado um delineamento experimental inteiramente casualizado com três tratamentos e quatro repetições, envolvendo as relações Carbono (C) e Nitrogênio (N): 25:1 (25M); 15:1 (15M), através da adição de melão; e um controle (0M), sem aplicação desta fonte de carbono.

As quantidades de melão adicionadas diariamente (10:00 h) nos tratamentos 25M e 15M foram calculadas com base nas relações de carbono:nitrogênio (C:N) requeridas, na quantidade de nitrogênio da ração convertida em amônia ( $\Delta N$ ) e no conteúdo de carbono no melão (%C), de acordo com Equação 1 e 2:  $\Delta_{Melão} = [\Delta N \times (C:N)] \times \%C^{-1}$  (1).  $\Delta N = Q_{Ração} \times \%N_{Ração} \times \%N_{Excreção}$  (2).

Onde,  $Q_{Ração}$  é a quantidade de ração ofertada diariamente,  $\%N_{Ração}$  é a quantidade de nitrogênio inserido no sistema ( $\%Proteína\ Bruta \times 6,25^{-1}$ ) e  $\%N_{Excreção}$  é o fluxo de amônia na água, diretamente da excreção ou indiretamente pela degradação microbiana de resíduos de nitrogênio orgânico.

A quantidade de melação adicionada em cada unidade experimental para atender as requeridas relações C:N nos tratamentos foram calculadas usando as Equações (1) e (2):

$$\Delta_{\text{Melaço}} = [(Q_{\text{Ração}} \times \%N_{\text{Ração}} \times \%N_{\text{Excreção}}) \times (C:N)] \times \%C^{-1} \quad (3).$$

O melação utilizado contém cerca de 30% de carbono em relação à matéria seca, de acordo com análise realizada no Departamento de Bioquímica da UFPE. Então, utilizando ração comercial contendo 40% de proteína (6,4% N) e que 50% do nitrogênio da ração são excretados ( $\%N_{\text{Excreção}}$ ) segundo, Avnimelech (1999), temos:  $\Delta_{\text{Melaço}} = [(Q_{\text{Ração}} \times 0,064 \times 0,5) \times (C:N)] \times 0,30^{-1} = Q_{\text{Ração}} \times 0,1067 \times (C:N)$  (4).

As equações descritas foram adaptadas de estudos realizados por Avnimelech (1999), Hari *et al.* (2004) e Samocha *et al.* (2007).

Pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* com peso inicial de  $2,5 \pm 0,5$  mg, provenientes da larvicultura Netuno Maricultura - Unidade Serinhaém, foram estocados numa densidade de  $6,25 \text{ PL}_{9-12} \cdot \text{L}^{-1}$ , totalizando  $5000 \text{ PL} \cdot \text{tanque}^{-1}$ .

A alimentação suplementar foi constituída de ração comercial, contendo 40% de proteína bruta, 36,5% de carboidratos, 9% de extrato etéreo, 4% de fibra bruta e 10,5% de cinzas e fornecida quatro vezes ao dia (08:00, 11:00, 14:00 e 17:00 h), numa taxa de alimentação variando de 50 a 15% da biomassa, entre o início e o final do cultivo. Náuplios de artêmia (INVE Aquaculture Nutrition) foram utilizados na alimentação das pós-larvas nos dois primeiros dias de cultivo fornecendo-se em cada unidade experimental aproximadamente 80 náuplios por pós-larva por dia.

As variáveis físico-químicas da água, como temperatura, oxigênio dissolvido (Oxímetro YSI Incorporation, YSI - 550A) e pH (Homis, 1002PH digital pHmeter) foram mensurados diariamente, enquanto que salinidade e transparência foram aferidas semanalmente utilizando refratômetro de salinidade Atago S-10E e disco de Secchi, respectivamente.

As biometrias foram realizadas semanalmente com amostras da população de cada unidade experimental, utilizando balança digital Gehaka BG400 ( $\pm 0,01$  de erro). O rendimento do cultivo dos camarões submetidos aos tratamentos foi avaliado pelas seguintes variáveis: peso final, sobrevivência, ganho de peso, taxa de crescimento específico, ganho de biomassa, conversão alimentar e produção.

Constatando-se a normalidade da amostra e a homogeneidade de variâncias a um nível de significância de 5%. Realizou-se a Análise de Variância (ANOVA). Os valores de sobrevivência foram transformados através da função  $\arcsen x^{0,5}$ . Nos casos em que houve

diferença significativa, o teste Tukey foi aplicado para separação das médias dos tratamentos, ao nível de significância de 5% (Zar, 1996).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis físico-químicas da qualidade da água monitoradas durante o cultivo estão representadas na Figura 1 e sumarizadas na Tabela 1, apresentaram-se adequadas ao cultivo da espécie de acordo com Avault Jr (1996), Boyd (1997) e Vinatea (1997).

