

ALEXANDRE DUARTE RODRIGUES DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DO CALCÁRIO DOLOMÍTICO EM ÁGUA DOCE E COM ALCALINIDADE E DUREZA
EXTREMAMENTE BAIXAS, PARA ADEQUAÇÃO AO CULTIVO DO CAMARÃO MARINHO
*LITOPENAEUS VANNAMEI.***

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura** da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de **Mestre em Recursos Pesqueiros e Aquicultura.**

Orientador: **Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes**

Recife
2010

Ficha catalográfica

S586u Alexandre Duarte Rodrigues da Silva
Utilização do calcário dolomítico em água doce e com
alcalinidade e dureza extremamente baixas, para adequação ao cultivo do
camarão marinho *Litopenaeus vannamei* / Alexandre Duarte Rodrigues da Silva -- 2010.
59 f. : il.

Orientador: Paulo de Paula Mendes.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
Departamento de Pesca.
Inclui referências e anexo.

CDD 639.3

1. Calcário
 2. Alcalinidade
 3. Dureza
 4. Água doce
 5. Camarão – Cultivo
- I. Mendes, Paulo de Paula
 - II. Título

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

Parecer da Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado de

ALEXANDRE DUARTE RODRIGUES DA SILVA

**UTILIZAÇÃO DO CALCÁRIO DOLOMÍTICO EM ÁGUA DOCE E COM ALCALINIDADE
E DUREZA EXTREMAMENTE BAIXAS, PARA ADEQUAÇÃO AO CULTIVO DO
CAMARÃO MARINHO *Litopenaeus vannamei*.**

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

Recife, 14 de junho de 2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes (UFRPE)
Orientador

Prof^a. Dra. Emiko Shinozaki Mendes (UFRPE)
Membro Interno

Prof^a. Dra. Roberta Borda Soares (UFRPE)
Membro Interno

Prof. Dr. Walter M. Maia Jr (UFPB-ITEP)
Membro Externo

Prof. Dr. Silvio R. Maurano Peixoto (UFRPE)
Membro Suplente

DEDICATÓRIA

A minha esposa Ana Acacia e meu filho Guilherme, motivo e razão da minha vida, pelo qual me esforço e luto por dias melhores.

“Dia desses dizia a você: - um dia, seremos um só! Hoje tenho plena certeza, somos um só, em e por Guilherme!”

Amo você, Ana.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai Todo Poderoso, pela minha vida e oportunidades vividas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura e a Estação de Aquicultura Continental Professor Johei Koike, em nome de todos os professores e funcionários, por toda a infra-estrutura disponibilizada.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento através de bolsa de pesquisa e a agência Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), através da Rede de Carcinicultura do Nordeste (RECARCINE), pelo apoio financeiro necessário para o desenvolvimento do projeto.

Ao Prof. Dr. Paulo de Paula Mendes (orientador), pela amizade e disponibilidade de estender a mão, sempre que preciso.

Aos graduandos em Engenheiros de Pesca José Almir, Diego Lial, Thiago Vandavelde e André Guimarães, pela ajuda no desenrolar do cultivo e a quem exige não como alunos e sim como engenheiros que serão.

Aos Engenheiros de Pesca Simone Araújo, Dijaci Ferreira e João Laurindo, pelo profissionalismo e ajuda que dedicaram ao experimento.

Ao meu grande amigo de hoje e sempre Josenilson Miranda (NINO), que me ajudou muito, não só com apoio fraternal, como na logística do projeto.

Aos meus pais, Arnaldo e Ademilda, pelo amor e carinho incondicional, que foram fundamentais na minha formação moral. Bem como aos meus irmãos e sobrinhos, motivos de grande alegria.

A Ana Acacia, minha esposa, mulher pela qual vale a pena abdicar de muita coisa nesta e em outras vidas. Principalmente, por ter me dado o filho maravilhoso que temos, o nosso Guilherme, formando assim, minha família, na qual encontrei amor e apoio em momentos decisivos.

A Catuama Aquicultura, em especial ao proprietário Jaime Vasconcelos pela ajuda e ao Engenheiro de Pesca George W. Barros, pela amizade e ajuda na logística de meu trabalho.

Enfim, a todos que de alguma forma me deram forças e ânimo para iniciar, manter e finalizar mais essa etapa da minha vida.

RESUMO

Cultivos do *Litopenaeus vannamei*, em água doce ($0,0 \text{ g L}^{-1}$) e com baixa alcalinidade e dureza ($< 50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$) foram realizados no período de 2008 a 2009, com o objetivo de avaliar a influência da adição de calcário dolomítico, para maximizar os índices zootécnicos desses camarões. Pós-larvas dessa espécie, com 10 a 12 dias (PL₁₀₋₁₂), foram inicialmente aclimatadas a água doce e, posteriormente, estocados a densidade de 17 PL m^{-2} , em 12 viveiros experimentais de 60 m^2 . As concentrações de calcários ($4,0, 8,0, 12,0$ e $16,0 \text{ t ha}^{-1}$ ciclo⁻¹) foram avaliadas na presença ou não de fertilizantes a base de K^+ e Mg^{2+} , em experimentos inteiramente casualizados. A dieta foi constituída a base de ração peletizada, para camarão com 32% de proteína, e administrada em comedouros. O monitoramento das qualidades físicas e químicas da água foi realizado, nas diferentes fases experimentais. Após 60 dias de cultivo, as melhores sobrevivências foram observadas nos tratamentos de $8,0$ e $12,0 \text{ t ha}^{-1}$, sem fertilizante, e na aplicação de $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ em cultivos com fertilizante. Concluiu-se que a utilização do calcário dolomítico favorece o cultivo do *L. vannamei* em água doce.

