



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA**

**UTILIZAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO EM VIVEIROS DE CAMARÃO**  
**MARINHO**

***LUIS OTAVIO BRITO DA SILVA***

**RECIFE /2004**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL  
DE PERNAMBUCO**

**Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho**

**Luis Otavio Brito da Silva**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador:

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Recife  
2004

**Luis Otavio Brito da Silva**

**Utilização nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

Orientador:  
Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez

Recife

Novembro / 2004

# **Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho**

**Por: Luis Otavio Brito da Silva.**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

## **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura**

E aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura.

---

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez  
Coordenador do PPG-RPAq

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez  
Orientador

---

Prof. Dr. Eudes de Souza Correia

---

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes

---

Dr<sup>a</sup>. Sirlei de Castro Araújo

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelo auxílio financeiro.

Ao Programa de Pós Graduação em Recursos Pesqueiros e Aqüicultura / UFRPE, por todo o esforço de seus integrantes na busca de um ensino de qualidade.

Ao orientador prof. Dr. Alfredo Olivera Gálvez pela ajuda e amizade.

Aos membros da banca examinadora por fornecerem novos subsídios para finalização deste documento.

Ao professores Dr. Eudes de Souza Correia, Dr<sup>a</sup> Alitiane Pereira e ao M.sc. Jonnie Castro Montealegre pela colaboração no desenvolvimento da dissertação.

Aos estagiários do LAPAVI: Danielle Matias, João Neto, Luciana Pimentel e Viviane Melo pelas análises do plâncton.

Ao professor Dr. William Severi e aos Engenheiros de Pesca do Laboratório de Limnologia: Sérgio Catunda, Anderson Antonello, Bruno Dourado e Aureliano Calado pelas análises físico-química da água e do solo.

Às empresas Atlantis, Cana Brava e SQM Brasil (responsável pela fabricação do fertilizante á base de nitrato de sódio).

Aos meus pais, filho, irmão e familiares pelo incentivo durante a realização do curso.

Aos amigos de turma, Maviael Fosêna, Elton França, Tatiana Medeiros, Susmara Campos, Efigênia Farias, Lílian Goes, Lucemário Xavier, Maria Elizabete, Maria Luciene e Weruska Costa pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários da Pós-Graduação e do Departamento de Pesca / UFRPE.

A todos os estagiários do LAPAVI e LAMARSU do Departamento de Pesca / UFRPE.

E, principalmente, ao Senhor Jesus Cristo por toda força que me concedeu para superar todos os obstáculos e alcançar este objetivo.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, filho e avós (in memoriam) que com certeza, estão muito felizes, com mais este passo importante que dou em minha vida.

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
1. Densidade média semanal dos grupos fitoplânctonicos durante o ciclo de cultivo na fazenda Atlantis, utilizando dois sistemas de fertilização.....	19
2. Densidade média semanal dos grupos fitoplânctonicos durante o ciclo de cultivo na fazenda Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	19
3. Densidade média semanal dos grupos zooplânctonicos durante o ciclo de cultivo na fazenda Atlantis, utilizando dois sistemas de fertilização.....	22
4. Densidade média semanal dos grupos zooplânctonicos durante o ciclo de cultivo na fazenda Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	23
5. Concentração média semanal das variáveis químicas da água durante o ciclo de cultivo na fazenda Atlantis, utilizando dois sistemas de fertilização.....	25
6. Concentração média semanal das variáveis químicas da água durante o ciclo de cultivo na fazenda Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	26

## LISTA DE TABELAS

	Pág
1. Área dos viveiros utilizados no experimento.....	10
2. Protocolo de aplicação de nitrato de sódio nas fazendas.....	11
3. Média e erro padrão dos dados de produção das fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	16
4. Densidade (células/mL) média e erro padrão dos grupos fitoplânctônicos no ciclo de cultivo das fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	18
5. Densidade (organismos/L) média e erro padrão dos grupos zooplânctônicos no ciclo de cultivo das fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	22
6. Média e erro padrão das variáveis físicas e químicas da água do ciclo de cultivo nas fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	24
7. Média e desvio padrão da porcentagem da matéria orgânica e do pH no início e no final do ciclo de cultivo nas fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.....	30

## RESUMO

Os fertilizantes nitrogenados à base de uréia e amônia são mais utilizados na aquíicultura, principalmente por serem de baixo custo. Entretanto deve-se ressaltar que esses fertilizantes em doses elevadas podem causar toxidez por amônia. Por outro lado, fertilizantes à base de nitratos, mesmo com custos superiores, apresentam vantagens sobre os fertilizantes amoniacais, pois o nitrato não é tóxico e é totalmente oxidado no ambiente de cultivo. Objetivou-se com o presente trabalho testar a utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho. Foram considerados dois tratamentos: NS (nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio) e SNS (uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio). Foram realizadas coletas e análises da água e do plâncton semanalmente, e do solo no início e no final do ciclo de cultivo. A aplicação de nitrato de sódio foi feita inicialmente no solo e posteriormente na água. Para análise estatística utilizou-se teste “T” ( $P < 0,05$ ). Os dados de rendimento do cultivo (peso médio aos quarenta primeiros dias de cultivo, peso médio final, tempo de cultivo, sobrevivência, produtividade e conversão alimentar) nas fazendas Atlantis e Cana Brava, não apresentaram diferença significativa, entre os tratamentos. Nos grupos fitoplânctônicos diatomáceas (12.554 e 5.833 céls/ml) na fazenda Atlantis e cianobactérias (146.052 e 34.250 céls/ml) na fazenda Cana Brava, foram observadas diferenças significativa entre os tratamentos (NS e SNS), respectivamente. Os grupos zooplânctônicos (cládoceros, copépodos e rotíferos) nas fazendas Atlantis e Cana Brava, não apresentaram diferença significativa, entre os tratamentos. Nas variáveis químicas da água, silicato (2,3508 e 3,4787 mg/L) e ortofosfato (0,0158 e 0,0068 mg/L) na fazenda Atlantis, foram observadas diferenças significativa, entre os tratamentos (NS e SNS), respectivamente. A oxidação da matéria orgânica na fazenda Atlantis (36,2 e 20%) e na fazenda Cana Brava (6,5 e 0,2%), apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (NS e SNS), respectivamente. O tratamento NS proporcionou maiores densidades de diatomáceas na fazenda Atlantis e maiores densidades de cianobactérias na fazenda Cana Brava. O tratamento NS proporcionou melhores concentrações das variáveis químicas da água silicato e ortofosfato na fazenda Atlantis, e uma maior oxidação da matéria orgânica dos solos.

## ABSTRACT

The fertilizers based on urea and ammonia as nitrogen source is more used in aquaculture, mainly for their low cost. However it should be pointed out that those fertilizers in high doses could cause ammonia toxicity. On the other hand, fertilizers based on nitrates, even with superior costs, present advantages over those based on ammonia, because nitrate is not toxic and it is totally oxidized in the cultivation atmosphere. It was aimed at with the present work to test the use of sodium nitrate in ponds of sea shrimp. It was considered two treatments: NS (sodium nitrate enriched with phosphate, silicate, boron, magnesium, sulfur and potassium) and SNS (urea, triple super phosphate and sodium silicate). Sampling and analyses of the water were accomplished, being weekly performed for the plankton and for the soil in the beginning and in the end of the cultivation cycle. The application of sodium nitrate was initially in the soil and later in the water. For statistical analysis it was used T test ( $P < 0,05$ ). Yield data for the cultivate (mean weigh to the first forty days of cultivation, mean final weight, time of cultivation, survival, productivity and feed conversion) in the Atlantis and Cana Brava farms, showed no present significant difference among the treatments. In the phytoplankton groups, diatoms (12.554 and 5.833 céls/ml) in the Atlantis farm and cyanobacteria (146.052 and 34.250 céls/ml) in the Cana Brava farm, significant differences were observed among the treatments (NS and SNS), respectively. The zooplankton groups (cladoceran, copepod and rotifers) in the Atlantis and Cana Brave farms did not present significant difference, among the treatments. In the chemical variables of the water, silicate (2.3508 and 3.4787 mg/L) and orthophosphate (0.0158 and 0.0068 mg/L) in the Atlantis farm, significant differences were observed, among the treatments (NS and SNS), respectively. The oxidation of the organic matter in the Atlantis farm (36,2 and 20%) and in the Cana Brava farm (6,5 and 0,2%), presented significant difference, among the treatments (NS and SNS), respectively. The treatment NS provided higher diatoms densities in the Atlantis farm and higher cyanobacteria densities in the Cana Brava farm. The treatment NS provided better concentrations of the chemical variables silicate and orthophosphate in the Atlantis farm, and a higher oxidation of the soil organic matter.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

DEDICATÓRIA

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

	Pág
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Produção de camarões marinhos no Brasil.....	03
2.2 Alimento vivo na aquicultura.....	04
2.3 Qualidade de água na carcinicultura.....	05
2.4 Matéria orgânica do solo.....	07
3. HIPÓTESE.....	09
4. OBJETIVOS.....	09
4.1 Objetivo geral.....	09
4.2 Objetivos específicos.....	09
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
5.1 Locais de execução do experimento.....	10
5.2 Desenho experimental.....	10
5.3. Programa específico de aplicação de nitrato de sódio.....	10
5.3.1 Aplicação inicial.....	10
5.3.2 Aplicação periódica de nitrato de sódio durante o ciclo de cultivo.....	11
5.3.2.1 Doses desde a semana zero.....	11
5.3.2.2 Doses da semana 1 até a despesca.....	11
5.4 Programa específico de aplicação de uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio.....	12
5.5 Densidade, alimentação e biometria.....	12
5.6 Coleta das amostras.....	12

5.6.1 Coleta de água dos viveiros.....	12
5.6.2 Coleta do solo dos viveiros.....	13
5.6.3 Coleta de plâncton dos viveiros.....	13
5.7 Análise das amostras.....	13
5.7.1 Análises físicas e químicas da água.....	14
5.7.2 Análise química do solo.....	14
5.7.2.1 Tratamento das amostras para análise.....	14
5.7.2.2 Determinação do pH do solo.....	14
5.7.2.3 Determinação da matéria orgânica do solo (%).....	14
5.7.3 Análise do plâncton.....	15
5.8 Análise estatística.....	15
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
6.1 Produção.....	16
6.2 Plâncton.....	18
6.2.1 Fitoplâncton.....	18
6.2.2 Zooplâncton.....	21
6.3 Qualidade da água.....	23
6.3.1 Temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade.....	26
6.3.2 pH e alcalinidade.....	27
6.3.3 Amônia, nitrito e nitrato.....	27
6.3.4 Silicato e ortofosfato.....	28
6.4 Matéria orgânica e pH do solo.....	28
7. CONCLUSÃO.....	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por peixes, crustáceos e outros organismos aquáticos vêm direcionando interesses e investimentos para o desenvolvimento da aquicultura. A importância da aquicultura como atividade produtora de alimentos, especialmente com finalidade de suprir o déficit da pesca extrativa, confirma-se pelo seu contínuo crescimento nos últimos anos (CORREIA, 1998).

Um dos aspectos relevantes na produção de organismos aquáticos é a máxima produção sustentável. A ração é o item de maior despesa em sistemas de cultivo semi-intensivo e intensivo. A redução da dieta artificial tem implicações tanto na rentabilidade do cultivo bem como na sua sustentabilidade. A utilização de tecnologia para incrementar o alimento vivo nos viveiros tem impulsionado diversas pesquisas.

Os alimentos são fontes de nutrientes para camarão como também a maior fonte de desperdício, pois nem tudo que é ingerido pelo camarão, é digerido. A contribuição do alimento natural está diretamente relacionada com as estratégias alimentares em viveiros de cultivo, uma vez que, estimulando o alimento natural, pode-se diminuir a oferta de dieta artificial.

A maioria dos cultivos de camarão é conduzida em viveiros de terra, os quais contêm uma biota de grande valor nutricional que é fundamental para o crescimento dos animais cultivados.

Entre as formas de alimento natural disponíveis aos animais cultivados em viveiros destacam-se as microalgas, representadas principalmente pelas diatomáceas e clorofíceas e o zooplâncton, representado pelos rotíferos, cladóceros e copépodos, além da comunidade bêntica, representada pelos organismos microbianos (bactérias e fungos), anelídeos que vivem sobre e dentro do sedimento.

A produção de alimento natural é induzida principalmente pela fertilização dos viveiros, cujos nutrientes químicos ou orgânicos podem ser adicionados a esses ambientes, para promover o crescimento do fitoplâncton, e conseqüentemente o desenvolvimento da cadeia alimentar, possibilitando dessa forma o aumento da produtividade aquícola.

Um programa adequado de fertilização em um viveiro pode aumentar o crescimento dos camarões. No entanto uma aplicação de fertilizantes amoniacais pode causar depleção de oxigênio, toxidez por amônia ( $\text{NH}_3$ ), ou uma floração de microalgas indesejáveis (cianobactérias e dinoflagelados).

Os fertilizantes nitrogenados à base de uréia e amônia são mais utilizados na aquicultura, principalmente por serem de baixo custo, entretanto deve-se ressaltar que esses fertilizantes em doses elevadas podem causar toxidez por amônia (BOYD, 1997a).

Um dos principais problemas nos sistemas de cultivo intensivo é a toxicidade do nitrogênio (amônia ( $\text{NH}_3$ ) e nitrito). Altas concentrações reduzem o crescimento dos camarões, podendo até mesmo causar mortalidade (OSTRENSKY e WASIELESKY, 1995; CHAMBERLAIN et al. 2001).

A amônia é a principal forma de excreção do nitrogênio pelos crustáceos (RACOTTA e HERRERA, 2000). É comumente tóxica, resultado da excreção dos animais cultivados e mineralização dos detritos orgânicos (LIN e CHEN, 2001). Quando a concentração de amônia tóxica aumenta no ambiente aquático, a excreção diminui, ocasionando um aumento do nível deste composto no sangue e nos tecidos, provocando redução ou paralisação da atividade alimentar (VINATEA, 1997).

Os fertilizantes à base de nitratos, mesmo com custos superiores, apresentam vantagens sobre os fertilizantes amoniacais, pois o nitrato não é tóxico e é totalmente oxidado no ambiente de cultivo (BOYD, 1997a; BARBIERI E OSTRENSKY, 2002a).