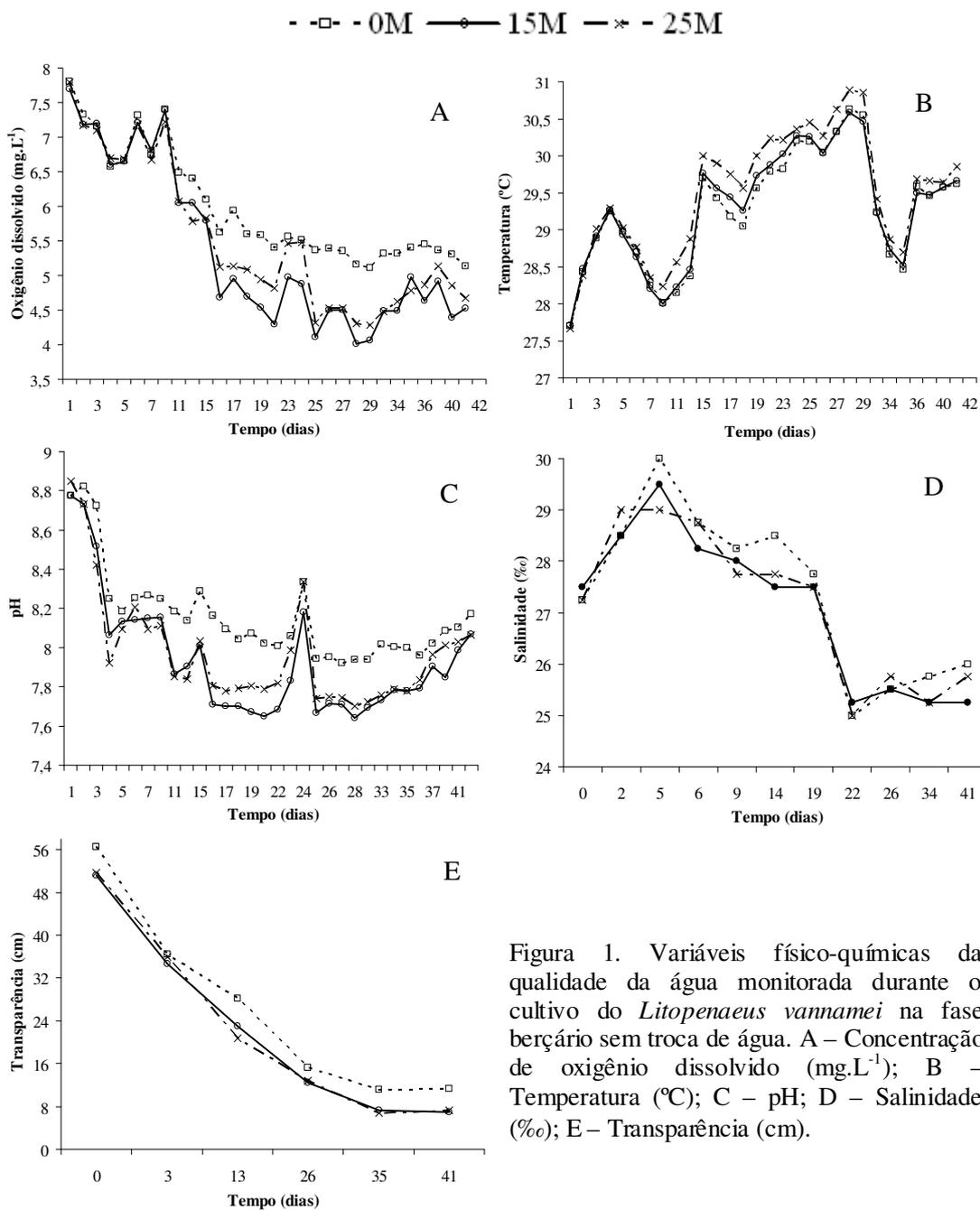


Figura 1. Variáveis físico-químicas da qualidade da água monitorada durante o cultivo do *Litopenaeus vannamei* na fase berçário sem troca de água. A – Concentração de oxigênio dissolvido (mg.L<sup>-1</sup>); B – Temperatura (°C); C – pH; D – Salinidade (‰); E – Transparência (cm).

Tabela 1. Variáveis de qualidade da água registradas durante o cultivo do *Litopenaeus vannamei* na fase berçário sem troca de água (médias  $\pm$  desvio padrão, mínimo e máximo entre parênteses).

Variáveis	Tratamentos		
	0M	15M	25M
Temperatura (°C)	29,3 $\pm$ 0,9 <sup>A</sup> (25,9-32,9)	29,4 $\pm$ 0,9 <sup>A</sup> (25,8-33,0)	29,6 $\pm$ 0,9 <sup>A</sup> (25,8-33,2)
pH	8,1 $\pm$ 0,2 <sup>B</sup> (7,7-9,3)	7,9 $\pm$ 0,3 <sup>A</sup> (7,1-9,2)	7,9 $\pm$ 0,3 <sup>A</sup> (7,4-9,4)
Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )	5,9 $\pm$ 0,8 <sup>B</sup> (4,5-8,5)	5,3 $\pm$ 1,2 <sup>A</sup> (3,0-8,3)	5,5 $\pm$ 1,1 <sup>AB</sup> (3,2-8,3)
Salinidade (‰)	27,4 $\pm$ 1,8 <sup>A</sup> (24,0-30,0)	27,1 $\pm$ 1,7 <sup>A</sup> (25,0-30,0)	27,2 $\pm$ 1,7 <sup>A</sup> (25,0-31,0)
Transparência (cm)	27,2 $\pm$ 16,8 <sup>B</sup> (10,0-60,0)	22,6 $\pm$ 16,7 <sup>A</sup> (7,0-60,0)	22,5 $\pm$ 17,2 <sup>A</sup> (6,0-60,0)

Letras diferentes sobrescritas na mesma linha representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos pelo teste de Tukey. 25M e 15M adição de melão nas relações C/N de 25 e 15:1, respectivamente; 0M sem adição de melão.

As análises estatísticas demonstraram haver diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no pH, oxigênio dissolvido e transparência entre os tratamentos (Tabela 1).

O pH apresentou valores mais baixos nos tratamentos com a presença do melão (25M e 15M) (Figura 1C, Tabela 1) devido, provavelmente, a intensa respiração dos organismos heterotróficos, incrementando a concentração de dióxido de carbono no meio. Este resultado é compatível com os resultados obtidos por Tacon *et al.* (2002); Wasielesky *et al.* (2006) e Emerenciano *et al.* (2007).

O oxigênio dissolvido registrou maiores valores no tratamento 0M (5,9 mg.L<sup>-1</sup>), provavelmente devido a maior atividade fotossintética nesse tratamento. De acordo com Vital *et al.* (2005), altas concentrações de carbono orgânico inibem o processo de produção primária. A transparência foi significativamente inferior no tratamento 0M, pois, o carbono orgânico fornecido na forma de melão é fonte de energia para a rede alimentar heterotrófica, afetando variáveis hidrológicas, como turbidez, pH, cor e transparência (Vital *et al.*, 2005).

O desempenho do *L. vannamei* cultivado na fase berçário com adição de melão sem renovação de água estão registrados na Tabela 2. O peso final dos camarões alcançado nos tratamentos 25M (532,0 mg) e 15M (540,0 mg) foram estatisticamente superiores ( $p < 0,05$ ) ao

tratamento 0M (428,6 mg) (Tabela 2). A evolução de crescimento da relação peso x tempo das pós-larvas de camarões *L. vannamei* na fase berçário ao longo do cultivo pode ser visualizado na Figura 2.

Tabela 2. Dados de crescimento e produção (valores médios  $\pm$  erro padrão) de camarões *Litopenaeus vannamei* na fase berçário cultivado durante 42 dias com adição diária de melão em diferentes relações carbono: nitrogênio C:N sem renovação de água.

Variáveis	Tratamentos		
	0M	15M	25M
Peso final (mg)	428,6 $\pm$ 10,7 <sup>B</sup>	540,0 $\pm$ 21,8 <sup>A</sup>	532,0 $\pm$ 14,8 <sup>A</sup>
Sobrevivência (%)	90,0 $\pm$ 5,6 <sup>A</sup>	77,9 $\pm$ 17,3 <sup>A</sup>	83,7 $\pm$ 7,4 <sup>A</sup>
Ganho de peso (mg)	426,1 $\pm$ 10,7 <sup>B</sup>	537,5 $\pm$ 21,8 <sup>A</sup>	529,5 $\pm$ 14,8 <sup>A</sup>
TCE (%/dia)	12,0 $\pm$ 0,1 <sup>B</sup>	13,1 $\pm$ 0,2 <sup>A</sup>	12,6 $\pm$ 0,1 <sup>A</sup>
Ganho de biomassa (g)	1728,6 $\pm$ 81,4 <sup>AB</sup>	1540,2 $\pm$ 89,3 <sup>B</sup>	1899,2 $\pm$ 16,4 <sup>A</sup>
Conversão alimentar	0,9 $\pm$ 0,0 <sup>A</sup>	1,2 $\pm$ 0,1 <sup>B</sup>	0,8 $\pm$ 0,0 <sup>A</sup>
Produção (g/m <sup>3</sup> )	2176,4 $\pm$ 101,7 <sup>AB</sup>	2050,1 $\pm$ 39,4 <sup>B</sup>	2389,6 $\pm$ 20,5 <sup>A</sup>

Letras diferentes sobrescritas na mesma linha representam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos pelo teste de Tukey; Taxa de crescimento específico (TCE) =  $100 \times (\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}) / \text{tempo (dias)}$ ; Conversão alimentar = ração fornecida (matéria seca) / ganho de biomassa. 25M e 15M adição de melão nas relações C/N de 25 e 15:1, respectivamente; 0M sem adição de melão.