Palavras-chave: Calcário, Camarão, Água doce, Alcalinidade e Dureza.

ABSTRACT

Culture of *Litopenaeus vannamei* in freshwater (0.0 g L^{-1}) and low alkalinity and hardness ($<50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$) were performed during 2008 to 2009, with the aim of evaluating the influence of adding of lime, to maximize production indices of shrimp. Post-larvae of this species, with 10 to 12 days (PL_{10-12}), were initially acclimated to fresh water and then stored at density of 17 PL m^{-2} , 12 experimental ponds of 60 m^2 . The concentrations of lime (4.0, 8.0, 12.0 and $16.0 \text{ t ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$) were evaluated in the presence or absence of fertilizer-based K^+ and Mg^{2+} , in completely randomized. The diet was formed based pelleted feed, shrimp with 32% protein, and administered at feeders. The monitoring of physical and chemical qualities of water was carried out in different phases. After 60 days of cultivation, the best survival were observed in treatments of 8.0 and 12.0 t ha^{-1} without fertilizer, and application of 4.0 t ha^{-1} in crops with fertilizer. It was concluded that the use of lime favors the growth of *L. vannamei* in freshwater.

Keywords: Limestone, Shrimp, Alkalinity, Hardness, Fresh water.

SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
Lista de tabelas	
Lista de figuras	
1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Carcinicultura no Brasil	13
2.2. Sistemas de cultivo	16
2.3. Cultivo do <i>L. vannamei</i> em baixa salinidade	17
3. ARTIGO CIENTÍFICO – Utilização do calcário dolomítico em água doce para adequação ao cultivo do camarão marinho	22
RESUMO	23
INTRODUÇÃO	24
MATERIAL E MÉTODOS	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	34
AGRADECIMENTOS	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ANEXOS	39
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
6. ANEXO	48
6.1. Normas da revista	48

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Parâmetros zootécnicos do *Litopenaeus vannamei*, cultivado em água doce, com e sem fertilizante e adição de calcário, para o tempo de 60 dias. 39
- Tabela 2. Relação do peso e comprimento do *Litopenaeus vannamei*, quando cultivado em água doce, com aplicação de fertilizantes e diferentes concentrações de calcário. 39
- Tabela 3. Relação do peso e comprimento do *Litopenaeus vannamei* em função do tempo de cultivo, quando cultivado em água doce, com diferentes concentrações de calcário e sem aplicação de fertilizantes. 40
- Tabela 4. Relação do peso e comprimento do *Litopenaeus vannamei* em função do tempo de cultivo, quando cultivado em água doce, com diferentes concentrações de calcário e com aplicação de fertilizantes. 40

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Relação entre índice de crescimento diário do camarão *L. vannamei* cultivado em água doce com aplicação de calcário. 41

1 - INTRODUÇÃO

A Aquicultura vem assumindo uma importância cada vez maior em todo o mundo, por ser uma atividade econômica, altamente relevante e, principalmente, por representar uma alternativa para mitigar a sobre-exploração das espécies dos recursos naturais aquáticos.

Respondendo à significativa demanda global por peixes, camarões, moluscos e outros produtos, a produção aquícola e o comércio de produtos para a aquicultura crescem em ritmo acelerado. Mundialmente, o setor tem crescido a uma taxa média de 8,8 % ao ano desde 1970, em comparação com apenas 1,2 % para a pesca e 2,8 % para a criação de animais terrestres destinados a produção de carne no mesmo período (FAO, 2004). O crescimento no setor de produção de alimentos destacou-se como mais acelerado, pois o cultivo de organismos aquáticos representou quase 50% dos produtos pesqueiros mundiais destinados a alimentação (FAO, 2007). Em 2008 a produção aquícola ultrapassou 68,3 milhões de toneladas atingindo um valor superior a US\$ 105,9 bilhões (FAO, 2010).

Segundo dados publicados pela Ramsar Convention on Wetlands (2007), 75% das espécies marinhas de importância comercial e muitas espécies de água doce estão sendo sobre-exploradas ou capturadas em seu limite biológico. Por isso, a Aquicultura é a chave para o desenvolvimento sustentável da produção de alimentos.

Em termos mundiais, a carcinicultura marinha é a atividade da aquicultura que mais tem se desenvolvido, atingindo uma produção de 2,36 milhões de toneladas em 2005, correspondendo a um incremento de 12,2% em relação a 2004 (RIECHE e MORAES, 2006). Países da Ásia, América Latina e recentemente da África vêm contribuindo para o crescimento do setor.