Fertilizante aquícola à base de nitrato de sódio pode ser aplicado para todo tipo de águas, oceânicas, estuarinas de baixa salinidade e continentais. Pode ser aplicado para qualquer cultivo de organismos aquáticos, como os de camarões, tilápias, lagostas de água doce, artemia adulta, além de microalgas e macroalgas (SQM, 2003).

O nitrato de sódio produzido para aquicultura é um composto 100% natural e inorgânico, produzido mediante a extração das minas de céu aberto no deserto do Atacama / Chile. Trata-se de um pó branco solúvel em água (89%) que contém em sua composição 15% de nitrogênio nítrico ( $\text{N-NO}_3$ ), 6% de fósforo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), 23,2% de sódio (Na), 3,5% de silicato solúvel ( $\text{SiO}_2$ ), 0,35% de boro (B), 0,15% de magnésio (Mg), 0,08% de enxofre (S) e 0,37% de potássio (K) (SQM, 2003).

Este fertilizante contém um valor razoável de silicato solúvel que estimula o crescimento das diatomáceas.

O nitrato de sódio quando aplicado nos viveiros, como fertilizante, libera nitrogênio nítrico que é prontamente assimilado pelas microalgas. Segundo Castro (2000), este processo diminui o crescimento das bactérias filamentosas, renovando a população de algas, fazendo seu crescimento mais seletivo e, após 24 horas de sua aplicação, aumenta a densidade fitoplanctônica devido ao melhor aproveitamento da fonte de nitrogênio.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de camarões marinhos no Brasil

O cultivo de camarões marinhos, em escala comercial no Brasil, teve seu início na década de 70, com a introdução da espécie exótica *Marsupenaeus japonicus*, e posteriormente as espécies nativas *Farfantepenaeus brasiliensis*, *Farfantepenaeus subtilis* e *Litopenaeus schmitti*. Porém apenas na década de 90, com a introdução da espécie *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931), a carcinicultura brasileira começou a desenvolver-se em termos de produção e produtividade.

O atual estágio de desenvolvimento da carcinicultura brasileira está embasado no camarão *L. vannamei*, espécie originária do Oceano Pacífico. A sua rusticidade e a capacidade de adaptação às nossas condições climáticas, além da utilização de bandejas de alimentação, aeradores, tanques-berçário, e rações balanceadas, constituíram-se fatores primordiais para a rápida expansão da atividade.

Segundo Maia e Nunes (2003) é possível perceber uma queda na performance da espécie *vannamei* através da baixa resistência a doenças e do aumento da conversão alimentar e do ciclo de engorda.

A carcinicultura marinha no Brasil tem apresentado um desenvolvimento extraordinário nos últimos anos. Em 2003, foram produzidos 90.190 toneladas, com um incremento de 50% em relação a 2002, e o que é mais importante, com uma produtividade média de 6.084 kg/ha/ano, considerada a maior entre todos os países produtores. Atualmente, o Brasil já ocupa o sexto lugar na lista mundial de produtores e o primeiro no hemisfério ocidental (ROCHA et al. 2004).

Ainda segundo Rocha et al. (2004) a região Nordeste, em 2003, foi responsável por, aproximadamente 85.852 toneladas da produção de camarão marinho cultivado, representando 95,2% da produção nacional, sendo o Rio Grande do Norte o maior produtor, com 37.473 toneladas (41,5%) da produção nacional, em uma área de cultivo de 5.402 ha.

O incremento da carcinicultura tem contribuído social e economicamente, oferecendo inúmeras oportunidades de emprego, proporcionando um maior desenvolvimento sócio-econômico das comunidades locais, além de contribuir na redução da superexploração de recursos naturais costeiros.

## 2.2 Alimento vivo na aquicultura

Camarões marinhos, que estão passando da fase de pós-larvas para juvenis, podem alimentar-se indiretamente das microalgas aderidas ao detrito e diretamente de copépodos, larvas de moluscos e do próprio detrito (ALONSO-RODRIGUEZ e PÁEZ-OSUNA, 2003; MARTINEZ-CORDOVA et al. 2002).

Em sistema de cultivo semi-intensivo, a contribuição do alimento natural na dieta do camarão é bastante significativa, podendo alcançar até 85% (NUNES et al. 1997). Nos viveiros com produtividades menor que 1 t/ha/ano, as rações satisfazem entre 23 e 47% dos requerimentos nutricionais do camarão *L. vannamei*, sendo o restante suprido pelo alimento natural (ANDERSON e PARKER, 1987). Em sistemas mais intensivos, a contribuição do alimento natural diminui, mas ainda é grande, maior que 25% (NUNES, 2001).

A implementação de práticas para incrementar a produtividade natural é tão importante quanto o uso de uma ração nutricionalmente completa e bem balanceada (NUNES, 2001).

A intensificação dos cultivos de *L. vannamei* requer 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, essenciais à sobrevivência e crescimento dos camarões (MAIA et al. 2003).

Um aumento da biomassa do plâncton e conseqüentemente da cadeia alimentar, reduz os custos com alimentação suplementar a qual influenciam diretamente nos custos finais de produção (AVAULT, 2003).

Em viveiros de cultivo a presença do fitoplâncton e de outros elos da cadeia alimentar proporciona o incremento no crescimento dos camarões. Por outro lado, o fitoplâncton se encarrega de remover o nitrogênio, amônia, substâncias tóxicas e metais pesados, além de aumentar a concentração de oxigênio nos viveiros (AVAULT, 1996).

Alguns criadores de camarões utilizam fertilização com silicato para proporcionar o crescimento das diatomáceas (BOYD, 2001). As diatomáceas constituem o mais importante grupo de microalgas, pois contém parede celular composta por sílica, que é mais vulnerável às enzimas digestivas do que as paredes celulares compostas por celulose, como é o caso dos demais grupos de microalgas (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002a).

Nos viveiros onde a concentração de diatomáceas é maior, o crescimento dos camarões é mais rápido, havendo redução da oferta de ração, conseqüentemente diminuindo a probabilidade do manejo inadequado das rações, que leva a perdas econômicas e acarreta

problemas nos níveis de qualidade da água e do solo dos viveiros de produção (NUNES, 2001).

Os microrganismos (plâncton e bactérias) são de grande importância em sistemas de cultivo extensivo, semi-intensivo e alguns intensivos (MORIARTY, 1997).

Nutricionalmente, as microalgas são fontes de proteínas, lipídios energeticamente ricos, principalmente os ácidos graxos poli-insaturados PUFA e HUPA (EPA e DHA), carboidratos e vitaminas, apresentando também elementos traços, sendo ricas em pigmentos como astaxantina, zeaxantina, clorofila e ficocianina (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002b; OLIVERA, 2002), que são importantes para o aproveitamento nutricional por parte do zooplâncton e outras comunidades, como por exemplo, peixes e camarões.

Os copépodos são ricos em ácidos altamente insaturados, do tipo HUFA (EPA, DHA, ARA) (MCKINNON et al. 2003; STOTTRUP, 2000). Constitui a maior parte da dieta de larvas de peixes e acredita-se que possam satisfazer as exigências nutricionais nas fases iniciais de organismos aquáticos (EVJEMO et al. 2003). Os copépodos vêm sendo testados como alimento alternativo a artemia para muitos animais de água doce e marinha (HOFF et al. 1987; STOTTRUP, 2000).

### **2.3 Qualidade de água na carcinicultura**

Em consequência do manejo alimentar equivocado e rações de baixa digestibilidade, uma proporção dos nutrientes é incorporada e acumulada na água, causando eutrofização dos ambientes (AZEVEDO et al. 2002).

As operações da aquicultura produzem poluição de nutrientes comparados a pequenas cidades, destruição de habitats e degradação de ecossistemas aquáticos, sendo ainda vetores de doenças (COSTA-PIERCE, 2002).

Os impactos ambientais da aquicultura são a destruição de áreas de manguezais e eutrofização das águas recebidas pelos efluentes da atividade (MCINTOSH, 2002). Na Tailândia, na última década, fazendas de camarão marinho têm degradado o ambiente de áreas costeiras, causando impactos sociais, econômicos e ambientais (TOOKWINAS e SONGSANGJINDA, 2003).

Segundo Boyd (1997a) fazendas de camarões não são a única fonte de poluição de águas costeiras. Estas são frequentemente construídas em regiões onde as águas costeiras foram altamente poluídas com efluentes domésticos, industriais e agrícolas, antes mesmo do advento das fazendas de camarão.

Os efluentes da carcinicultura apresentam melhores qualidades físicas e químicas da água comparada às descargas domésticas tratadas (NUNES, 2002a; ALONSO – RODRIGUES e PÁEZ–OSUNA, 2003).

A atividade da carcinicultura no Brasil está em franco desenvolvimento, sendo imprescindível à adoção de medidas preventivas para reduzir os possíveis impactos ambientais ocasionados pelos efluentes da carcinicultura. As pressões ambientalistas em diferentes partes do planeta e as legislações ambientais brasileiras contribuem para exigir dos produtores uma prática de manejo dentro do modelo de ecodesenvolvimento (OLIVERA, 2001).

Diversas técnicas têm sido utilizadas para reduzir os possíveis impactos ambientais gerados pela atividade: redução da taxa de renovação de água, recirculação de água, tratamento dos efluentes com moluscos bivalves e macroalgas, utilização das águas de drenagem dos viveiros para a irrigação de produtos agrícolas (MCINTOSH et al. 2003; MCINTOSH e FITZSIMMONS, 2003), e indução do alimento natural em viveiros, assim propiciando a sustentabilidade da atividade.

Segundo Funge-Smith e Briggs (1998), existem uma necessidade pelo desenvolvimento e disseminação de sistemas de cultivo de camarão que sejam ambientalmente e economicamente sustentáveis. Existe um consenso global sobre as metas críticas para o cultivo de camarão que é desenvolver sistemas de produção com uma descarga mínima de desperdícios em ambientes receptores (BURFORD e LORENZEN, 2004), caso contrário poderá ocorrer redução no crescimento dos camarões, aumento da conversão alimentar e o surgimento de doenças.

Práticas de manejo que não tem compromisso com o meio ambiente podem comprometer o futuro da indústria de cultivo de camarões na Austrália (JACKSON et al. 2003a). Na aquíicultura é importante o tratamento e redução dos efluentes gerados pelas fazendas, para evitar os impactos aos ambientes adjacentes e não denegrir a imagem da atividade perante alguns ramos da sociedade civil, apesar da aquíicultura poluir menos que diversas outras atividades ligadas à produção.

Abreu et al. (2003) relatam que fazendas de camarão localizadas no Estuário do Rio Jaguaribe (Ceará) na emissão de nitrogênio e fósforo para o ambiente ocupam a penúltima e última posição das fontes antropogênicas (águas servidas, agricultura, pecuária e carcinicultura). Paez-Osuna et al. (1999) estudando a descarga de nutrientes de fazendas de camarão nas cidades de Sinaloa, Nayarit e Sonora localizadas no Golfo da Califórnia – México, relatam que na emissão de nitrogênio e fósforo nos estuários a aquíicultura contribui

com 2,8% e 2,2%, agricultura com 50% e 37%, rios com 44% e 55,4% e municipal com 3,2% e 5,4%, respectivamente.

O estudo do fluxo químico e as características dos efluentes são essenciais para o planejamento e decisão relativas ao potencial impacto que pode resultar das fazendas de camarão (PÁEZ-OSUNA et al. 1997).

Nos últimos anos têm sido publicados diversos trabalhos (HOSSAIN et al. 2004, SEIFFERT e BELTRAME, 2004, LACERDA et al. 2004; BOYD, 2003a; BOYD, 2003b; BRUGGER, 2003; BRUMMETT, 2003; JACKSON et al. 2003a; LAPATRA, 2003; LAWRENCE et al. 2003; VINATEA et al. 2003; TOOKWINAS e SONGSANGJINDA, 2003; WAHAB et al. 2003; AZEVEDO et al. 2002; COSTA-PIERCE, 2002; MCINTOSH, 2002; NUNES, 2002a; BOYD, 2001; LIN et al. 2001; MUKHI et al. 2001; OLIVERA, 2001; TEICHERT-CODDINGTON et al. 1999), a respeito da sustentabilidade e o tratamento dos efluentes da aquíicultura, ressaltando a importância deste tema.

#### **2.4 Matéria orgânica do solo**

Os camarões são organismos bentônicos e passam a maior parte do tempo sob e sobre a interface água/sedimento, que segundo Sipaúba - Tavares (1994) e Avnimelech e Ritvo (2003) é um dos principais compartimentos dentro do ecossistema aquático, uma vez que grande parte das transformações químicas ocorre neste local.

A baixa qualidade do solo e da água nos viveiros pode estressar os peixes e camarões, causando perda de apetite, crescimento lento, maior susceptibilidade a doenças e parasitos, e conseqüentemente aumentando a mortalidade (BOYD, 1997a). A administração da saúde dos camarões é função da manutenção de uma boa qualidade da água e do solo, através de boas técnicas de manejo (PEREIRA et al. 2004; WILLIAM, 2002; MCINTOSH et al. 2001).

Deve-se destacar que a matéria orgânica, quando acumulada, pode afetar a saúde do viveiro e conseqüentemente a produção da espécie cultivada por promover condições de baixa oxigenação e substâncias tóxicas (JAMU e PIEDRAHETA, 2002). O acúmulo de sedimentos orgânicos após períodos sucessivos de cultivo, tem impacto negativo na fauna bentônica e na qualidade da água (MUKHI et al. 2001). O excesso de matéria orgânica pode eventualmente desencadear a mortalidade de camarões resultante da decomposição deste material (HERNÁNDEZ e NUNES, 2001).

Os principais fatores que causam baixas concentrações de oxigênio dissolvido durante a noite são densos florescimentos de fitoplâncton e o alto acúmulo de matéria orgânica no sedimento, que são ocasionados pelas altas dosagens de nutrientes na fertilização e rações

(BOYD, 2002a). Segundo Nunes (2001), um incremento da matéria orgânica no solo dos viveiros ocasiona uma maior demanda de oxigênio durante o processo de degradação.

Na ausência de oxigênio os microorganismos utilizam outros receptores de elétrons de acordo com a seqüência  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Mn}^{+4}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  e  $\text{HCO}_3^-$ , na medida em que o potencial redox vai reduzindo (MEIJER e AVNIMELECH, 1999).