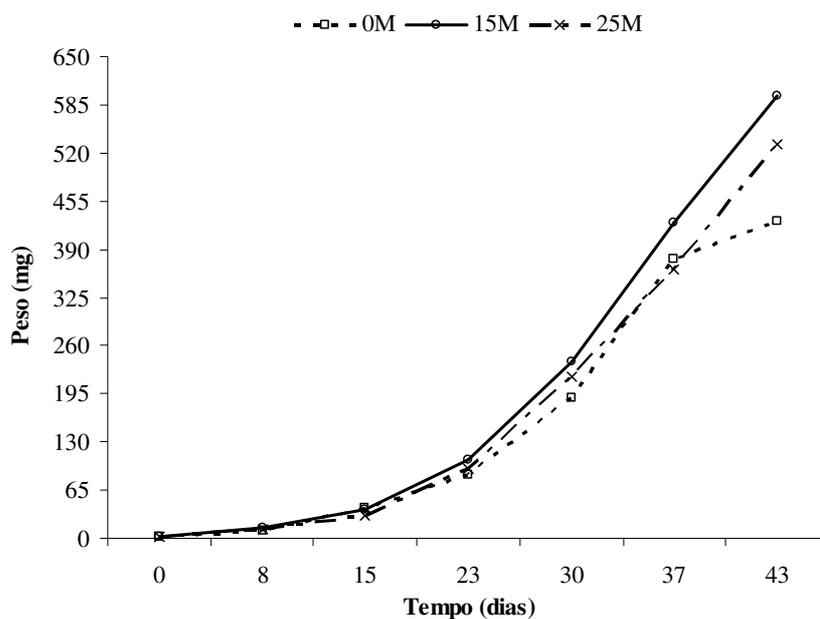


Figura 2. Desempenho de crescimento (mg) na fase berçário de camarões *Litopenaeus vannamei* cultivados durante 42 dias sem renovação de água (25M e 15M = adição de melão nas relações C/N de 25 e 15:1, respectivamente; 0M = sem adição de melão).

Após 42 dias de cultivo a sobrevivência dos camarões foi satisfatória para todos os tratamentos (77,9 a 90,0%), sem diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os mesmos. Da mesma forma outros trabalhos obtiveram valores elevados de sobrevivência. Emerenciano *et al.* (2007) cultivando *Farfantepenaeus paulensis* em meio heterotrófico registraram sobrevivência de 82,2 a 93,7%. Samocha *et al.* (2007) avaliando o uso de melão em berçários de *L. vannamei* com limitada troca de água relatam sobrevivências variando de 78,2 a 99,8%. Mishra *et al.* (2008) relatam sobrevivência para *L. vannamei* de 68,9% em berçários com troca de água e 96,2% para berçários operados com fracionador de espuma.

Ao final do experimento os camarões cultivados na presença do melão em relações C:N 25:1 (25M) e 15:1 (15M) não diferiram significativamente entre si ( $p > 0,05$ ), em relação ao peso final, sobrevivência, ganho de peso e taxa de crescimento específico. No entanto, ambos demonstraram resultados superiores ( $p < 0,05$ ) com relação às variáveis de peso final, ganho de peso e taxa de crescimento específico em relação ao tratamento 0M, no qual os animais foram cultivados sem o fornecimento de melão. De modo contrário, Samocha *et al.* (2007) não observaram diferença significativa devido à adição de melão em diferentes concentrações na performance de camarões *L. vannamei* na fase berçário.

Na produção intensiva de camarão em sistema fechado, Burford *et al.* (2003) demonstraram que com o tempo de cultivo dos viveiros e adição de carbono ao sistema, permite uma transição de um meio autotrófico para heterotrófico. Segundo Cohen *et al.* (2005), um sistema heterotrófico pode ser alcançado, apenas com a entrada de carbono no sistema de cultivo. O crescimento superior das pós-larvas nos tratamentos submetidos ao melão pode ser devido à indução do meio heterotrófico beneficiando o crescimento destes animais. Pois, segundo Burford *et al.* (2004), mais de 29% do alimento consumido pelo *L. vannamei* pode ser proveniente do floco bacteriano presente no meio heterotrófico.

A conversão alimentar apresentou valores superiores ( $p < 0,05$ ) no tratamento 15M (1,2) quando comparados aos tratamentos 25M (0,8) e 0M (0,9), respectivamente. A baixa conversão alimentar registrada no tratamento 15M é reflexo da baixa sobrevivência, ganho de biomassa e produção nesse tratamento. Samocha *et al.* (2007) utilizando melão em berçários registraram índice de conversão alimentar (1,7 a 2,1) muito superior ao registrado no presente

estudo. Mishra *et al.* (2008) relatam conversão alimentar de 1,0 e 1,5 para berçários de *L. vannamei* cultivados com fracionador de espumas e trocas de água, respectivamente.

As recentes inovações têm demonstrado que protocolos apropriados de gestão podem reduzir as exigências de renovação de água, mesmo em sistemas altamente intensivos, sem nenhuma perda de desempenho dos camarões e na qualidade da água.

## CONCLUSÃO

O melão de cana-de-açúcar pode ser utilizado como fonte alternativa de carbono para ajustar as relações carbono:nitrogênio no cultivo de camarão sem renovação de água. As relações C:N 25 e 15:1 proporcionaram um melhor desempenho no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* e demonstraram serem efetivas na manutenção das variáveis físico-químicas da água. No entanto, sistemas aquícolas baseados no aporte de fontes orgânicas de carbono demandam uma maior quantidade de oxigênio dissolvido e, portanto, necessitam de um sistema de aeração bastante eficiente.

## AGRADECIMENTOS

Os estudos realizados neste artigo foram conduzidos com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE). Agradecemos também à Estação de Aqüicultura Continental Prof. Johei Koike (DEPAq/UFRPE) e ao Laboratório de Limnologia (DEPAq/UFRPE).

## REFERÊNCIAS

- AVAVULT JR. J. W. *Fundamentals of aquaculture: a step-by-step guide to commercial aquaculture*. Baton Rouge: AVA Publishing Company Inc., 1996. 889p.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 176, p. 227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. *et al.* Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. *Aquaculture Bamidgeh*, Telaviv, v. 46, n. 3, p.119-131, 1994.

- BOYD, C. E. *Pond bottom soil and water quality management for shrimp pond aquaculture*. Alabama: ASA, 1997. 55p.
- BROWDY, C. L. *et al.* Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: BROWDY, C. L.; JORY, D. E. (Eds.). *The New Wave, Proceedings of special session on sustainable shrimp culture*, Aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, p. 20-34. 2001.
- BURFORD, M. A. *et al.* Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 219, p. 393-411, 2003.
- BURFORD, M. A. *et al.* The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity zero-exchange system. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 232, p. 525-537, 2004.
- EMERENCIANO, M. G. C. *et al.* Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase berçário em meio heterotrófico. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 29, n.1, p. 1-7, 2007.
- ENG, C. T. *et al.* The environmental impact of aquaculture and the effects of pollution on coastal aquaculture development in Southeast Asia. *Mar. Pollut. Bull.*, Conventry, v. 20, n. 7, p. 335-343, 1989.
- FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture - SOFIA*. Roma: FAO, 2006. 153p.
- FAO/NACA/UNEP/WB/WWF. *Internacional Principles for Responsible Shrimp Farming*. Network of Aquaculture Centres in Ásia-Pacific (NACA). Bangkok: FAO, 2006. 20p.
- HARI, B. *et al.* Effects of carbohydrate addition on production in intensive shrimp culture systems. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 241, p. 197-194, 2004.
- HOPKINS, J. S. *et al.* Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. *J. World Aquacul. Soc.*, Baton Rouge, v. 26, p. 93-97, 1995.
- MISHRA, J. K. *et al.* Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. *Aquacult. Enginee.*, Amsterdam, v. 38, p. 2-15, 2008.
- NAJAFPOUR, G. D.; SHAN, C. P. Enzymatic hydrolysis of molasses. *Bioresource Technology*, United Kingdom, v. 86, p. 91-94, 2003.
- NAYLOR, R.L. *et al.* Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science*, Washington, v. 282, n. 5390, p. 883-884, 1998.

- SAMOCHA, T. M. *et al.* Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult. Enginee.*, Amsterdam, v.36, p. 184-191, 2007.
- SANDIFER, P. A.; HOPKINS, J. S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. *Aquacult. Enginee.*, Amsterdam, v. 15, p. 41-52, 1996.
- SCHNEIDER, O. *et al.* Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquacult. Enginee.*, Amsterdam, v.32, p. 379-401, 2005.
- TACON, A. G. J. *et al.* Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. *Aquacult. Nutrit.*, Oxford, v. 8, n. 2, p. 121-137. 2002
- VIDAL, L. *et al.* Caminhos do carbono em ecossistemas aquáticos continentais. In: ROLAND, F. *et al.* (Eds.). *Lições de Limnologia*. São Carlos: RiMa, 2005. p. 193-243.
- VINATEA, L. *Princípios químicos da qualidade da água em aquíicultura: uma revisão para peixes e camarões*. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1997. 166p.
- WASIELESKY, W. J. *et al.* Effect of natural production in a zero exchange suspend microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquacult.*, Amsterdam, v. 258, p. 396-403, 2006.
- ZAR, J. H. *Biostatistical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1996. 662p.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O melaço de cana-de-açúcar pode ser utilizado como fonte alternativa de carbono para ajustar as relações Carbono:Nitrogênio no cultivo de camarão sem renovação de água. As relações C:N 25 e 15:1 proporcionaram um melhor desempenho no cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, demonstrando ser efetivas no controle da qualidade da água e reduzindo os níveis dos compostos nitrogenados indesejáveis ao cultivo. No entanto, sistemas aquícolas baseados no aporte de fontes orgânicas de carbono demandam uma maior quantidade de oxigênio dissolvido e, portanto, necessitam de um sistema de aeração bastante eficiente.

#### 4. REFERÊNCIAS

- AKIYAMA, D. M.; DOMINY, W. G.; LAWRENCE, A. L. **Penaeid shrimp nutrition**. In: FAST, A. W. e LESTER, J. (Eds.). *Marine shrimp culture: Principles and Practices*. Elsevier Science Publishers, p. 535-567, 1992.
- ALONSO-RODRÍGUEZ, R.; PÁEZ-OSUNA, F. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. **Aquaculture**, v.219, p. 317-336, 2003.
- ANDERSON, R.K., PARKER, P.L., LAWRENCE, A.L. A <sup>13</sup>C/ <sup>12</sup>C tracer study of the utilization of presented feed by commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. **World Aquaculture Society**, v. 18, p 148-155. 1987.
- ANDREATTA, E. R; BELTRAME, E. Cultivo de camarões marinhos. In: POLI, C.R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E.; BELTRAME, E. **Aqüicultura – Experiências Brasileiras**. Florianópolis: Multitarefa, p. 200-207. 2004.
- ANDREATTA, E.R.; WEISS, F.R.; MARINI, E.; SEIFFERT, Q. Análise da variação na fauna macrobentônica, classe Polychaeta, em viveiros de cultivo de camarão. In: XIII Simpósio Brasileiro de Aqüicultura – SIMBRAq (2004). BNB – Fortaleza, Ceará, Brasil. **Anais...**, Errata p. 31. 2004.
- ARANA, L. V. **Princípios químicos de qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Ed.da UFSC, 231p. 2004.
- AVAVULT, J. W. Jr. **Fundamentals of aquaculture: a step-by-step guide to commercial aquaculture**. Baton Rouge: AVA Publishing Company Inc. Louisiana, 1996. 889p.
- AVNIMELECH, Y. Minimal discharge from intensive fish ponds. **World Aquaculture**, v. 29, p. 32-37, 1998.
- AVNIMELECH, Y. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 176, p. 227-235, 1999.
- AVNIMELECH, Y. Controle de nitrogênio e reciclagem de proteína: viveiros de suspensão ativada. **Revista da ABCC**, Recife, v. 2, n. 2, p. 19-21, agosto, 2000.

AVNIMELECH, Y. Bio-filters: The need for an new comprehensive approach. **Aquacultural Engineering**, v. 34, p. 172-178, 2006.

AVNIMELECH, Y.; KOCHVA, M., DIAB, S. Development of controlled intensive aquaculture systems with a limited water exchange and adjusted carbon to nitrogen ratio. **Aquaculture Bamidgah**, v. 46, n. 3, p.119-131, 1994.

AVNIMELECH, Y.; RITVO, G., Shrimp and fish pond soils: processes and management. **Aquaculture**, v. 220, p. 549-567, 2003.

BALLESTER, E. L. C.; WASIELESKY, W.; CAVALLI, R. O.; ABREU, P. C. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. **Aquaculture**, v.269, p. 355-362, 2007.

BARBIERI, R. C. J.; OSTRENSKY, A. N. **Camarões marinhos – engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 325p.

BEZERRA, S. S.; GUIMARÃES, J. S., GUIMARÃES, J. M.; OLIVEIRA, B. R. B.; PINTO, M. M.; LIRA, S. S.; FONSECA, D. M.; SILVA, U. L. Influência de fertilizantes orgânicos na microbiota da água e sedimento de cultivo experimental de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). In: XIV Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2005, Fortaleza – CE. **Anais ...** Fortaleza: CE: AEP – CE, 2005. p. 393–394. CD-ROM.

BOYD, C. E. **Water quality management for pond fish culture**. Amsterdam: Elsevier, 1982. 318 p.

BOYD, C. E. **Water quality in ponds for aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. Fisheries and Allied Aquacultures Dept., 1990. 482p.

BOYD, C. E. Chemistry in pond aquaculture. **Prog. Fish Cult**, v. 59, p 85-93. 1997a.

BOYD, C. E. **Pond bottom soil and water quality management for pond aquaculture**. Alabama: USA, 1997b. 55p.

BOYD, C. E. **Manejo da qualidade de água na aqüicultura e no cultivo do camarão marinho**. Tradução Josemar Rodrigues. Recife: ABCC, 2001. 157p

BOYD, C. E. Fertilizantes químicos na aqüicultura de viveiros. **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 3, p. 79-81, Setembro, 2003.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. **Pond aquaculture water quality management**. Kluwer, Norwell, MA. 1998.

BOYD, C. E.; QUEIROZ, J. F. Nitrogen, phosphorus loads vary by system. **Global Aquaculture Advocate**, December, p. 84-86, 2001.

BRATVOLTD, D.; BROWDY, C. L.; Effects of sand sediment and vertical surfaces (AquaMats<sup>TM</sup>) on production, water quality, and microbial ecology in an intensive *Litopenaeus vannamei* culture system. **Aquaculture**, v. 195, p. 81-94, 2001.