Segundo Chien (1989) a maioria dos ambientes aquáticos de cultivo apresenta um baixíssimo potencial redox, resultante da estratificação térmica da coluna de água e da decomposição da matéria orgânica. Para solucionar este problema tem sido sugerida a aplicação de nitrato de sódio no solo dos viveiros para atuar como oxidante da matéria orgânica (BOYD, 1997a).

### **3. HIPÓTESE**

A utilização de nitrato de sódio em viveiros contribui para melhorar o processo de fertilização e conseqüentemente aumenta o crescimento dos camarões durante o cultivo.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar o desempenho do cultivo de camarão marinho *Litopenaeus vannamei* utilizando nitrato de sódio e fertilização com uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio.

#### **4.2 Objetivos específicos**

Avaliar os dois sistemas de fertilização em relação a:

- As variáveis de cultivo (peso médio aos quarenta primeiros dias, peso médio final, tempo, sobrevivência, produtividade, conversão alimentar);
- O desenvolvimento do plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) dos viveiros;
- As variáveis hidrológicas (silicato, amônia, nitrito, nitrato, ortofosfato) da água dos viveiros;
- A matéria orgânica e o pH do solo no final do ciclo de cultivo;

## 5. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Locais de execução do experimento

O experimento foi conduzido durante o período de fevereiro a agosto de 2003, nas fazendas de camarão marinho Atlantis, localizada no Município de Goiânia, Pernambuco, e Cana Brava, localizada no Município de Canguaretama, Rio Grande do Norte.

### 5.2 Desenho experimental

Foram considerados dois tratamentos: NS (nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio) e SNS (uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio). Na fazenda Atlantis, o tratamento NS, teve três repetições (viveiros 59, 66 e 73) e o SNS duas repetições (viveiros 62 e 70). Para a fazenda Cana Brava, o tratamento NS, teve duas repetições (viveiros 16 e 17) enquanto que o SNS apenas um viveiro (viveiro 08), perfazendo um total de oito unidades experimentais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Área dos viveiros utilizados no experimento.

Tratamento	NS				SNS				
	Bloco	Viveiros	Área (ha)	Início	Final	Viveiros	Área (ha)	Início	Final
Fazenda		59	8,0	21/02	17/06	62	10,0	10/04	10/08
Atlantis		66	8,0	11/03	12/07	70	8,0	24/03	09/08
		73	4,0	21/02	27/06				
Fazenda		16	4,5	12/03	01/07	08	6,9	22/04	15/08
Cana Brava		17	5,2	22/03	02/07				
Total		05	29,7			03	24,9		

NS = nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio.

SNS = Uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio.

### 5.3 Programa específico de aplicação de nitrato de sódio

#### 5.3.1 Aplicação inicial

A primeira dosagem de nitrato de sódio, numa quantidade de 250kg/ha, foi aplicada diretamente no solo, sem dissolver, numa faixa, a cada cinco metros do viveiro. Vinte e quatro horas após aplicação no solo foi procedido o enchimento dos viveiros, até atingir 50% do nível de operação do viveiro. Alcançando este nível, deixou-se o nitrato de sódio atuar no solo por sete dias.

### 5.3.2 Aplicação periódica de nitrato de sódio durante o ciclo de cultivo

#### 5.3.2.1 Doses desde a semana do povoamento

Sete dias após o enchimento (50% do nível) foi aplicada a primeira dose de nitrato de sódio dissolvido na água. Depois do povoamento, foi fertilizado com doses correspondentes, aumentando a coluna de água para os níveis requeridos de cultivo.

#### 5.3.2.2 Doses da semana 1 até a despesca

Após o povoamento dos viveiros a aplicação do nitrato de sódio ocorreu semanalmente, nas formas dissolvida em água ou não, conforme a tabela 2.

**Tabela 2.** Protocolo de aplicação de nitrato de sódio nas fazendas.

Nitrato de Sódio		Doses Kg/ha		Observações
Aplicação no solo		250	Sem Dissolver	1 dose
Aplicação	na	250	Sem Dissolver	1 dose
coluna de água	Semana (povoamento)	30	Dissolver*	2 doses
	1	20	Sem dissolver**	1 dose
	2	20	Dissolver	2 doses
	3	20	Sem dissolver	1 dose
	4	15	Sem dissolver	1 dose
	5	10	Sem dissolver	1 dose
	6	15	Sem dissolver	1 dose
	7	10	Sem dissolver	1 dose
	8	10	Sem dissolver	1 dose
	9	10	Sem dissolver	1 dose
	10	10	Sem dissolver	1 dose
	11	10	Sem dissolver	1 dose
	12	5	Sem dissolver	1 dose
	13	5	Sem dissolver	1 dose
	14	5	Sem dissolver	1 dose
	15***	5	Sem dissolver	1 dose
Total Kg/ciclo		450		

\*Atua diretamente como nutriente para o fitoplâncton; \*\*Atua diretamente na oxidação da matéria orgânica e posteriormente sendo liberado nutrientes para o fitoplâncton; \*\*\*A partir da décima quinta semana de cultivo o nitrato de sódio foi aplicado semanalmente 5kg/ha sem dissolver, em dose única, até o final do ciclo de cultivo.

#### **5.4 Programa específico de aplicação de uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio**

Antes do enchimento dos viveiros, foi realizada a correção do solo, através da calagem, utilizando calcáreo dolomítico ( $\text{CaCO}_3$ ). A quantidade utilizada em cada viveiro foi de acordo com o pH do solo (BOYD, 1997a).

Neste tratamento foram utilizados os fertilizantes inorgânicos (uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio) de uso comum à rotina das empresas. Sendo aplicados semanalmente na forma dissolvida. Sendo aplicados de 40 a 10 kg/ha de uréia, 10 a 4 kg/ha de superfosfato triplo e 10 a 4 kg/ha de silicato de sódio. A dosagem dos fertilizantes dependeu da transparência da água dos viveiros, medida pelo disco de secchi, entre o período de 10 às 14 horas.

#### **5.5 Densidade, Alimentação e Biometria**

Para o povoamento dos viveiros nas fazendas Atlantis e Cana Brava, foram adquiridas pós-larvas das larviculturas Aqualider e Aquatec, respectivamente. As densidades para o tratamento NS foram de 35 e 40 camarões/m<sup>2</sup>, enquanto para o tratamento de SNS foram de 30 e 40 camarões/m<sup>2</sup> nas fazendas Atlantis e Cana Brava, respectivamente.

Para alimentação dos camarões foi utilizada uma ração comercial de 30% PB (proteína bruta) distribuída pelo método de alimentação por bandejas. As biometrias (peso em gramas) com uma amostragem de 100 camarões/ha foram realizadas semanalmente a partir dos quarenta primeiros dias iniciais de cultivo.

Foram utilizados aeradores nos viveiros da fazenda Cana Brava a partir dos primeiros quarenta dias de cultivo, enquanto na fazenda Atlantis não foi utilizado aeradores durante o ciclo de cultivo.

#### **5.6 Coletas das amostras**

As amostras de solo, água e plâncton foram tomados no horário entre 06:00 e 08:00h. Após a coleta, as amostras foram mantidas sob resfriamento, em temperatura máxima de 15°C, inclusive durante o seu transporte, o qual ocorreu em até no máximo 24 horas.

##### **5.6.1 Coletas de água dos viveiros**

As amostras de água destinada à análise química foram coletadas, semanalmente, desde a primeira semana de cultivo. As amostras foram coletadas com um amostrador de fundo,

disposto acima do sedimento. Foi empregada garrafa tipo PET, de uso específico para água e sem contaminação com outros líquidos.

#### 5.6.2 Coletas do solo dos viveiros

Para a coleta das amostras do sedimento, foi empregado um tubo de PVC, com diâmetro de 75mm, com um comprimento de aproximadamente 35cm. O tubo foi marcado externamente a cada 5cm de comprimento a partir de sua base, de modo a facilitar a sua orientação e penetração no solo, até a profundidade desejada de coleta.

Para facilitar a coleta da amostra e evitar seu escoamento dentro do tubo, o mesmo foi dotado de um tampão, que foi colocado na boca do tubo, por debaixo do sedimento, antes de levantar o tubo do solo do viveiro. A partir de cada subamostra obtida do perfil vertical, foram aproveitados apenas os últimos 15cm da mesma, desprezando-se o restante.

Foram coletadas amostras no início, antes do enchimento dos viveiros e no final do período de cultivo, sendo tomadas subamostras com a aproximadamente ½ kg de sedimento, para cada hectare de área superficial do viveiro (ALLEN, 1989).

Cada subamostra foi separada para a composição final da amostra de cada viveiro. Todas as subamostras de cada viveiro, foram, então, misturadas num recipiente plástico (bacia), e bem homogeneizadas, sendo retirada uma única amostra, com peso médio de 1kg (ALLEN, 1989).

A amostra final foi acondicionada em saco plástico, devidamente identificada em etiqueta apropriada com data, local e o número do viveiro, e mantida em temperatura ambiente, ao abrigo do sol.

#### 5.6.3 Coletas de plâncton dos viveiros

A coleta do plâncton foi realizada semanalmente desde o povoamento até o final do ciclo de cultivo. As amostras foram coletadas verticalmente na direção solo/superfície. Em seguida o material foi fixado em garrafa de 250mL e fixado com formol tamponado a 4% (SIPAÚBA-TAVARES, 2001).

### **5.7 Análises das amostras**

As análises químicas da água e do solo foram realizadas no Laboratório de Limnologia e a análise do plâncton foi realizada no Laboratório de Produção de Alimento Vivo. Ambos os

laboratórios estão localizados no Departamento de Pesca / Universidade Federal Rural de Pernambuco.

#### 5.7.1 Análises físicas e químicas da água

Os dados de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, salinidade e alcalinidade foram fornecidos pelas fazendas Atlantis e Cana Brava durante o período de cultivo.

As análises químicas da água envolveram a determinação de vários nutrientes a partir das respectivas metodologias: nitrito ( $\text{NO}_2$ ) (mg/L) Bendochneider e Robinson (1952) *apud* Golterman (1978); nitrato ( $\text{NO}_3^{2-}$ ) (mg/L) Mackereth et al. (1978); amônia ( $\text{NH}_4^+$ ) (mg/L) Koroleff (1976); ortofosfato ( $\text{PO}_4^-$ ) (mg/L) com digestão com persulfato ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ), segundo APHA (1995); silicato ( $\text{SiO}_2$ ) (mg/L) Golterman, (1978).

#### 5.7.2 Análises químicas do solo

As análises químicas do solo envolveram a determinação do pH e da matéria orgânica (%).

##### 5.7.2.1 Tratamento das amostras de solo para análise

As amostras foram secadas na estufa a  $40^\circ\text{C}$ . Após a secagem, o solo foi esfarelado e passou-se por uma peneira de 2mm de abertura de malha.

##### 5.7.2.2 Determinação do pH do solo

A análise do pH do solo foi realizada utilizando uma proporção de 1 / 2,5 de solo e água deionizada. Pesou-se 20g de solo seco, posteriormente adicionou-se 50mL de água deionizada e homogeneizou, posteriormente deixou-se repousar por 30 minutos, fazendo a leitura de pH com eletrodo (ALLEN, 1989).

##### 5.7.2.3 Determinação da matéria orgânica do solo (%)

Os cadinhos de porcelana limpos e vazios foram queimados na mufla por 2h a  $550^\circ\text{C}$ , esfriados no dessecador por 1h, sendo em seguida pesados. Colocou-se 1g de solo no cadinho, e foi levada a estufa por 2h a  $105^\circ\text{C}$ , deixando-se esfriar no dessecador por 1h, e novamente pesados (ALLEN, 1989).

Cálculo do peso seco

$$\text{Peso seco (\%)} = \frac{\text{peso seco (g)} \times 100}{\text{peso inicial (g)}}$$

- a. colocar os cadinhos com solo novamente na mufla por 2 h a 550 °C
- b. deixar esfriar no dessecador por 1 h e pesar

Cálculo do teor de matéria orgânica

$$\text{Matéria orgânica (\%)} = \frac{\text{diferença do peso (g)} \times 100}{\text{peso seco (g)}}$$

### 5.7.3 Análises do plâncton

As análises do plâncton foram realizadas conforme os seguintes procedimentos:

- a) A contagem e identificação do fitoplâncton (células/mL), foram realizadas em microscópio ótico e com auxílio de câmara de Neubauer, classificando em quatro principais grupos: diatomáceas, cianobactérias, clorofíceas e dinoflagelados;
- b) A contagem e identificação do zooplâncton (organismos/litro), foram realizadas em microscópio ótico com auxílio da câmara de Sedwick-Rafter, classificando em três principais grupos: cladóceros, copépodos e rotíferos.

## 5.8 **Análise Estatística**

Os dados relacionados durante os cultivos foram processados separadamente por fazendas. Inicialmente utilizou-se método estatístico descritivo expresso em intervalos de confiança segundo a equação abaixo e posteriormente aplicou-se estatística experimental que considera o teste com a distribuição “t” de student (MENDES, 1999), utilizando o programa Excel 2000.

$$X \pm T_{\alpha/2} S_X \text{ em que } S_X = S / \sqrt{n}$$

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Produção

Na fazenda Atlantis, os camarões submetidos aos tratamentos NS e SNS durante 131 e 130 dias, respectivamente, obtiveram peso médio nos quarenta primeiros dias de 3,2 e 3,6g, peso médio final de 8,5 e 8,6g, conversão alimentar de 1,8 e 1,5, sobrevivência de 69,7 e 72,6% e produtividade de 2.133 e 1.877 Kg/ha/ciclo, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Na fazenda Cana Brava, os camarões submetidos aos tratamentos NS e SNS durante 106 e 115 dias, respectivamente, obtiveram peso médio nos quarenta primeiros dias de 4,0 e 3,5g, peso médio final de 10,6 e 10,4g, conversão alimentar de 1,5 e 1,7, sobrevivência de 84 e 81% e produtividade de 3.571 e 3.371 Kg/ha/ciclo, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Média e erro padrão dos dados de produção das fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Fazendas	Atlantis				Cana Brava			
	NS		SNS		NS		SNS	
Tratamentos								
Densidade (camarões/m <sup>2</sup> )	35 <sup>a</sup>	5	30 <sup>a</sup>	0	40 <sup>a</sup>	0	40 <sup>a</sup>	0
Peso aos 40 dias (g)	3,2 <sup>a</sup>	0,09	3,6 <sup>a</sup>	0,24	4,0 <sup>a</sup>	0,70	3,5 <sup>a</sup>	0
Peso final (g)	8,5 <sup>a</sup>	0,26	8,6 <sup>a</sup>	0,33	10,6 <sup>a</sup>	0,03	10,4 <sup>a</sup>	0
Tempo (dias)	131 <sup>a</sup>	4,93	130 <sup>a</sup>	8,00	106 <sup>a</sup>	4,50	115 <sup>a</sup>	0
Sobrevivência (%)	69,7 <sup>a</sup>	8,84	72,6 <sup>a</sup>	1,25	84,0 <sup>a</sup>	2,75	81,0 <sup>a</sup>	0
Produtividade (Kg/ha/ciclo)	2.133 <sup>a</sup>	533,46	1.876 <sup>a</sup>	41,00	3.571 <sup>a</sup>	122,50	3.371 <sup>a</sup>	0
Conversão alimentar	1,8 <sup>a</sup>	0,17	1,5 <sup>a</sup>	0,28	1,5 <sup>a</sup>	0,11	1,7 <sup>a</sup>	0

NS = nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio.