BROCK, J. A.; GOSE, R. B.; LIGHTNER, D. V.; HASSON, K. Recent developments and an overview of Taura Syndrome of farmed shrimp in the Americas. In: FLEGEL, T. W.; McRAE, I. H. (Eds.), **Diseases in Asian aquaculture III**. Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines, p. 275-284, 1997.

BROWDY, C. L.; BRATVOLD, D.; STOKES, A. D.; MCINTOSH, R. P. Perspectives on the application of closed shrimp culture systems. In: BROWDY, C. L.; JORY, D. E. (Eds.). **The New Wave, Proceedings of special session on sustainable shrimp culture**, Aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, p. 20-34. 2001b.

BROWDY, C. L.; BRATVOLT, D.; HOPKINS, J. S.; STOKES, A. D.; SANDIFER, P. A. Emerging technologies for mitigation of environmental impacts associated with shrimp aquaculture pond effluents. **Asian Fisheries Science**, v.14, p.255-267, 2001a.

BRUNE, D. E.; SCHWARTZ, G.; EVERSOLE, A. G.; COLLIER, J. A.; SCHWEDLER, T. E. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems **Aquacultural Engineering**, v.28, p. 65-86, 2003.

BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; MCINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. **Aquaculture**, v. 219, p. 393-411, 2003.

BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; MCINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity zero-exchange system. **Aquaculture**, v. 232, p. 525-537, 2004.

BURFORD, M. A.; WILLIAMS, K. C. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. **Aquaculture**, v. 198, p. 79-93, 2001.

CASILLAS-HERNÁNDEZ, R.; MAGALLÓN-BARAJAS, F.; PORTILLO-CLARCK, G.; PÁEZ-OSUNA, F. Nutrient mass balances in semi-intensive shrimp ponds from Sonora, Mexico using two feeding strategies: Trays and mechanical dispersal. **Aquaculture**, v.258, p. 289-298, 2006.

CHABERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; McINTOSH, R. P.; VELASCO, M. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N - I: Nutrient transformation and water quality benefits. **Global Aquaculture Advocate**, April, p. 53-56, 2001a.

CHABERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; McINTOSH, R. P.; VELASCO, M. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N - II: Composition and nutritional value of organic detritus. **Global Aquaculture Advocate**, June, p. 23-24, 2001b.

CHABERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; McINTOSH, R. P.; VELASCO, M. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N - III: Practical applications **Global Aquaculture Advocate**, October, p. 50-54, 2001c.

CHAMBERLAIN, G. W.; HOPKINS, J. S. Reducing water use and feed cost in intensive ponds. **World Aquaculture**, v. 25, p. 29-32, 1994.

CHIEN, Y. H. Water quality requirements and management for marine shrimp culture. In: WYBAN, J. (Ed.) **Proceedings of the special session on shrimp farming**. World Aquaculture Society. Baton Rouge, LA. USA. p. 144-156, 1992.

COHEN, J.; SAMOCHA, T. M.; FOX, J. M.; GANDY, R. L.; LAWRENCE, A. L. Characterization of water quality factors during intensive raceway production of juvenile *L. vannamei* using limited discharge and biosecure management tools. **Aquacultural Engineering**, v. 32, p. 425-442, 2005.

COLMAN, J., EDWARDS, P. Feeding pathways and environmental constraints in waste-fed aquaculture: balance and optimization. In: MORIARTY, D.J.W., PULLIN, R.S.V. (Eds.), **Detritus and Microbial Ecology in Aquaculture**. ICLARM Conference Proceedings 14, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines. p 240-281. 1987.

CORREIA, E. S. **Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1998. 136 p.

CRAB, R.; AVNIMELECH, Y.; DEFOIRDT, T.; BOSSIER, P.; VESTRAETE, W. Nitrogen removal techniques in aquaculture for a sustainable production. **Aquaculture**, v. 270, p. 1-14, 2007.

D'ABRAMO, L. R.; S. S. SHEEN. Requerimientos nutricionales, formulación de dietas y prácticas alimenticias para el cultivo intensivo del langostino de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii*. In: MENDOZA, R.; CRUZ-SOARES, L.E.; RICQUE, D. (Eds). **Memorias del Segundo Simposium Internacional de Nutricion Acuicola**. Monterrey, 1994. Monterrey : Universidad Autonoma de Nuevo León, p. 81-101. 1996.

DECAMP, O.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DELANOY, G.; TACON, A G. J. Effect of salinity on natural community and production of *Litopenaeus vannamei* (Bonne), with experimental zero exchange culture systems. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 345-355, 2003.

DECAMP, O.; CONQUEST, L.; FORSTER, I.; TACON, A. G. J. The nutrition and feeding of marine shrimp within zero-water exchange aquaculture production systems: role of Eukaryotic microorganisms. In: LEE, C. S.; O'BRYEN, P. (Eds.). **Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, p. 79-86. 2002.

DEVARAJA, T. N.; YUSOFF, F. M.; SHARIFF, M. Changes in bacterial populations and shrimp production in ponds treated with commercial microbial products. **Aquaculture**, v. 206, p. 245-256, 2002.

EBELING, J. M. TIMMONS, M. B. BISOGNI, J. J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquaculture**, v. 257, p. 346-358, 2006.

EMERENCIANO, M. G. C.; WASIELESKY, W.; SOARES, R. B.; BALLESTER, E. C.; IZEPPI, E. M.; CAVALLI, R. O. Crescimento e sobrevivência do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na fase berçário em meio heterotrófico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n.1, p. 1-7, 2007.

ERLER, D.; SONGSANGJINDA, P.; KEAWTAWEE, T.; CHAIYAKUM, K. Preliminary investigation into the effect of carbon addition on growth, water quality and nutrient dynamics in zero-exchange shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Asian Fisheries Science**, v. 18, p. 195-204, 2005.

ESTEVEZ, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Ed. Interciência, 1998. 602 p.

FAHY, V.; FITZGIBBON, F. J.; McMULLAN, G.; SINGH, D.; MARCHANT, R. Decolourisation of molasses spent wash by phanerochaete chrysosporium. **Biotechnology Letters**, v.19, n. 1, p. 97-99, 1997.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture - SOFIA**. Roma, Itália. 2006. 153 p.

FAO/NACA/UNEP/WB/WWF. **Internacional Principles for Responsible Shrimp Farming**. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand. 2006. 20p.

GATESOUBE, F. J. The use of probiotics in aquaculture. **Aquaculture**, v.180, p. 147-165, 1999.

GÓMEZ-JIMÉNEZ, S.; GONZÁLEZ-FÉLIX, M. L.; PEREZ-VELAZQUEZ, M.; TRUJILLO-VILLALBA, D. A.; EZQUERRA-BRAUER, I. R.; BARRAZA-GUARDANO, R. Effect of dietary protein level on growth, survival and ammonia efflux rate of *Litopenaeus vannamei* (Boone) raised in a zero water exchange culture system. **Aquaculture Research**, v.36, p. 834-840, 2005.

GROSS, A.; NEMIROVSKY, A.; ZILBERG, D.; KHAIMOV, A.; BRENNER, A.; SNIR, E.; RONEN, Z.; NEJIDAT, A. Soil nitrifying enrichments as biofilter starters in intensive recirculating saline water aquaculture. **Aquaculture**, v. 223, p. 51-62, 2003.

HAGOPIAN, D. S.; RILEY, J. G. A closer look at the bacteriology of nitrification. **Aquacultural Engineering**, v. 18, p. 223-244, 1998.

HANSEN, C. F. K.; HOPKINS, K.D.; GUTTMAN, H. A comparative analysis of the fixed-input, computer modeling, and algal bioassay approaches for identifying pond fertilization requirements for semi-intensive aquaculture. **Aquaculture**, v. 228, p. 189-214. 2003.

HARGREAVES, J. A. Nitrogen biogeochemistry of aquaculture ponds. **Aquaculture**, v.166, p. 181-212, 1998.

HARI, B.; KURUP, B. M.; VARGHESE, J. T.; SCHRAMA, J. W.; VERDEGEM, M. C. J. Effects of carbohydrate addition on production in intensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v.241, p. 197-194, 2004.

HARI, B.; KURUP, B. M.; VARGHESE, J. T.; SCHRAMA, J. W.; VERDEGEM, M.C. J. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. **Aquaculture**, v. 252, p. 248-263, 2006.

HOLL, C. M.; TALLAMY, C. J.; MOSS, S. M. Varied microbes important to recirculating aquaculture systems. **Global Aquaculture Advocate**, June, p. 38-39, 2006.

HOPKINS, J. S.; HAMILTON II, R. D.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L.; STOKES, A. D. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budgets in intensive shrimp ponds. **Journal of World Aquaculture Society**, v. 24, p. 304-320, 1993.

HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 26, p. 93-97, 1995.

HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; BROWDY, C. L.; HOLLOWAY, J. D. Comparison of exchange and no-exchange water management for the intensive culture of marine shrimp. **Journal of Shellfish Research**, v. 13, p. 441-445, 1996.

HOROWITZ, A.; HOROWITZ, S. Aquaculture and the microbial world. **Global Aquaculture Advocate**, February, p. 34-35, 2000.

IGARASHI, M. A. **Camarão marinho, cultivo de larvas e engorda**. Fortaleza: Ed. SEBRAE. 2005. 59 p.

JACKSON, C.; PRESTON, N.; THOMPSON, P. J.; BURFORD, M. Nitrogen budget and effluent nitrogen components at an intensive shrimp farm. **Aquaculture**, v.218, p. 397-411, 2003.

JANA, B. B. CHAKRABORTY, P. BISWAS, J. K. GANGULY, S. Biogeochemical cycling bacteria as indices of pond fertilization: importance of CNP ratios of input fertilizers. **Journal of Applied Microbiology**, v. 90, p. 733-740, 2001.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí: F. Kubitza, 2003.

LeMOULLAC, G. Environmental factors affect immune response and resistance in crustaceans. **Global Aquaculture Advocate**, December, p. 18-19, 2000.

LIGHTNER, D. V. The penaeid shrimp viruses TSV, IHNV, WSSV, and YHV. Current status in the Americas, available diagnostic methods and management strategies. **J. Appl. Aquac.**, v. 9, p. 27-52, 1999.

LIGHTNER, D. V.; PANTOJA, C. R.; Infectious Myonecrosis (IMN): current status report on the biology of the etiological agent and development of diagnostic methods. In: ROCHA, I. P. (Ed.), **Livro de Resumos da FENACAM**, Natal, Brasil, p. 40, 2004.

MacLEAN, M. H.; ANG, K. J.; BROWN, J. H.; JAUNCEY, K.; FRY, J. C. Aquatic and benthic bacteria responses to feed and fertilizer application in trials with the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). **Aquaculture**, v. 120, p. 81-93, 1994.

MAIA, E.P.; LEAL, A.; CORREIA, E. S.; PEREIRA, A. L.; OLIVERA, A. caracterização planctônica de cultivo semi-intensivo de *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, v.5, n. 2, p. 60-62, 2003.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R. *et al.* Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931 in low water exchange ponds. **Aquacultural Engineering**, v. 17, p. 21-28. 1998.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; CAMPANA-TORRES, A.; PORCHAS-CORNEJO, M. A. Promotion and contribution of biota in low water exchange ponds farming blue shrimp *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). **Aquaculture Research**, v. 33, p. 27-32, 2002.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; TORRES, A. C.; PORCHAS-CORNEJO, M. A. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue (*Litopenaeus stylirostris*) and white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in microcosms. **Aquaculture Nutrition**, v. 9, p. 155-160, 2003.

McGRAW, W. J. Utilization of heterotrophic and autotrophic bacteria in aquaculture. **Global Aquaculture Advocate**, December, p. 82-83, 2002.

McINTOSH, D.; SAMOCHA, T. M.; JONES, E. R.; LAWRENCE, A. L.; HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A. Effects of two commercially available low-protein diets (21% and 31%) on water and sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in an outdoor tank system with limited water discharge. **Aquacultural Engineering**, v. 25, p. 69-82, 2001.

McINTOSH, D.; SAMOCHA, T. M.; JONES, E. R.; LAWRENCE, A. L.; McKEE, D. A.; HOROWITZ, S.; HOROWITZ, A. The effect of a commercial bacterial supplement on the high-density culturing of *Litopenaeus vannamei* with a low-protein diet in an outdoor tank system and no water exchange. **Aquacultural Engineering**, v. 21, p. 215-227, 2000.

McINTOSH, R. P. Changing paradigms in shrimp farming – I: general description. **Global Aquaculture Advocate**, August/October, p.40-47, 1999.

McINTOSH, R. P. Changing paradigms in shrimp farming – V: establishment of heterotrophic bacterial communities. **Global Aquaculture Advocate**, February, p.53-58, 2001.

McNEIL, R. Zero exchange, aerobic, heterotrophic systems: key considerations. **Global Aquaculture Advocate**, June, p.76, 2000.

MENDES, P.P. 1999. **Estatística aplicada à aqüicultura**. Recife: Bagaço. 265p.

MICHAUD, L.; BLANCHETON, J.P.; BRUNI, V.; PIEDRAHITA, R. Effect of particulate organic carbon on heterotrophic bacterial populations and nitrification efficiency in biological filters. **Aquacultural Engineering**, v.34, p. 224–233, 2006.

MISHRA, J. K.; SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; GANDY, R. L.; ALI, A. M. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. **Aquacultural Engineering**, v. 38, p. 2-15. 2008.

MONTOYA, R. A.; LAWRENCE, A. L.; GRANT, W. E.; VELASO, M. Simulation of nitrogen dynamics and shrimp growth in an intensive shrimp culture system: effects of feed and feeding parameters. **Ecological Modeling**, v.122, p. 81-95, 1999.

MONTOYA, R.; VELASCO, M. O papel das bactérias nas estratégias de alimentação e de manejo em sistemas de aquicultura. **Revista da ABCC**, Recife, v. 2, n. 2, p. 22-23, agosto, 2000.

MORIARTY, D. J. W. Control of luminous *Vibrio* species in penaeid aquaculture ponds. **Aquaculture**, v. 164, p. 351-358, 1998.

MORIARTY, D. J. W. The role of microorganisms in aquaculture ponds. **Aquaculture**, v. 151, p. 333-349, 1997.

MOSS, K. R. K.; MOSS, S. M. Effects of Artificial and Stocking Density on the Nursery Production of Pacific White Shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 35, n. 4, p. 536-542, 2004.

MOSS, S. M. Dietary Importance of microbes and detritus in penaeid shrimp aquaculture. In: LEE, C. S.; O'BRYEN, P. (Eds.). **Microbial Approaches to Aquatic Nutrition within Environmentally Sound Aquaculture Production Systems**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, USA, p. 1-18. 2002.