SNS = Uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio.

Letras diferentes (a, b) entre as médias na linha horizontal, diferenciam os tratamentos pelo teste T (P<0,05).

Allan et al. (1995), pesquisando o crescimento do camarão *P. monodon* nos estágio iniciais, obteve 20% no ganho de crescimento em viveiros fertilizados com densidades de 15 camarões/m<sup>2</sup>. Correia et al. (2003) não encontraram diferença significativa em viveiros sem fertilização com 100% da oferta de ração e viveiros fertilizados com 50% da oferta de ração nos resultados de sobrevivência, ganho de peso, peso final, taxa de crescimento específico, biomassa final, porém a conversão alimentar foi melhor para viveiros fertilizados do camarão de água doce *M. rosenbergii*.

Martinez-Cordova et al. (2002) encontraram melhores resultados no peso final de 15,1g e conversão alimentar de 1,7 em viveiros que utilizaram ração suplementar e fertilização do que em viveiros com ração completa e sem fertilização, peso final de 13,8g e conversão alimentar de 2,0 no cultivo de *L. stylirostris*. Estes resultados sugerem que a biota natural tem uma importante contribuição na nutrição dos camarões.

Castro (1995) encontrou peso médio final de 16,2 e 12,6g e sobrevivência de 52 e 49% em viveiros de camarões fertilizados, respectivamente com e sem nitrato de sódio na fazenda Camaroneira Angardo (Equador).

Burgos (1997) obteve melhores resultados de produção em viveiros fertilizados com nitrato de sódio quando comparado com uréia, tempo de cultivo de 110 e 205 dias, peso médio final de 15 e 13g, crescimento semanal de 0,95 e 0,40g, conversão alimentar de 1,8 e 3,0, sobrevivência de 55 e 30% e produtividade de 825 e 400 Kg/ha/ciclo, respectivamente, na fazenda Las Palmas (México).

Na fazenda de camarão marinho Oceanos (Colômbia) viveiros fertilizados com nitrato de sódio apresentaram melhores resultados de produção quando comparados com o fertilizante orgânico, produzido no Peru, tempo de cultivo de 107 e 103 dias, peso médio final de 13,4 e 10,2g, conversão alimentar de 1,25 e 1,42, sobrevivência de 65,9 e 62,6% e produtividade de 1.150 e 944 Kg/ha/ciclo, respectivamente (CASTRO, 1997).

Tay (2000) obteve melhores resultados de produção em viveiros fertilizados com nitrato de sódio quando comparado com viveiros sem esse fertilizante, para os camarões marinhos *L. vannamei* e *L. stylirostris*, peso médio final de 8,7 e 12,9g, e 8,7 e 9,7g, crescimento semanal de 0,61 e 0,54g, conversão alimentar de 1,9 e 4,4, sobrevivência de 28 e 27% e produtividade de 1.391 e 1.072 Kg/ha/ciclo, respectivamente, na fazenda Mayasal (Guatemala).

Nunes e Martins (2000) classificam os resultados de sobrevivência em viveiros de camarão como: excepcional (> 90%), ótimo entre (75 e 90%), bom entre (65 – 75%), normal entre (50 - 65%) e ruim (< 50%). Os resultados obtidos pelo fertilizante nitrato de sódio na Fazenda Atlantis (69,7%) e Cana Brava (84%) estão classificados como bom e ótimo, respectivamente (Tabela 3).

Os resultados obtidos de sobrevivência, produtividade e conversão alimentar foram melhores que os obtidos por Castro (1995); Castro (1997), Burgos (1997) e Tay (2000) que utilizaram nitrato de sódio como fertilizante.

Pelos resultados obtidos nas fazendas estudadas, não foi constatada diferença significativa na produção de camarões com o fertilizante à base de nitrato de sódio (NS) em

comparação com o tratamento SNS (Tabela 3). Os resultados obtidos por outros autores, demonstram a eficiência do nitrato de sódio na produção em comparação com outras estratégias de fertilização, então se sugere uma mudança no protocolo de aplicação do produto, adequado às características de cultivo do Brasil, que são diferentes dos outros países onde o produto já foi testado.

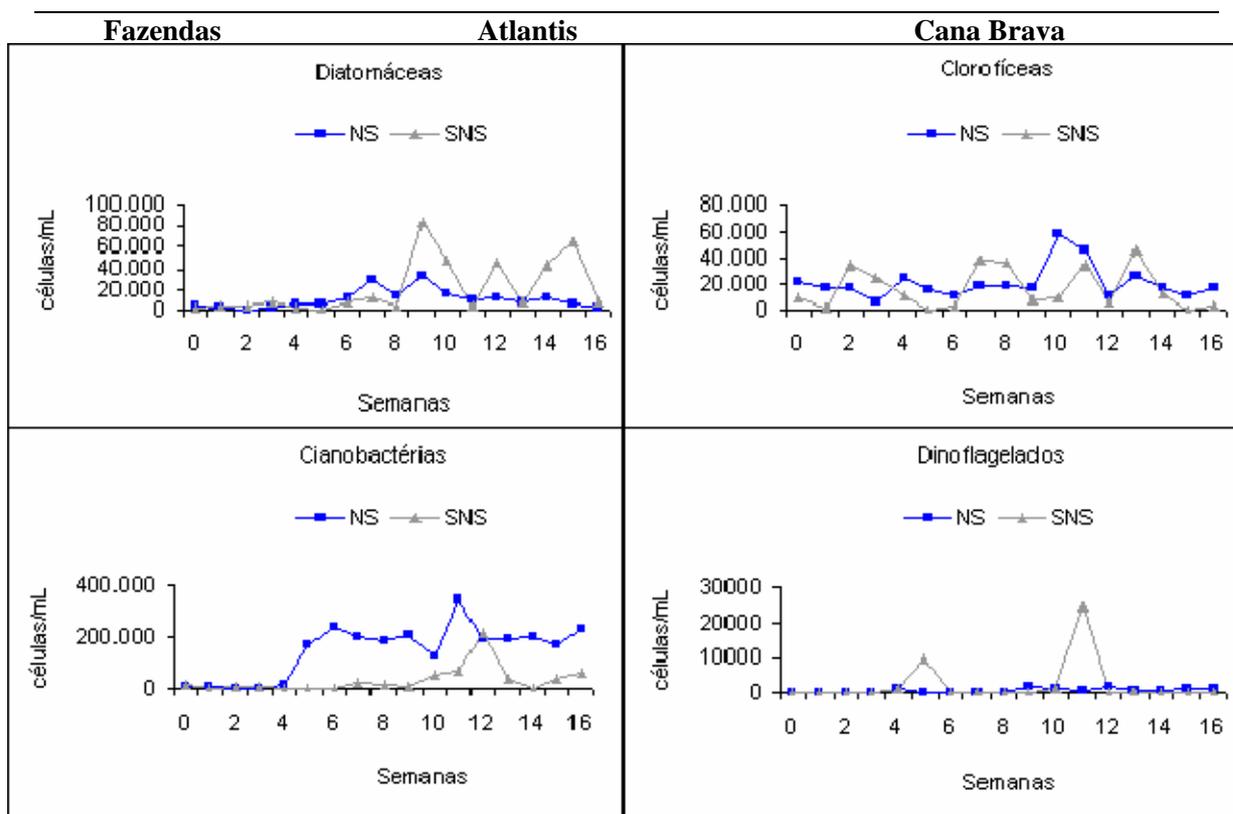
## 6.2 Plâncton

### 6.2.1 Fitoplâncton

Na fazenda Atlantis, os tratamentos NS e SNS proporcionaram densidades de diatomáceas 12.554 e 5.833 células/mL, clorofíceas de 15.642 e 13.534 células/mL, cianobactérias de 150.567 e 161.729 células/mL e dinoflagelados de 438 e 451 células/mL, respectivamente, e apresentam diferença significativa entre os tratamentos para as densidades de diatomáceas (Tabela 4 e Figura 1).

Na fazenda Cana Brava, os tratamentos NS e SNS proporcionaram densidades de diatomáceas 10.270 e 20.326 células/mL, clorofíceas de 20.954 e 16.144 células/mL, cianobactérias 146.052 e 34.250 células/mL e dinoflagelados de 611 e 2.206 células/mL, respectivamente, e apresentam diferença significativa entre os tratamentos para as densidades de cianobactérias (Tabela 4 e Figura 2).

**Tabela 4.** Densidade (células/mL) média e erro padrão dos grupos fitoplânctonicos no ciclo de cultivo das fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.



**Figura 2.** Densidade média semanal dos grupos fitoplânctônicos durante o ciclo de cultivo da fazenda Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Segundo Boyd (2003c) fertilizantes contendo nitrato de sódio como fonte de nitrogênio são especialmente eficientes para promover o desenvolvimento de diatomáceas. Nunes (2001) recomenda uma densidade mínima de 20.000 células/mL de diatomáceas em viveiros de camarões. Estas densidades foram atingidas nas semanas 15<sup>o</sup> e 18<sup>o</sup> de cultivo para fazenda Atlantis no tratamento NS, e nas semanas 8<sup>o</sup> e 16<sup>o</sup> de cultivo para fazenda Cana Brava no tratamento de SNS (Figuras 1 e 2).

Castro (1995) encontrou, em viveiros fertilizados com nitrato de sódio, densidade de diatomáceas 1,5 vez maior do que aquelas em que se utilizou outro fertilizante. Para o tratamento NS, foram observadas densidades de diatomáceas 2,15 vezes maiores para a fazenda Atlantis, e 1,97 vez menores para fazenda Cana Brava.

Maia et al. (2003) encontraram melhores resultados de sobrevivência e conversão alimentar para o camarão *L. vannamei*, em cultivo superintensivo, na estação que apresentou uma maior densidade de diatomáceas nos viveiros. A densidade de diatomáceas (12.554 células/mL) no tratamento NS para fazenda Atlantis foi significativamente superior ao tratamento SNS, porém não foi encontrada diferença significativa na conversão alimentar entre os tratamentos.

As diatomáceas e clorófitas são as microalgas que mais favorecem o crescimento dos camarões. Nunes (2001) recomenda uma densidade mínima de 50.000 células/mL de clorófitas e uma densidade máxima de 40.000 células/mL de cianobactérias em viveiros de camarões. Apenas o tratamento SNS na fazenda Cana Bravas proporcionou a densidade recomendada para as cianobactérias (Tabelas 4).

Azim et al. (2002) estudando a influência da fertilização, alimentação e substratos artificiais na produção, observaram uma maior densidade de clorófitas em relação aos outros grupos. Os tratamentos NS e SNS apresentaram, nas fazendas estudadas, maiores densidades de cianobactérias em relação aos demais grupos analisados (Tabelas 4).

Grandes densidades de cianobactérias em viveiros de camarões e uma escassa densidade de diatomáceas ocasionam um deficiente crescimento dos camarões (ALONSO-RODRÍGUEZ e PÁEZ-OSUNA, 2003).

Muitos fatores como fertilização inadequada e condições ambientais (temperatura e salinidade) são responsáveis pela floração indesejável de dinoflagelados e cianobactérias,. Excesso de nutrientes altera a composição do fitoplâncton, ocorrendo a substituição de diatomáceas por dinoflagelados (ALONSO-RODRÍGUEZ e PÁEZ-OSUNA, *op. cit.*).

Segundo Yan et al. (2003) um dos retrocessos da maricultura Chinesa é a floração de algas nocivas como algumas espécies de dinoflagelados. A densidade de dinoflagelados na fazenda Cana Brava para os tratamentos NS e SNS foi superior a recomendada por Nunes (2001), isto é, densidade máxima de 500 células/mL. Isto pode indicar um excesso de nutrientes, ocasionado uma maior carga de efluentes para o meio ambiente e ocasionando problemas futuros. Entre eles pode-se citar a queda da produção pela baixa concentração de oxigênio dissolvido e pelo aparecimento de doenças.

Diversos trabalhos relatam a eficiência do nitrato de sódio no desenvolvimento de algas. Costa et al. (2001) encontraram maior produção de biomassa da microalga *S. platensis* quando comparado com fertilização com uréia e nitrato de amônio. Khan et al. (1998) encontraram melhores taxas de crescimento da diatomácea *S. costatum* utilizando nitrato de sódio. Leal e Bonachea (1994) encontraram melhores taxas de crescimento das principais microalgas utilizadas em larvicultura de camarões (*T. tetraethete*, *C. gracilis*, *T. fluviatilis*). Vasuki et al. (2001) encontraram melhor crescimento da macroalga marinha *P. boergeseni*, utilizando o nitrogênio na forma oxidada ( $\text{NO}_3^-$ ), do que outras fontes de nitrogênio.

Outros trabalhos também relatam melhor crescimento das algas utilizando nitrato de sódio, quando comparado com outras fontes de nitrogênio (GANESA et al. 2001; DAWES et al. 1993).

Foram encontradas diferenças significativas em fertilizar com nitrato de sódio (NS) e outra estratégia de fertilização (SNS), no desenvolvimento das diatomáceas e cianobactérias. Os resultados obtidos neste experimento, com nitrato de sódio, são superiores aos encontrados por outros autores, que utilizaram nitrato de sódio em viveiros de camarão.

### 6.2.2 Zooplâncton

Na fazenda Atlantis, os tratamentos NS e SNS proporcionaram densidades de cladóceros 0,39 e 11,48 organismos/L, copépodos de 60,38 e 87,22 organismos/L, rotíferos de 29,41 e 111,85 organismos/L, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5 e Figura 3).