NAJAFPOUR, G. D.; SHAN, C. P. Enzymatic hydrolysis of molasses. **Bioresource Technology**, v.86, p. 91-94, 2003.

NAYLOR, R.L., GOLDBURG, R.J., PRIMAVERA, J.H., KAUTSKY, N., BEVERDIDGE, M.C.M., CLAY, J., FOLKE, C., LUBCHENCO, J., MOONEY, H., TROELL, M. Effect of aquaculture on world fish supplies. **Nature**, v.405, p.1017–1024. 2000.

NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos – Parte II. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 63, p 23-33. 2001.

NUNES, A. J. P. Camarões marinhos: engenharia e logística operacional de berçários intensivos. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro. v. 12, n. 69, p. 25-37, 2002.

NUNES, A. J. P.; GESTEIRA, T. C. V.; GODDARD, S. Food consumption and assimilation by the Southern brown shrimp *Penaeus subtilis* under semi-intensive culture in NE Brazil. **Aquaculture**, v. 149, p 121-136. 1997.

NUNES, A. J. P.; PARSONS, G. J. Dynamics of tropical coastal aquaculture systems and the consequences to waste production. **World Aquaculture**, v. 29, n. 02, p. 27-37, 1998.

PÁEZ-OSUNA, F. The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. **Environmental Management**, v.28, n. 1, p. 131-140, 2001.

QIN, J.; MADON, S. P.; CULVER, D. A. Effect of larval walleye (*Stizostedion vitreum*) and fertilization on the plankton community: implications for larval fish culture. **Aquaculture**, v. 130, p. 51-65, 1995.

REYMOND, H.; LANGARDERE, J.P. Feeding rhythms and food of *Penaeus japonicus* Bate (Crustacea, Penaeidae) in salt water ponds: role of halophilic entomofauna. **Aquaculture**, v. 81, p. 125-143, 1990.

ROCHA, I. P. Panorama da Carcinicultura brasileira em 2007: desempenho, desafios e oportunidades. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 17, n 104. p. 26-31, 2007.

RODRIGUEZ, E. M.; BOMBEO-TUBURAN, I.; FUKUMOTO, S.; TICAR, R. B. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (Hapa) net enclosures installed in a pond. **Aquaculture**, v.112, n. 1, p.107-111, 1993.

SAMOCHA, T. M.; HAMPER, L.; EMBERSON, C. R.; DAVIS, D. A.; MCINTOSH, D.; LAWRENCE, A. L.; VAN WYK, P. M. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona and Florida. **J. Appl. Aquacult.** v. 12, p. 1-42, 2002.

SAMOCHA, T. M.; LAWRENCE, A. L. Shrimp nursery systems and management. In: WYBAN, J. (Ed.). **Proceedings of the Special Session on Shrimp Farming**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, p.87-105, 1992.

SAMOCHA, T. M.; PATNAIK, S.; SPEED, M.; ALI, A. M.;BURGER, J. M.; ALMEIDA, R. V.; AYUB, Z.; HARISANTO, M.; HOROWITZ, A.; BROCK, D. L. Use of molasses as carbon source in limited discharge nursery and grow-out systems for *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.36, p. 184-191, 2007.

SAMOCHA, T.; CORDOVA, J.; BLANCHER, T.; WIND, A. Raceway nursery production increases shrimp survival and yields in Ecuador. **Global Aquaculture Advocate**, v. 3, p. 66-68, 2000.

SANDIFER, P. A.; HOPKINS, J. S. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. **Aquacultural Engineering**, v. 15, p. 41-52, 1996.

SCHNEIDER, O.; SERETI, V.; EDING, E. H.; VERRETH, J. A. J. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. **Aquacultural Engineering**, v.32, p. 379-401, 2005.

SCHNEIDER, O.; SERETI, V.; EDING, E. H.; VERRETH, J. A. J. Molasses as C source for heterotrophic bacteria production on solid fish waste. **Aquaculture**, v. 261, p. 1239-1248, 2006.

SCHROEDER, G. L. Autotrophic and heterotrophic production of microorganisms in intensively-manured fish ponds, and related fish yields. **Aquaculture**, v. 14, p. 303-325, 1978.

SCHROEDER, G.L., WOHLFARTH, G., ALKON, A., HALEVY, A., KRUEGER, H. The dominance of algal-based food webs in fish ponds receiving chemical fertilizers plus organic manures. **Aquaculture**, v. 86 (2/3), p. 219– 230. 1990.

SILVA, A. L. N.; SOUZA, R. A. L. **Glossário de aqüicultura**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 1998. 97 p.

SILVA, U. L.; CAMPOS, S. S.; CORREIA, E. S. Efeitos de fertilizantes orgânicos e inorgânicos na abundância macro e meiobentos e na qualidade da água do cultivo do camarão *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Atlântica**, 2008. (no prelo).

SOARES, R., PEIXOTO, S., WASIELESKY, W., D'INCAO, F. Feeding rhythms and diet of *Farfantepenaeus paulensis* under pen culture in Patos Lagoon estuary. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. v. 322, p. 167-176, 2005.

SPECK, R. C.; CAVALLI, R. O.; MARCHIORI, M. A. Efeito da densidade de estocagem do camarão rosa *Penaeus paulensis* (Pérez-Farfante, 1967) em sistema de berçário. In: **Simpósio Brasileiro Sobre Cultivo de Camarão**, 4., João Pessoa, Anais, João Pessoa: MCR Aquaculture, pp. 369-383, 1993.

SQUIO, C. R.; ARAGÃO, G. M. F. Estratégias de cultivo para produção dos plásticos biodegradáveis poli (3-hidroxibutirato) e poli (3-hidroxibutirato-co-3-hidroxivalerato) por bactérias. **Química Nova**, v. 27, n. 4, p. 615-622, 2004.

STREIT, D. P.; LUPCHINSKI, E.; MOREIRA, H. L. M. **Perspectivas atuais da aqüicultura marinha no Brasil**. Revista Acadêmica Multidisciplinar Urutágua. Maringá, PR. Ano 1 – n. 04, Maio de 2002. Disponível em: [www.uem.br/~urutagua/](http://www.uem.br/~urutagua/).

TACON, A. G. J.; CODY, J.; CONQUEST, L.; DIVAKARAN, S.; FORSTER, I. P.; DECAMP, O. Effect of culture system on the nutrition and growth performance of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone) fed different diets. **Aquaculture Nutrition**, v. 8, p. 121-137, 2002.

TACON, A. G. J.; DE SILVA, S. S. Feed preparation and feed management strategies within semi-intensive fish farming systems in the tropics. **Aquaculture**, v. 151, p. 379-404, 1997.

TALAVERA, V.; SÁNCHEZ, D.; ZAPATA, L. M. Utilización de melaza en estanques de cultivo de camarón. **Boletín Nicovita**, v. 3, ed. 3. marzo, 1998.

TOOKWINAS, S.; SONGSANGJINDA, P. Water quality and phytoplankton communities in intensive shrimp culture ponds in Kung Krabaen Bay, Eastern Thailand. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 30, n. 1, p. 36-45, 1999.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. L.; NEILL, W. H. Development of a static-water ecoassay with microcosm tanks for postlarval *Penaeus vannamei*. **Aquaculture**, v. 161, p. 79-87, 1998.