Na fazenda Cana Brava, os tratamentos NS e SNS proporcionaram densidades de cladóceros 0,09 e 0 organismos/L, copépodos de 110,8 e 73,65 organismos/L, rotíferos de 353,60 e 4,94 organismos/L, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5 e Figura 4).

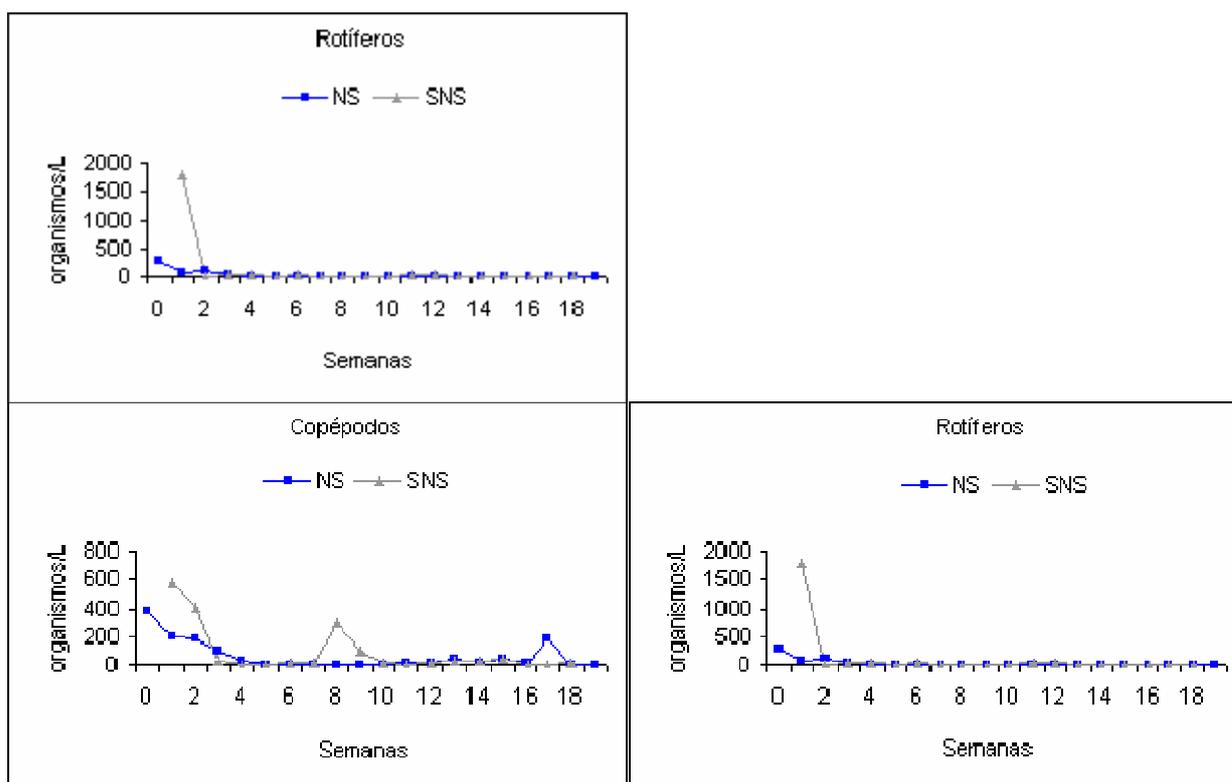
**Tabela 5.** Densidade (organismos/L) média e erro padrão dos grupos zooplânctônicos no ciclo de cultivo das fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Fazendas	Atlantis				Cana Brava			
	NS		SNS		NS		SNS	
Cladóceros	0,39 <sup>a</sup>	0,27	11,48 <sup>a</sup>	11,48	0,09 <sup>a</sup>	0,09	0 <sup>a</sup>	0
Copépodos	60,38 <sup>a</sup>	22,25	87,22 <sup>a</sup>	38,89	110,82 <sup>a</sup>	43,01	73,65 <sup>a</sup>	24,72
Rotíferos	29,41 <sup>a</sup>	14,40	111,85 <sup>a</sup>	99,26	353,60 <sup>a</sup>	230,50	4,94 <sup>a</sup>	4,21

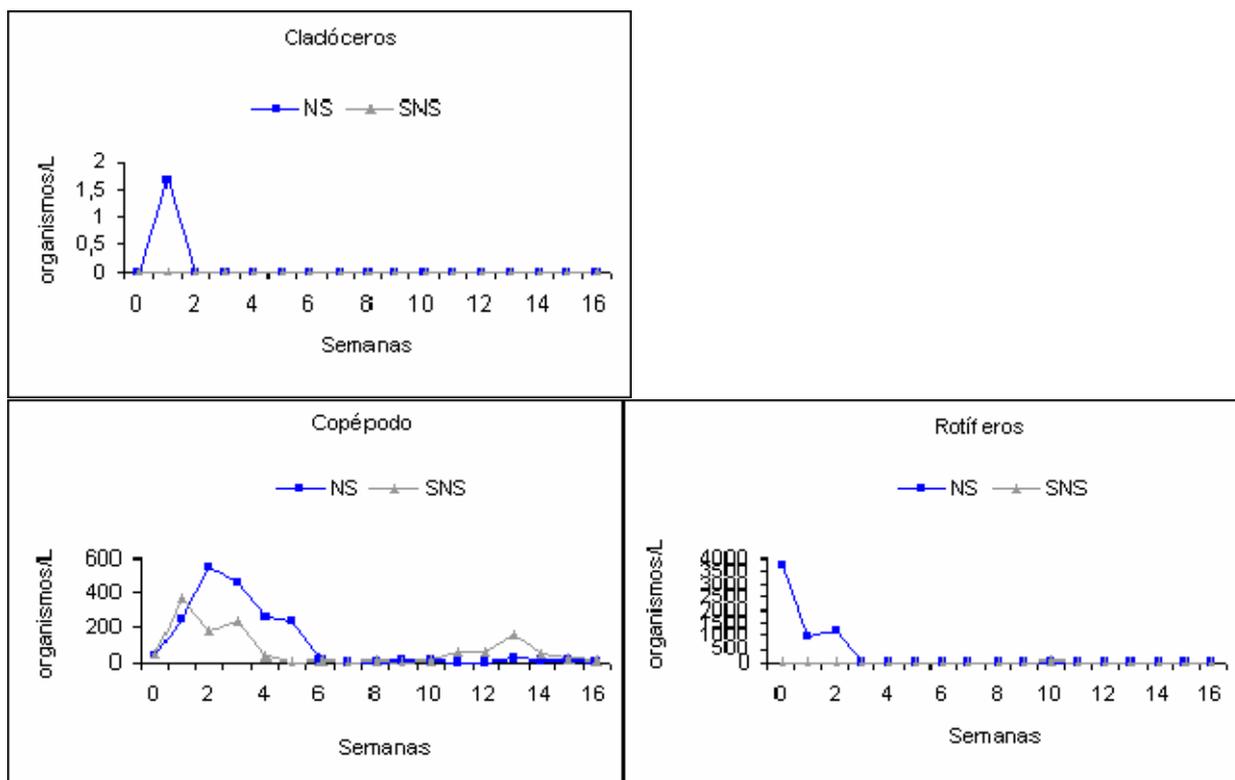
NS = nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio.

SNS = Uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio.

Letras diferentes (a, b) entre as médias na linha horizontal, diferenciam os tratamentos pelo teste T (P<0,05).



**Figura 3.** Densidade média semanal dos grupos zooplânctônicos durante o ciclo de cultivo da fazenda Atlantis, utilizando dois sistemas de fertilização.



**Figura 4.** Densidade média semanal dos grupos zooplânctônicos durante o ciclo de cultivo da fazenda Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Variações físicas e químicas da água, principalmente oxigênio dissolvido, nos viveiros podem afetar a composição e abundância do zooplâncton (PRESTON et al. 2003). No presente estudo, o oxigênio dissolvido encontrou-se acima do mínimo recomendado para o cultivo de organismos aquáticos (3mg/L).

A proliferação do fitoplâncton contribui para a produção do zooplâncton e zoobentos, que são os principais componentes da dieta alimentar dos camarões (PEREGRINO et al. 2002).

Payne et al. (2001) encontraram melhores taxas de crescimento e sobrevivência para *Glaucosoma hebraicum* e *Pagrus auratus*, quando alimentados com rotíferos e copépodos numa proporção de 50% para cada grupo.

Mischke e Zimba (2004) encontraram maiores concentrações de cladóceros e copépodos e menores densidades de rotíferos em viveiros de catfish fertilizados, quando comparados com viveiros sem fertilização. No presente estudo foi encontrada maior densidade de rotíferos e menores de copépodos e cladóceros.

Coman et al. (2003) analisando o zooplâncton de viveiros de *P. japonicus*, encontraram uma biomassa inicial de 324 g/L e uma final de 44,2 g/L, onde 48% eram constituídos de copépodos. Na fazenda Atlantis, os tratamentos NS e SNS proporcionaram uma porcentagem de copépodos na biota do zooplâncton de 66,95 e 41,42%, enquanto na fazenda Cana Brava de 23,86 e 93,71%, respectivamente.

Nunes (2001) recomenda uma densidade mínima de zooplâncton de 2 organismos/L para cultivo de camarões marinhos. Nas fazendas estudadas, utilizando os tratamentos NS e SNS, esta densidade mínima foi alcançada.

Castro (1997) encontrou em viveiros de camarão marinho, fertilizados com nitrato de sódio, maiores densidades de zooplâncton quando comparado com viveiros fertilizados com uréia e Nico (fertilizante orgânico produzido no Peru).

### 6.3 Qualidade da água

As variáveis temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, pH e alcalinidade estiveram dentro da faixa de conforto para a espécie (Tabela 6).

**Tabela 6.** Média e erro padrão das variáveis físicas e químicas da água do ciclo de cultivo nas fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Fazendas	Atlantis				Cana Brava			
	NS		SNS		NS		SNS	
Tratamentos								
Silicatos (mg/L)	2,351 <sup>a</sup>	0,269	3,478 <sup>b</sup>	0,351	0,951 <sup>a</sup>	0,089	0,909 <sup>a</sup>	0,131
Amônia (mg/L)	0,027 <sup>a</sup>	0,006	0,024 <sup>a</sup>	0,003	0,023 <sup>a</sup>	0,005	0,041 <sup>a</sup>	0,011
Nitrito (mg/L)	0,003 <sup>a</sup>	0,001	0,003 <sup>a</sup>	0,001	0,001 <sup>a</sup>	0,000	0,006 <sup>a</sup>	0,004
Nitrato (mg/L)	0,006 <sup>a</sup>	0,001	0,005 <sup>a</sup>	0,001	0,024 <sup>a</sup>	0,015	0,015 <sup>a</sup>	0,012
Ortofosfato (mg/L)	0,016 <sup>a</sup>	0,003	0,007 <sup>b</sup>	0,002	0,043 <sup>a</sup>	0,004	0,061 <sup>a</sup>	0,041
Temperatura (°C)	29,4 <sup>a</sup>	0,103	29,1 <sup>b</sup>	0,121	28,8 <sup>a</sup>	0,474	27,7 <sup>b</sup>	0,122
Oxigênio dissolvido (mg/L)	5,5 <sup>a</sup>	0,060	5,7 <sup>b</sup>	0,088	5,3 <sup>a</sup>	0,886	5,8 <sup>b</sup>	0,165
Salinidade	19,8 <sup>a</sup>	1,146	14,7 <sup>b</sup>	0,295	28,1 <sup>a</sup>	0,295	31,1 <sup>b</sup>	0,208
Alcalinidade(mg/L)	104,8 <sup>a</sup>	1,788	105,5 <sup>a</sup>	3,717	158,6 <sup>a</sup>	8,647	152,8 <sup>a</sup>	0,208
pH	8,3 <sup>a</sup>	0,125	8,7 <sup>a</sup>	0,087	7,4 <sup>a</sup>	0,107	8,1 <sup>a</sup>	0,151

NS = nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio.

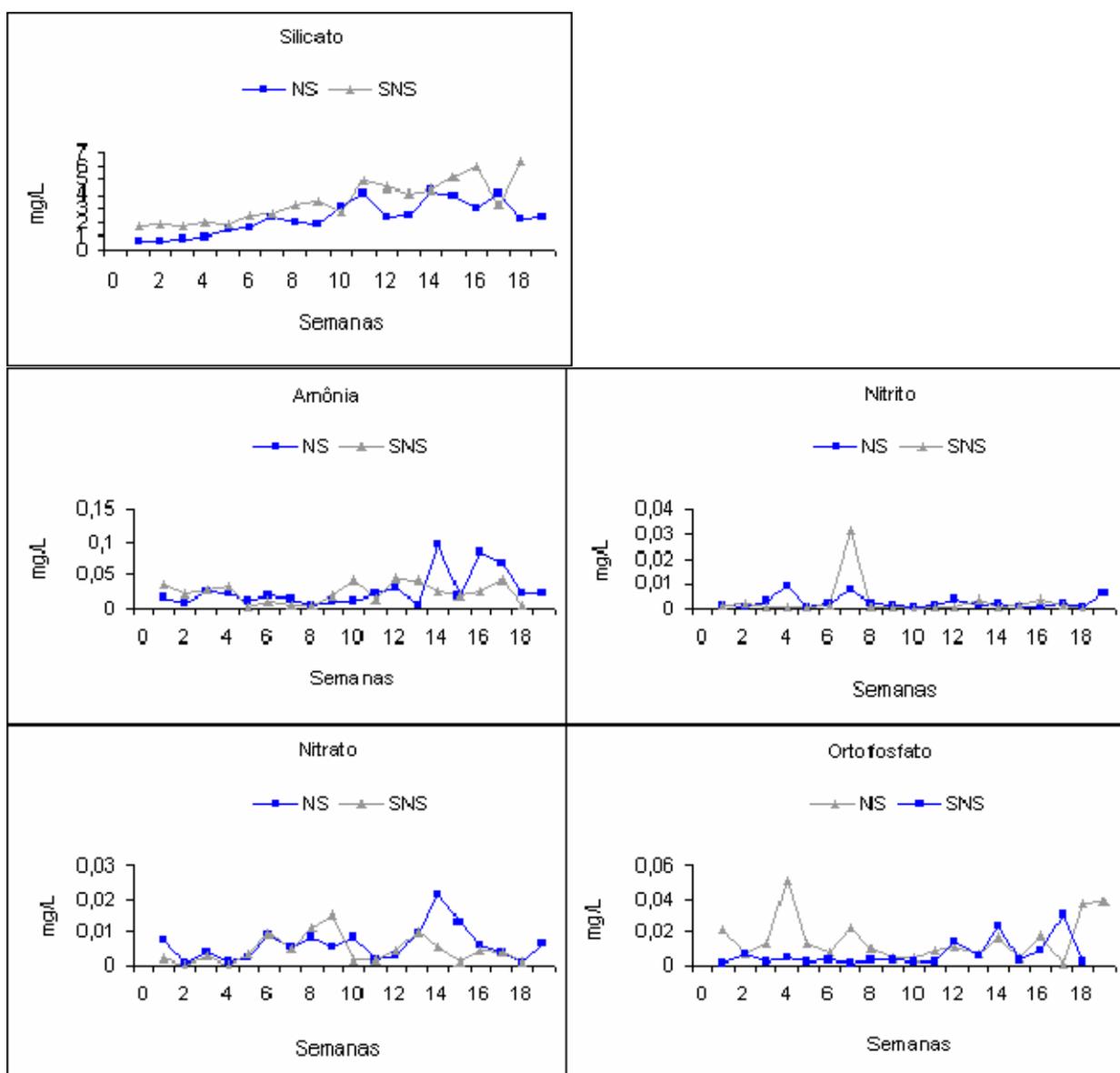
SNS = Ureia, superfosfato triplo e silicato de sódio.