VELASCO, M.; LAWRENCE, A. Shrimp production systems with low / no water exchange: Nutritional strategies for phosphorus management. **Global Aquaculture Advocate**, December, p. 37-38, 2001.

VERSCHUERE, L.; ROMBAUT, G.; SORGELOOS, P.; VERSTRAETE, W. Probiotic bacteria as biological control agents in aquaculture. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.64, n.4, p. 655-671, 2000.

VIDAL, L.; MENDONÇA, R. F.; MARINHO, M. M.; CESAR, D.; ROLAND, F. Caminhos do carbono em ecossistemas aquáticos continentais. In: ROLAND, F.; CESAR, D.; MARINHO, M. **Lições de Limnologia**. São Carlos: RiMa, 2005. p. 193-243.

VINATEA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aqüicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1997. 166p.

WASIELESKY, W.; ATWOOD, H.; STOKES, A.; BROWDY, C. L. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture**, 258, p. 396-403. 2006b.

WASIELESKY, W.; EMERENCIANO, M.; BALLESTER, E.; SOARES, R.; CAVALLI, R.; ABREU, P. C. Cultivos em meios com flocos microbianos: um novo caminho a ser percorrido. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 96, p. 14-23, julho/agosto, 2006a.

YTA, A. G.; ROUSE, D. B.; DAVIS, D. A. Influence of Nursery Period on the Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* under Pond productions Conditions. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 35, n. 3, p. 357-365, 2007.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall. 1996. 622p.

ZELAYA, O.; ROUSE, D. B.; DAVIS, D. A. Growout of Pacific White Shrimp, *Litopenaeus vannamei*, stocked into Production Ponds at Three Different Ages. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38, n. 1, p. 92-101, 2007.

## ANEXO

## NORMAS DA REVISTA

*Acta Scientiarum. Biological Sciences.*

## INSTRUÇÕES PARA AUTORES

1. *Acta Scientiarum. Biological Sciences* ISSN 1679-9283, é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
2. A revista publica artigos originais em todas as áreas relevantes de Ciências Biológicas, incluindo anatomia, bacteriologia, biologia molecular, bioquímica, botânica, citologia e biologia celular, comportamento animal, ecologia e limnologia, embriologia e histologia, morfofisiologia, genética, microbiologia, parasitologia e zoologia.
3. Os autores se obrigam a declarar que seu manuscrito, relatando um trabalho original, não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista.
4. Os dados, idéias, opiniões e conceitos emitidos nos artigos, bem como a exatidão das referências bibliográficas, são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). A eventual citação de produtos e marcas comerciais não significa recomendação de seu uso por parte do comitê editorial da revista.
5. Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa. Quando apropriado, deverá ser atestado que a pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Biossegurança da instituição.
6. Os artigos são publicados em português ou inglês. Devem ser concisos e consistentes no estilo.
7. Os artigos serão avaliados por consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de um parecer favorável e um desfavorável, a decisão sobre a publicação ou não do artigo será do Conselho Editorial.
8. Estão listados abaixo a formatação e outras convenções que deverão ser seguidas:
  - a) Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo, Palavras-chave, Abstract, Key words, Introdução, Material e Métodos, Resultados e/ou Discussão, Conclusão (opcional), Agradecimentos (Opcional) e Referências. Esses itens deverão ser em caixa alta e em negrito e não deverão ser numerados.
  - b) O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.
  - c) Deverão ser indicados os nomes completos dos autores (sugere-se no máximo seis autores), seus endereços e o autor para correspondência (incluindo o e-mail deste).
  - d) O resumo (bem como o abstract), não excedendo 200 palavras, deverá conter informações sucintas sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas no final, tanto do resumo como do abstract.
  - e) Os artigos não deverão exceder 15 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas. Deverão ser escritos em espaço 1,5 linhas e ter suas páginas e linhas numeradas. O trabalho deverá ser editado no MS-Word, ou compatível, utilizando Times New Roman fonte 12.
  - f) O trabalho deverá ser impresso em A4 e a margens inferior, superior, direita e esquerda deverão ser de 2,5 cm.
  - g) Para serem submetidos aos consultores, os artigos deverão ser enviados em três cópias impressas, duas delas, sem a identificação de autoria. Se aprovado para publicação, será solicitado oportunamente o arquivo texto, portanto não encaminhar disquete.
  - h) Tabelas, Figuras e Gráficos deverão ser inseridos no texto, logo depois de citados.
  - i) As Figuras e as Tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura, e não deverão ultrapassar 16 cm.
  - j) As Figuras digitalizadas deverão ter 300 dpi de resolução e preferencialmente gravados

no formato jpg. Ilustrações em cores não serão aceitas para publicação.

- k) Deverá ser adotado o Sistema Internacional (SI) de medidas.
- l) As equações deverão ser editadas utilizando software compatível com o editor de texto.
- m) As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
- n) As referências bibliográficas deverão ser organizadas em ordem alfabética, conforme os exemplos seguintes (ABNT). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (1980) ou (Lopes, 1980). Para dois autores, utilizar e (Lopes e Silva, 1990); para mais de dois autores, utilizar *et al.*

#### Livro

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. Edinburgh: Addison Wesley Longman, 1996. 464p.

GALLO, D. *et al.* *Manual de entomologia agrícola*. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1988.

#### Capítulo de Livros

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. *In*: PANIZZI, A.R.P. (Ed.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, 1991. cap. 3, p. 9-65.

#### Monografia, Dissertação e Tese

ASSIS, M.A. *Digestibilidade in vitro, degradabilidade in situ e composição química de gramíneas do gênero Cynodon submetidas ou não a adubação nitrogenada*. 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)–Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1997.

COSTA, A.R.G. *Parâmetros bioquímicos do zooplâncton no reservatório da Pampulha: comparação de métodos de determinação protética*. 1994. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

#### Artigos

Os artigos indexados devem ser abreviados de acordo com a “*World List of Scientific Periodicals*”.

RHOADES, M.M.; DEMPSEY, E. On the mechanism of chromatin loss induced by B

chromosome. *Genetic*, Bethesda, v. 71, n. 1, p. 73-96, 1970.

SCHALCH, S.H.C. *et al.* Fauna parasitária de peixes oriundos de pesque- paque do município de Guariba, São Paulo, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 28, n. 3, p. 291-297, 2006.

#### Anais

KUMAR, A. O milho como cultura granífera para ração. *In*: WORKSHOP INTERNACIONAL DE MILHETO, 1, 1999. Brasília. *Anais...* Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Planaltina), 1999. p. 113-130.

#### Jornais

COUTINHO, W. O Paço da cidade retorna ao seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. 1985. Caderno B, p. 6.

MINISTÉRIO proíbe fabricação e uso de agrotóxico à base de organoclorados. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 3 set. p. 25, 1985.

#### Documentos eletrônicos

ROUSH, W. Med student's web diary issues damning indictment of teaching hospitals. [S.l.: s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.ebooknet.com/story.jsp?id=911>>. Acesso em: 21 jul. 2000.

É sugerido que seja feita consulta a uma edição recente (2006) da *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, para verificar o formato dos artigos.

#### 9. Os artigos deverão ser enviados para:

Dr. Alessandro de Lucca e Braccini

Editor-Chefe da Eduem

Universidade Estadual de Maringá

Avenida Colombo, 5790, 87020-900

Maringá, Paraná, Brasil.