Letras diferentes (a, b) entre as médias na linha horizontal, diferenciam os tratamentos pelo teste T (P<0,05).

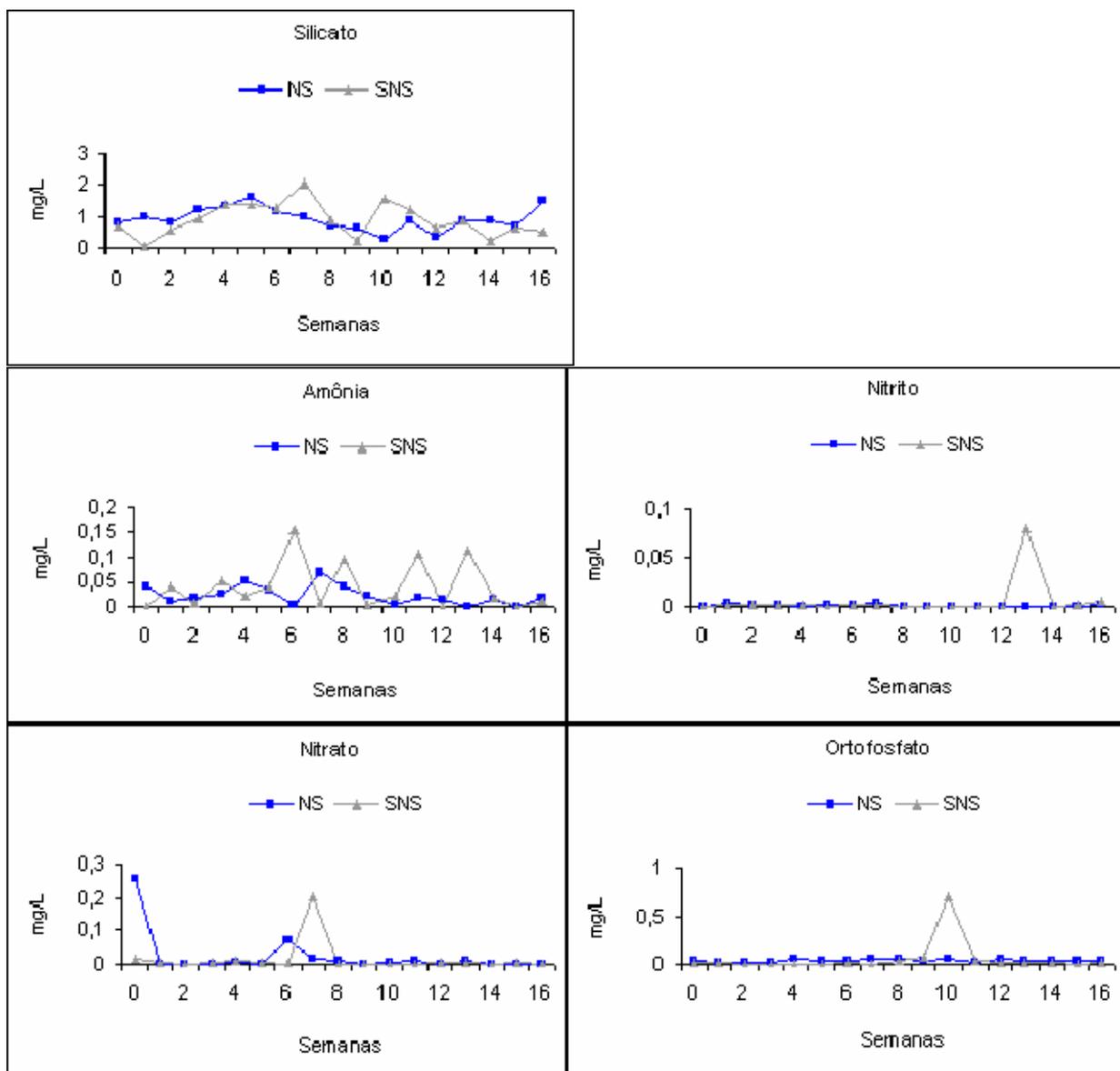
Na fazenda Atlantis, os tratamentos NS e SNS proporcionaram concentrações de

silicato 2,351 e 3,478 mg/L, amônia de 0,027 e 0,024 mg/L, nitrito de 0,003 e 0,003 mg/L, nitrato de 0,006 e 0,005, ortofosfato de 0,016 e 0,007, apresentando diferença significativa entre os tratamentos para as concentrações de silicato e ortofosfato (Tabela 6 e Figura 5).

Na fazenda Cana Brava, os tratamentos NS e SNS proporcionaram concentrações de silicato 0,951 e 0,909 mg/l, amônia de 0,023 e 0,041 mg/L, nitrito de 0,001 e 0,006 mg/L, nitrato de 0,024 e 0,015 mg/L, ortofosfato 0,043 e 0,061 mg/L, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 6 e Figura 6).



**Figura 5.** Concentração média semanal das variáveis químicas da água durante o ciclo de cultivo da fazenda Atlantis, utilizando dois sistemas de fertilização.



**Figura 6.** Concentração média semanal das variáveis químicas da água durante o ciclo de cultivo da fazenda Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Seo e Boyd (2001) encontraram em viveiros fertilizados com nitrato de sódio, maiores concentrações das variáveis: fósforo total, nitrogênio total, total de nitrogênio amoniacal, do que sem nitrato de sódio.

No presente estudo, viveiros fertilizados com nitrato de sódio na fazenda Atlantis apresentaram maiores concentrações de amônia, nitrato e ortofosfato, enquanto na fazenda Cana Brava, maiores concentrações de silicato, nitrato e ortofosfato (Tabela 6).

Azim et al. (2002) não encontraram diferença na concentração de ortofosfato e nitrito em viveiros fertilizados e não fertilizados. A fertilização contribui em torno de 1,1% de nitrogênio e 2,4% de fósforo (TEICHERT-CODDINGTON et al. 2000) e 6,2% de nitrogênio e 3,2% de fósforo (PÁEZ-OSUNA et al. 1997) na entrada destes nutrientes nos viveiros.

Em sistema semi-intensivo, são utilizados 20g de nitrogênio e 0,7g de fósforo para cada quilograma de camarão (TEICHERT-CODDINGTON *op. cit.*). Em fazendas de camarão deve-se minimizar a utilização de fertilizantes que, segundo Lin et al. (2001), reduz o impacto ambiental dos efluentes.

Uma das preocupações dos códigos de conduta são as taxas de alimentação, taxas de fertilização, redução da troca de água (BOYD, 2003b). Na Tailândia, fazendas que praticam o código de conduta conseguiram reduzir os níveis dos nutrientes nos efluentes: amônia total de 0,891 para 0,041 mg/L, nitrito de 0,053 para 0,001 mg/L, nitrato de 0,014 para 0,010 mg/L e ortofosfato de 0,042 para 0,020 mg/L (TOOKWINAS e SONGSANGJINDA, 2003).

Apesar das concentrações das variáveis da qualidade da água estarem dentro do recomendado, estudos demonstram que ocorre um aumento de 88,2% da amônia (NH<sub>3</sub>), 31,6% do nitrito (NO<sub>2</sub>) e 98,1% do nitrato (NO<sub>3</sub>) da água de cultivo, para a descarga dos efluentes em sistemas semi-intensivo (MCINTOSH e FITZSIMMONS, 2003).

Apesar das concentrações das variáveis da qualidade da água estarem dentro do recomendado, estudos demonstram que ocorre um aumento de 88,2% da amônia (NH<sub>3</sub>), 31,6% do nitrito (NO<sub>2</sub>) e 98,1% do nitrato (NO<sub>3</sub>) da água de cultivo, para a descarga dos efluentes em sistemas semi-intensivo (MCINTOSH e FITZSIMMONS, 2003).

### 6.3.1 Temperatura, oxigênio dissolvido e salinidade.

Apesar das reduções de temperatura no inverno, pode-se afirmar que a Região Nordeste apresenta níveis térmicos mensais relativamente uniformes (NUNES, 2002b). A faixa ideal de temperatura para a espécie *L. vannamei* é entre 26°C e 33°C (NUNES, *op. cit.*) e de 22°C a 32°C (PILLAY, 1990).

A temperatura, durante o experimento, variou de 28,8°C a 29,4°C (Tabela 6). Jiang et al. (2000) encontraram maiores taxas de excreção da amônia em juvenis de *L. vannamei* com o aumento da temperatura.

Períodos curtos de exposição dos camarões a concentrações abaixo de 2 mg/L, causam estresse na respiração e abaixo de 1 mg/L causam mortalidade (FAST e LANNAN, 1992; PRIMAVERA, 1993). Vinatea (1997) encontrou concentrações de 1,9 mg/L O<sub>2</sub>/L em experimento com *L. vannamei* e *P. monodon*, não afetando o crescimento dos camarões.

O melhor crescimento e sobrevivência são obtidos com concentrações de oxigênio dissolvido entre 4 mg/L e a saturação (BOYD e FAST, 1992). As concentrações médias

encontradas foram superior a 4mg/L, variando entre 5,3 mg/L e 5,8 mg/L, no período de 24 horas (Tabela 6).

Segundo Pillay (1990), a espécie *L. vannamei* suporta salinidade de 0 a 50. A faixa ideal de salinidade para o cultivo varia entre 15 e 25 (VINATEA, 1997), porém esta espécie esta sendo cultivada com êxito em baixas salinidades (BOYD, 2002b; SAAUD et al. 2002).

Foram encontradas salinidades variando de 14,7 a 31,3 (Tabela 6). A salinidade baixou de 15, devido às chuvas ocorridas durante o experimento. Em baixas salinidades, a toxicidade da amônia aumenta para o camarão *L. vannamei* (LIN e CHEN, 2001).

### 6.3.2 pH e alcalinidade

Segundo Vinatea (1997) em pH alcalino os nutrientes são absorvidos pelo cálcio presente no corpo de água. Já em pH ácido, o fósforo junta-se ao ferro e alumínio, ficando indisponível para o fitoplâncton. A amônia torna-se mais tóxica com o pH básico e menos tóxica com o pH ácido (WURTS, 2003).

A faixa ideal do pH para cultivo de *L. vannamei* varia entre 8,1 e 9,0 (HERNÁNDEZ e NUNES, 2001). No presente foi registrado valor de pH variando de 7,4 a 8,4 (Tabela 6).

O nível mínimo de alcalinidade para cultivo de organismos aquáticos não deve ser inferior a 20mg/L, pois o fósforo torna-se insolúvel (WURTS, 2002). Para camarões marinhos, a alcalinidade deve variar entre 75 mg/L e 150 mg/L. A faixa encontrada neste experimento foi entre 104,8 mg/L e 158,6 mg/L (Tabela 6).

### 6.3.3 Amônia, nitrito e nitrato.

O processo de transformação da amônia tóxica em nitrito e em nitrato chama-se nitrificação, que ocorre dependendo da temperatura, pH e oxigênio da água (FERREIRA, 2003).

Hernández e Nunes (2001) recomendam concentrações de amônia não ionizada (NH<sub>3</sub>) menores que 1 mg/L. Ambos os tratamentos (NS e SNS), nas duas fazendas estiveram dentro do proposto pelos autores.

Racotta e Herrera (2000) estudando a influência da concentração de amônia no cultivo do *L. vannamei*, encontraram maior consumo de oxigênio com o aumento da concentração de amônia na água. Os resultados da concentração de amônia, para ambas as fazendas e tratamentos (Tabela 6), estão com valores bem inferiores aos encontrados pelos autores citados (0,36 mg/L consumo de 5,0 molO<sub>2</sub>/h).

A concentração de nitrito recomendada por Nunes (2001) deve ser menor que 1 mg/L, enquanto Barbieri e Ostrensky (2002a) recomendam concentrações menores 0,5 mg/L. Lin e Chen (2003) encontraram aumento na mortalidade de camarões quando expostos a maiores concentrações de nitrito na água, num menor espaço de tempo.

No presente estudo, as concentrações estiveram bem inferiores ao limite recomendado para água de viveiros de camarões (Tabela 6). A concentração de nitrato não esteve dentro da recomendado, que seria entre 0,4 e 0,8 mg/L (NUNES, 2001; BARBIERI e OSTRENSKY, 2002a) (Tabela 6). Os valores abaixo do recomendado podem ter influenciado o desenvolvimento das diatomáceas e clorofíceas que não alcançaram a densidade recomendada para cultivo de camarões.

#### 6.3.4 Silicato e ortofosfato

Boyd (2003c) e Nunes (2001) recomendam concentrações de silicato maiores que 1 mg/L. A concentração de silicato, para os tratamentos NS e SNS na fazenda Atlantis, estiveram dentro do recomendado, enquanto na fazenda Cana Brava, esta concentração recomendada não foi alcançada (Tabela 6).

A concentração de ortofosfato recomendada por Barbieri e Ostrensky (2002a) é entre 0,2 e 0,4 mg/L. Esta faixa recomendada não foi alcançada pelos tratamentos NS e SNS (Tabela 6). A concentração de ortofosfato no tratamento NS, na fazenda Atlantis, foi significativamente maior do que o tratamento SNS.

Concentrações de ortofosfato abaixo do recomendado podem ter influenciado o desenvolvimento do fitoplâncton que não alcançou a densidade recomendada para cultivo de camarões.

Sabe-se que altas concentrações de fósforo nos viveiros acarretam uma maior concentração deste nutriente na descarga dos efluentes, podendo gerar um desequilíbrio ecológico no ambiente receptor.

### **6.4 Matéria orgânica e pH do solo**

Na fazenda Atlantis, os solos para os tratamentos NS e SNS apresentaram concentração média de matéria orgânica inicial de 1,9202 e 2,0167%, e final de 1,231 e 1,6124%, ocorrendo uma oxidação da matéria orgânica de 36,2 e 20,0%, respectivamente, apresentando diferença significativa entre os tratamentos para oxidação da matéria orgânica (Tabela 7). O

pH do solo dos tratamentos NS e SNS iniciaram os cultivos com 5,3 e 5,8, e terminaram com 7,1 e 5,1, apresentando diferença significativa entre os tratamentos para o pH do solo no final do ciclo de cultivo (Tabela 7).

Na fazenda Cana Brava, os solos para os tratamentos NS e SNS apresentaram concentração média de matéria orgânica inicial de 4,4668 e 2,0767%, e final de 4,175 e 2,0716%, ocorrendo uma oxidação da matéria orgânica de 6,5 e 0,2%, respectivamente, apresentando diferença significativa entre os tratamentos para oxidação da matéria orgânica (Tabela 7). O pH do solo dos tratamentos NS e SNS iniciaram os cultivos com 8,3 e 8,7, e terminaram com 7,2 e 7,3, não apresentando diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 7).

**Tabela 7.** Média e erro padrão da porcentagem da matéria orgânica e do pH no início e no final do ciclo de cultivo nas fazendas Atlantis e Cana Brava, utilizando dois sistemas de fertilização.

Fazendas	Atlantis				Cana Brava			
	NS		SNS		NS		SNS	
Matéria orgânica inicial	1,9302 <sup>a</sup>	0,55	2,0167 <sup>a</sup>	0,00	4,4668 <sup>a</sup>	1,69	2,0767 <sup>a</sup>	0
Matéria orgânica Final	1,231 <sup>a</sup>	0,46	1,6124 <sup>a</sup>	0,45	4,175 <sup>a</sup>	1,99	2,0716 <sup>a</sup>	0
Oxidação Matéria orgânica (%)	36,2 <sup>a</sup>		20,0 <sup>b</sup>		6,5 <sup>a</sup>		0,2 <sup>b</sup>	
pH inicial	5,3 <sup>a</sup>	0,48	5,8 <sup>a</sup>	1,51	8,3 <sup>a</sup>	0,28	8,7 <sup>a</sup>	0
pH final	7,1 <sup>a</sup>	0,59	5,1 <sup>b</sup>	0,38	7,2 <sup>a</sup>	1,03	7,3 <sup>a</sup>	0

NS = nitrato de sódio enriquecido com fósforo, silicato, boro, magnésio, enxofre e potássio.

SNS = Uréia, superfosfato triplo e silicato de sódio.

Letras diferentes (a, b) entre as médias na linha horizontal, diferenciam os tratamentos pelo teste T (P<0,05).

As condições do fundo dos viveiros para camarões são mais críticas do que para outros organismos aquáticos cultivados, pois os camarões gastam uma grande parte do tempo no sedimento, escavando e ingerido detritos. A decomposição da matéria orgânica no fundo dos viveiros pode conduzir a uma condição anóxica (JIMÉNDEN-MONTEALEGRE et al. 2002).

No Brasil, 95% dos produtores de camarões faz o tratamento do solo dos viveiros para correção, eliminação de metabólicos e, especialmente, para a degradação da matéria orgânica (ROCHA et al. 2004).

Focken et al. (1998) encontraram um aumento da matéria orgânica de 3,7% para 7,8%, em três meses de cultivo do camarão marinho *P. monodon*, em sistema semi-intensivo nas Filipinas.

Martinez-Cordova et al. (2002) encontraram em viveiros sem fertilização um aumento da concentração de matéria orgânica de 0,69 para 2,78%, enquanto em viveiros fertilizados, aumentou de 0,77 para 3,63%, no cultivo de *L. stylirostris*.

Jamu e Piedraheta (2002) recomendam redução da densidade e de insumos, da remoção da matéria orgânica durante o cultivo, além de aeração mecânica ou revirada submersa do fundo dos viveiros, pois a decomposição ocorre principalmente na camada anaeróbica superior a 1 mm.

Boyd (1995) relata que nitrato de sódio, quando utilizado no solo, pode ser benéfico na oxidação dos mesmos. Avnimelech e Ritvo (2003) recomendam utilizar nitrato no solo dos viveiros para melhorar a condição do solo, pois nitrato é um oxidante moderado e pode fazer com que a condição redox do solo seja baixa.

O nitrato de sódio reage com a matéria orgânica do solo, subsidiando o aporte de oxigênio para favorecer a mineralização da matéria orgânica, porém o nitrato não reage com matéria orgânica suspensa.

Seo e Boyd (2001) não encontraram diferença na oxidação da matéria orgânica do solo em viveiros fertilizados com e sem nitrato de sódio. O nitrato de sódio é altamente solúvel e, assim, não pode ser aplicado em solos encharcados, devendo ser aplicado em solos secos, misturando com o solo, assim aumentando seu poder de oxidação (MASUDA e BOYD, 1994).

Neste experimento, houve diferença significativa na oxidação da matéria orgânica, quando utilizado nitrato de sódio no tratamento do solo. O tratamento NS proporcionou uma maior redução da matéria orgânica de 36,2 e 6,5%, para as fazendas Atlantis e Cana Brava, respectivamente (Tabela 7).

Esta maior oxidação deve-se ao aporte de oxigênio no sedimento, para os organismos aeróbicos, além de melhorar a relação carbono / nitrogênio no solo dos viveiros.

Nitrogênio, fósforo e matéria orgânica tendem a ter grandes concentrações no solo dos viveiros, acumulando durante o tempo. A descarga destes compostos nos efluentes, em ecossistemas naturais, pode comprometer a capacidade de assimilação do ecossistema receptor (BOYD, 1997b). Esta descarga causa, conseqüentemente, eutrofização, comprometendo a qualidade da água.

Espera-se um aumento gradativo da matéria orgânica com os cultivos sucessivos nos viveiros, porém quando a porcentagem da matéria orgânica inicial é baixa o nitrato de sódio tem um maior poder de oxidação, sendo necessário, em solos com maior porcentagem de matéria orgânica, aumentar a dosagem do produto.

Seo e Boyd (2001) encontraram um aumento no pH dos viveiros fertilizados com nitrato de sódio, no início de 6,5 e no final de 7,1, do que os viveiros sem nitrato de sódio 6,7 e 6,9. O tratamento NS possibilitou que o pH do solo ficasse neutro, enquanto o tratamento SNS na fazenda Atlantis proporcionou que o pH do solo ficasse mais ácido. O pH ácido indica que o solo dos viveiros possui ácido sulfúrico (JOHNSTON et al. 2002) ocasionando uma condição inapropriada para os organismos bentônicos.

## **7. CONCLUSÃO**

1. As variáveis de cultivo (peso médio dos camarões no quadragésimo dia e ao final do ciclo de cultivo, tempo, sobrevivência, produtividade e conversão alimentar) foram semelhantes para as ambas estratégias;
2. O desenvolvimento do plâncton (clorofíceas, dinoflagelados, copépodos, cladóceros e rotíferos), foi semelhante para ambas as estratégias de fertilização;
3. A estratégia de fertilização NS proporcionou um desenvolvimento favorável de diatomáceas na fazenda Atlantis, enquanto na fazenda Cana Brava um desenvolvimento desfavorável de cianobactérias;
4. As variáveis químicas (amônia, nitrito e nitrato) da água dos cultivos foram semelhantes para ambas as estratégias de fertilização;
5. A estratégia de fertilização NS proporcionou melhores concentrações das variáveis químicas (silicato e ortofosfato) da água de cultivo na fazenda Atlantis;
6. A estratégia de fertilização NS proporcionou uma maior oxidação da matéria orgânica dos solos.
7. A estratégia de fertilização NS melhorou o pH do solo na fazenda Atlantis;

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, I. M.; LACERDA, L. D.; MARINS, R. V. Emissão de nitrogênio e fósforo para o Estuário do Rio Jaguaribe (CE). **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 4, p. 76-78, 2003.

ALLAN, G. L.; MOREARTY, D. J. W.; MAGUERE, G. B. Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Penaeus monodon* Fabricius, water quality, bacteria and benthos in model farming ponds. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 113, p. 329-349, 1995.

ALLEN, S.E. **Chemical analysis of ecological materials**. London: Scientific Publications, 1989.

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**, Amsterdam, v. 219, p. 317-336, 2003.

ANDERSON, R. K.; PARKER, P. L. A  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  trace study of the utilization of presented feed by commercially important shrimp *Penaeus vannamei* in a pond growout system. **Journal World Aquaculture Society**, Baton Rouge, v. 18, p. 148-155., 1987.

A.P.H.A/A.A.W.W.A/W.E.F. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19<sup>a</sup> ed., Washington: A .P. H. A, 1995.

AVAULT,J. W. JR. **Fundamentals of aquaculture**. Louisiana: AVA Publishing Company inc. 1996, p. 336-356.

AVAULT,J. W. JR. Fertilization: Is there a role for it aquaculture. **Aquaculture Magazine**, Asheville, v. 29, n. 2, p. 47-52, 2003.

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

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

AZEVEDO, C. B.; BARRETO, A. K. G.; FILHO, J. L.; MAIA, C. E. Stimulating nodulation and growth in coupea with fish effluent. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.33, n. 4, p. 49-51, 2002.

AZIM, M. E.; VERDEGEM, M. C. J.; KHATOON, H. WAHAB, M. A.; DAM, A. A.; BEVERIDGE, M. C. A. Comparison of fertilization, feeding and three periphyton substrates for increasing fish production in freshwater pond aquaculture in Bangladesh. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 221, p. 227-243, 2002.

BARBIERI, R. C. J.; OSTRENSKY, A. N. **Camarões marinhos – Engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002a, 352p.

BARBIERI, R. C. J.; OSTRENSKY, A. N. **Camarões marinhos – reprodução, maturação e larvicultura**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002b, 255p.

BOYD, C. E.; FASTER, A. W. Pond monitoring and management. p. 497-513. In **Marine shrimp culture: Principles and practices**. FASTER, A. W.; LESTERY, L. J. Amsterdam: Elsevier, 1992.

BOYD, C. E. Potencial of sodium nitrate to improve environmental conditions in aquaculture ponds. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 26, p. 38-40, 1995.

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

BOYD, C. E. Practical aspects of chemistry in pond aquaculture. **Prog fish cult**. v. 59, n. 2, p. 85-93, 1997b.

BOYD, C. E. Composição da água e manejo do viveiro de camarão. **Revista da ABCC**, Recife, v.3, n. 1, p. 17-19, 2001.

BOYD, C. E. Parâmetros da qualidade de água: oxigênio dissolvido. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 1, p. 66-69, 2002a.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

BOYD, C. E. Cultivo de camarón tierra adentro y el medio ambiente. **Aquanotícias de Latino América**, v. 2, n. 1, p. 49-51, 2002b.

BOYD, C. E. Padrões internacionais (ACC) de efluentes para certificação de fazendas de criação de camarões. **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 1, p. 66-71, 2003a.

BOYD, C. E. The status of codes of practice in aquaculture. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.34, n. 2, p. 63-66, 2003b.

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

BRUGGER, A. M. A. A polêmica atividade da carcinicultura – questões político ideológicas travestidas de questões técnicas. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 79, p. 61-62, 2003.

BRUMMETT, R. E. Aquaculture and society in the new millennium. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v.34, n. 1, p. 51-59, 2003.

BURGOS, C. Experiencias de fertilizacion con el uso de urea y Nutrilake en estaque de camarón. **Conferencia Organizada por SQM México y Pesin**. Culiacán, Sinaloa, México. 1997.

BURFORD, M. A.; LORENZEN, K. Modeling nitrogen dynamics in intensive shrimp ponds: the role of sediment remineralization. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 34, p. 129-145, 2004.

CASTRO, J. Evaluación del nitrato de sódio em las camaroneras de Ecuador. **Conferencia Organizada por SQM Chile**. Guayaquil, Ecuador, 1995.

CASTRO, J. El Nutrilake. **Boletín de Resultados Acuícolas**. Publicado por SQM Ecuador, v. 1, p.2, 1997.

CASTRO, J. **Manual técnico para camaroneras**. Dissertação de Mestrado. Guayaquil: Universidade Agrária do Equador. 2000. 59 p.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

CHAMBERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y; MCINTOSH, R. P.; VELASCO, M. Vantagem de sistemas aerados de reutilização microbiana com C:N balanceando. **Revista da ABCC**, Recife, v.3, n. 2, p. 26-30, 2001.

CHIEN, Y. The management of sediment in prawn ponds. In: **III Simpósio Brasileiro sobre cultivo de camarões**. João Pessoa, v.1, p. 219-243, 1989.

COMAN, F. E.; CONNOLLY, R. M.; PRESTON N. P. Zooplankton and epibenthic fauna in shrimp ponds: factors influencing assemblages dynamics. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 359-371, 2003.

CORREIA, E. S. **Influência da alimentação natural no cultivo semi-intensivo do camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1979)**. Tese de Doutorado. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 1998. 136p.

CORREIA, E. S.; PEREIRA, J. A.; SILVA, A. P.; HOTOWITZ, A.; HOROWITZ, S. Growout of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in fertilized ponds with reduced levels of formulated feed. **Journal World Aquaculture Society**. Baton Rouge, v. 34, p. 184-191, 2003.

COSTA - PIERCE, B. A. The Blue revolution – Aquaculture must go green. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 33, n. 4, p. 4-5, 2002.

COSTA, J.; COZZA, L.; OLIVEIRA, L.; MAGAGNIN, G. Different nitrogen sources and growth responses of *Spirulina platensis* in microenvironments. **Journal World Microbiology and Biotechnology**, v. 17, n. 5, p. 439-442, 2001.

DAWES, J.; KOVACH, C.; FRIEDLANDER, M. Exposure of Gracilaria to various environmental conditions the effect on fatty acid composition. **Bot. Maritime**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 1993.

EVJEMO, J. D.; REITAN, K. I.; OLSEN, Y. Copepods as live food organisms in the larval rearing of halibut larvae (*Hippoglossus hippoglossus* L.) with special emphasis in the nutritional value. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 227, p. 191-210, 2003.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

FASTER, A. W.; LANNAN, J. E. Pond dynamic process. p. 431-456. In **Marine shrimp culture: Principles and practices**. FASTER, A. W.; LESTERY, L. J. Amsterdam: Elsevier, 1992.

FERREIRA, C. M. A importância da água e sua utilização em ranários comerciais. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 79, p. 15-17, 2003.

FOCKEN, V.; GROTH, A.; COLOSO, R. M.; BECKER, K. Contribution of natural food and supplemental feed to the gut content of *Penaeus monodon* Fabricus in a semi-intensive pond system in the Philippines. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 164, p. 105-116, 1998.

FUNGE-SMITH, S.; BRIGGS, M. R. P. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 164, p. 117-133, 1998.

GANESAN, M.; MAIRH, P.; RAO, S. Effect of pre incubation of nitrate and ammonium in cultures on nitrate reductase activity in marine red algae *Gelidiella* and *Gracillaria* from Southeast coast of India. **Indian Journal of Marine Sciences**, v. 30, n. 4, p. 232-236, 2001.

GOLTERMAN, H. J.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. London: Scientific Publications, 1978. 214 p.

HERNÁNDEZ, J. Z.; NUNES, A. J. P. Biossegurança no cultivo de camarão marinho: qualidade da água e fatores ambientais. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 2, p. 55-59, 2001.

HOFF, F. H.; SMELL, T. W. **Plankton culture manual**. Florida: Aqua Farms Inc, 1987. 162 p.

HOSSAIN, S.; ALAN, S. M. N.; LIN, C. K.; DEMAINE, H.; KHAN, Y. S. A.; DAS, N. G.; ROUF, M. A. Integrated management approach for shrimp culture development in the coastal environment of Bangladesh. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 35, n. 1, p. 35-43, 2004.

JACKSON, C.; PRESTON, N.; BURFORD, M.; THOMPSON, P. J. Managing the development of sustainable shrimp farming in Australia: the role of sedimentation ponds in treatment of farm discharge water. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 226, p. 23-34, 2003a.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

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

JAMU, D. M.; PIEDRAHETA, R. Modelo para manejo de sedimento orgânico em viveiro de aquíicultura. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 2. p. 39-39, 2002.

JIANG, D. H; LAWRENCE, A. Z.; NEILL, W. H.; GONG, H. Effects of temperature and salinity on nitrogenous excretion by *Litopenaeus vannamei* juveniles. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 253, p. 193-209, 2000.

JIMÉNEZ-MONTEALEGRE, R.; VERDEGEM, M.; ZAMORA, J. E.; VERRETH, J. Organic matter sedimentation and resuspension in tilapia (*Oreochromis niloticus*) ponds during a production cycle. **Aquacultural engineering**, v. 26, p. 1-12, 2002.

JOHNSTON, D.; LOURY, M. TIEN, D. V.; LUU, T. T.; XVAN, T. T. Water quality and plankton densities in mixed shrimp-mangrove forestry farming systems in Vietnam. **Aquaculture Research**. v. 33, p. 785-798. 2002.

KHAN, S.;HANQUE, M.; ARAKAWA, O.; ONOUNE, Y. The influence of nitrogen and phosphorus on the growth of a diatom *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. **Bangladesh Journal of Fisheries Research**. V.2, n.1, p. 23-29, 1998.

KOROLEFF, F. Determination of nutrients. In: Grasshoff,K. (ed.) **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim, 1976, p. 117-187.

LACERDA, L. D.; SANTOS, J. A.; MARINS, R. V.; MAIA, S. R. R.; VAISMAN, A. G. Impacto potencial da emissão antropica de Cu e Zn sobre a carcinicultura na bacia inferior do rio Jaguaribe, CE. **Revista da ABCC**, Recife, v. 6, n. 1, p. 82-86, 2004.

LAPATRA, S. E. The lack of scientific evidence to support the development of effluent limitations guidelines for aquatic animal pathogens. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 226, p. 1910-199, 2003.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

LAWRENCE, A.; CASTILLE, F.; VELASCO, M.; BRAY, W. Programa de rações favoráveis ao meio ambiente ou menos poluentes para fazendas de camarão marinho. . **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 2. p. 88-94, 2003.

LEAL, S.; BONACHEA, I. Concentracion optima de nutrients de três especies de microlagas marinas in cultivo. **Rev. Invest. Mar**, v. 15, n. 1, p. 73-87, 1994.

LIN, Y. C.; CHEN, J. C. Acute toxicity of nitrite on *Litopenaeus vannamei* Boone Juveniles at different salinity levels. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 224, p. 193-201, 2003.

LIN, C. K.; SHRESTHA, M. K.; YI, Y.; DIANA, J. S. Management to minimize the environmental impacts of pond effluent: haevest draining techniques and effluent quality. **Aquacultural Engineering**, v. 25, p. 125-135, 2001.

LIN, Y. C.; CHEN, J. C. Acute toxicity of ammonia on *Litopenaeus vannamei* Boone Juveniles at different salinity levels. **Journal of Experimental Marina Biology and Ecology**, v. 259, p. 109-119, 2001.

MACKERETH, F.J.H.; HERON, J.; TALLING, J.F. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. London: Scientic Publications. n. 36: 121p. 1978.

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

MAIA, E. P.; NUNES, A. J. P. Cultivo de *Farfantepenaeus subtilis*, resultados das performances de engorda intensiva. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v.13, n. 79, p. 36-41, 2003.

MARTINEZ-CORDOVA, L. R.; CAMPANÃ-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.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

MASUDA, K., BOYD, C.E. Phosphorus fractions in soil and water of aquaculture ponds built on clayey, Ultisols at Auburn, Alabama. **Journal World Aquaculture Society**. Baton Rouge, v. 25, p. 379–395, 1994.

MCINTOSH, D.; FITZSIMMONS, K.; AGUILAR, S.; COLLINS, C. Toward integrating Olive production with inland shrimp farming. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 34, n. 1, p. 16-20, 2003

MCINTOSH, D.; FITZSIMMONS, K. Characterization of effluent from an inland, low salinity shrimp farm: What contribution could this water make used for irrigation. **Aquacultural Engineering**, v. 27, p. 147-156, 2003

MCINTOSH, D. The tragedy of the commons: Perspectives on sustainable aquaculture. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 33, n. 4, p. 21-22, 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 sediment quality, and on the production of *Litopenaeus vannamei* in outdoor tank system with limited water discharge. **Aquaculture Engineering**, v. 25, p. 69-982, 2001.

MCKINNON, A. D.; DUGGAN, S.; NICHOLS, P. O.; RIMMER, M. A.; SIMMENS, G.; ROBINO, B. The potential of tropical paracalanid copepods as live feeds in aquaculture. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 223, p. 89-106, 2003.

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

MEIJER, L.; AVNIMELECH, V. On the use of micro-electrodes in fish pond sediments. **Aquacultural Engineering**, n. 21, p. 71-83, 1999.

MISCHKE, C. C.; ZIMBA, P. Plankton community responses in earthen channel catfish nursery ponds under various fertilization regimes. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 223, p. 219-235, 2004.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

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

MUKHI, S. K; DAS, B. K.; MADHAVI, B.; MISHA, C. K; PRASAD, K. P. Manejo de resíduos de uma fazenda de camarão. **Revista da ABCC**, Recife, v. 3, n. 2, p. 48-51, 2001.

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

NUNES, A. J. P.; MARTINS, P. C. Avaliando o estado de saúde de camarões marinhos na engorda. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 72, p.23-33, 2000.

NUNES, A. J. P. Alimentação para camarões marinhos – Parte II. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 63, p. 13-23, 2001.

NUNES, A. J. P. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarões marinhos. **Panorama da Aqüicultura**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 71, p. 27-39, 2002a.

NUNES, A. J. P. O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 1, p. 43-51, 2002b.

OLIVERA, A. Os moluscos bivalves e a biorremediação dos impactos da carcinicultura. **Panorama da Aqüicultura**, Recife, v. 11, n. 65, p. 37-39, 2001.

OLIVERA, A. Valor nutricional das microalgas. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 2, p. 63-69, 2002.

OSTRENSKY, A.; WASIELESKY, J. W. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Péres-Farfante, 1967. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 132, p. 339-347, 1995.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO´GALVÁN, S.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C.; ESPINOZA-ANGULO, R. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farms in north-western México. **Marine Pollution Bulletin**, v. 36, n. 5, p. 290-297, 1997.

PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO´GALVÁN, S.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C. Discharge of nutrients from shrimp farming to coastal waters of the Gulf of California.. **Marine Pollution Bulletin**, v. 38, n. 7, p. 585-597, 1999.

PAYNE, M. F.; RIPPINGALE, R. J.; CLEARY, J. J. Cultived copepods as food for west Australian dhfish (*Glaucosoma hebraicum*) and pink snaper (*Pagrus auratus*) larvae. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 194, p. 137-150, 2001.

PEREGRINO, L.; HENRIQUE, J; CORREIA, E. S.; OLIVERA, A. Cultivo intensivo em viveiros berçário do camarão *Litopenaeus vannamei*. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 1, p. 70-74, 2002.

PEREIRA, A. M. L.; LEGAT, A. P.; LEGAT, J. F. A.; CASTRO P. F. Biossegurança em fazendas de camarão. **Revista da ABCC**, Recife, v. 6, n. 1, p. 55- 58, 2004.

PILLAY, T. V. R. **Aquaculture – Principles and practices**. Oxford: Fishing News Books,1990. 575p.

PRESTON, N.P.; COMAN, F. E. FRY, V. M. Shrimp pond zooplankton dynamics and the efficiency of sampling effort. **Aquaculture Research**, v. 34, p. 373-381, 2003.

PRIMAVERA, J. H. A critical review of shrimp pond culture in the Philippines. **Reviews in Fisheries Science**, v. 1, n. 2, p. 191-201. 1993.

RACOTTA, I. S.; HERRERA, R. H. Metabolic responses of the White shrimp, *Penaeus vannamei*, to ambient ammonia. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 125, p. 437-443, 2000.

ROCHA, I. P.; RODRIGUES, J.; AMORIM, L. A carcinicultura Brasileira em 2003. **Revista da ABCC**. Recife, v. 6, n 1, p. 30- 36, 2004.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

SAAUD, I. G.; DAVIS, D. A.; ROUSE, D. B. Shrimp culture in low-salinity waters inland. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 33, n. 2, p. 51-52, 2002.

SEIFFERT, W.; BELTRAME, E. A capacidade de carga e a Carcinicultura marinha. **Revista da ABCC**, Recife, v. 6, n. 1, p. 63-67, 2004.

SEO, J.; BOYD, C. E. Effects of bottom soil management on water quality in improvement in channel catfish *Ictalurus punctatus* pond. **Aquaculture Engineering**, v. 25, p. 83-97, 2001.

SIPAÚBA - TAVARES, L. H. **Limnologia aplicada à aqüicultura**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 70p.

SIPAÚBA - TAVARES, L. H. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: Rima, 2001. 106p.

SQM. < [http:// www.sqm.com.br](http://www.sqm.com.br) > Acesso: em 31 agosto 2003.

STOTTRUP, J. G. The elusive copepods: their production and suitability in marine aquaculture. **Aquaculture Research**, v. 31, p. 703-711, 2000.

TAY, L. C. Reporte final proyecto promoción Nutrilake. **Reporte anual de resultados a la Gerencia**. Disagro. SQM Centro-América. 2000.

TEICHERT-CODDINGTON, D. R.; ROUSE, D. B.; BOTTS, A. BOYD, C. E. Treatment of harvest discharge from intensive shrimp ponds by settling. **Aquaculture Engineering**, v. 19, p. 147-161, 1999.

TEICHERT-CODDINGTON, D. R.; MARTINEZ, D.; RANIREZ, E. Partial nutrient budgets for semi-intensive shrimp farms in Honduras. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 190, p. 139-154, 2000.

TOOKWINAS, S.; SONGSANGJUNDA, P. Results of the code of conduct for marine shrimp farming demonstration in Songkhla, Southern Thailand. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 34, n. 1, p. 9-11, 2003.

SILVA, L. O. B. Utilização de nitrato de sódio em viveiros de camarão marinho.

VASUKI, S.; GANESAN, M.; RAO, P. Effect of light intensity, photoperiod, ESP medium and nitrogen sources on growth of marine brown alga *Padina boergesenii* (Dictyotales, Phaeophyta). **Indian Journal of Marine Sciences**, v. 30, n. 4, p. 228-231, 2001.

VINATEA, L. **Princípios químicos da qualidade da água em aquíicultura: uma revisão para peixes e camarões**. Florianópolis: UFSC, 1997.166p.

VINATEA, L., OLIVERA, A.; SEIFFERT, W.; LIMA, M.; MARINHO, M.; BOUDY, M. Caracterização dos efluentes das fazendas de cultivo de *Litopenaeus vannamei* na região Nordeste do Brasil. **Revista da ABCC**, Recife, v. 5, n. 3, p. 52-54, 2003.

YAN, T.; ZITOU, M.; FU, M.; YU, R.; WANG, Y.; CI, J. Effects of the dinoflagellate *Alexandrium tamarense* on early development of the scallop *Argopecten irradians concentricus*. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 277, p. 167-178, 2003.

WAHAB, M. D. A.; BERGHEIN, A.; BRAATEN, B. Water quality and partial mass budget in extensive shrimp ponds in Bangladesh. **Aquaculture**, Amsterdam, v. 218, p. 413-423, 2003.

WILLIAM, R. M. Administração da saúde dos camarões. **Revista da ABCC**, Recife, v. 4, n. 3, p. 26-31, 2002.

WURTS, W. A. Alkalinity and hardness in production ponds. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 33, n. 1, p. 16- 17, 2002.

WURTS, W. A. Daily pH cycle and ammonia toxicity. **World Aquaculture**, Baton Rouge, v. 34, n. 2, p. 20- 21, 2003.