No Brasil, o cultivo do camarão marinho vem crescendo rapidamente desde 1996, quando esse aquinegócio foi considerado viável tecnicamente pelo setor privado. Sendo o principal produto, o camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, conhecido como camarão

branco ou camarão cinza, que é uma espécie nativa do Oceano Pacífico, que vai do Peru ao México, com acentuada predominância na faixa costeira do Equador, sendo, essa espécie cultivada em quase todos os países ocidentais (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002). Em 2004 a produção brasileira foi de 75.904 toneladas, em que 93,1 % da produção foram oriundas do Nordeste (RODRIGUES, 2005). A atual taxa de crescimento da Aquicultura mundial, para esses últimos 15 anos, foi de 2,39 milhões toneladas ano⁻¹. No Brasil, esta taxa foi de 19,72 mil toneladas (FAO, 2008).

Para que essas taxas permaneçam no mínimo constantes, faz-se necessário disponibilizar vários recursos, tais como máquinas, equipamentos técnico-científicos, terra, água, energia elétrica, mão-de-obra qualificada, transporte, comercialização e, sem dúvida, as pesquisas para gerarem condições de desenvolvimento e que possam maximizar a sobrevivência, o ganho de peso e a eficiência no fator de conversão.

O *L. vannamei* é capaz de tolerar grande variação na salinidade da água (NUNES, 2001). É uma espécie reconhecida como potente osmorreguladora sendo, portanto, classificada como eurihalina. Suporta rápidas e amplas flutuações de salinidade e, em várias partes do mundo, podem ser encontradas em águas hipersalinas (> 40 gL⁻¹) até as oligohalinas (0,5-3,0 gL⁻¹). Sendo o meio mais utilizado para criação, tanto em água doce quanto em água salgada, o autotrófico, que consiste na utilização de baixas densidades de estocagem, trocas regulares de água para controlar a superpopulação de algas e a utilização de rações com altos níveis de proteína (GROSS et al., 2003).

De acordo com os dados de base da FAO (FAO, 2007), o Brasil em 2005 atingiu o destaque de 7^a maior produção mundial de camarões marinhos. No entanto, sabe-se que nos dois últimos anos, sua produtividade e produção, foram inferiores aos valores obtidos em 2005. Além disso, alguns estados brasileiros apresentam dificuldades em expandir a carcinicultura devido a restrições, como preservação das áreas de manguezais e alto custo das áreas litorâneas.

Apesar de todo esse contexto estatístico, o desenvolvimento técnico alcançado e os recentes problemas enfrentados pela carcinicultura brasileira, evidenciam que há muito que se estudar para tornar esse aquinegócio sustentável tecnicamente, financeiramente e ecologicamente. Uma saída para a expansão desse aquinegócio seria a utilização de águas doces ($<0,5 \text{ gL}^{-1}$) interioranas ou águas oligohalinas ($\pm 0,5$ a $\pm 5,0 \text{ gL}^{-1}$) existentes em abundância no agreste e sertão brasileiro, como estratégia de uso de águas impróprias para consumo, em decorrência de sua alta condutividade elétrica. Mas para que isto seja uma realidade, faz-se necessário muitas pesquisas, para tornar essa técnica disponível as regiões interioranas.

A interiorização do cultivo do *L. vannamei* pode se somar as outras iniciativas direcionadas a produção, que contribuem para o desenvolvimento humano das comunidades interioranas e ribeirinhas, levando emprego e renda a estas regiões, onde são escassos os investimentos empresariais e governamentais. No modelo de produção adotado na carcinicultura brasileira, a maior parte da mão-de-obra é local e sem especialização. Em contra partida, a maior parte das regiões próximas às bacias fluviais do Norte e Nordeste, abriga populações ribeirinhas, com baixo índice de desenvolvimento, mas com potencial e vocação para Aquicultura. Além disto, o sucesso desta nova modalidade de cultivo pode diminuir a pressão sobre as áreas costeiras, colaborando no desenvolvimento da carcinicultura em água doce. Aduza-se o grande número de viveiros que atualmente estão desativados, principalmente na região do médio São Francisco, os quais no passado (1980-1990) foram utilizados no cultivo do *Macrobrachium rosenbergii*.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Carcinicultura no Brasil

Antes que os cientistas conseguissem fechar o ciclo de vida de algumas espécies marinhas, a Aquicultura era feita exclusivamente com larvas e juvenis capturados na natureza. Na década de 30, um grupo de cientistas japoneses, liderados por Motosaku Fujinaga, deu início às pesquisas de propagação artificial do *Marsupenaeus japonicus*. Em 1964, finalmente o ciclo de vida em cativeiro foi fechado, através de uma dieta á base de *Skeletonema costatum* como alimento inicial das larvas de camarão (MARINHO, 1987).

No Brasil, iniciaram-se as pesquisas com camarão na década de 1970, lideradas pelo Projeto Camarão da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte S/A – EMPARN. Depois de estudar várias espécies, a EMPARN optou pelo *M. japonicus*, no entanto, em 1984 houve grandes mortalidades dessa espécie devido ao prolongado período de chuvas, o que ocasionou grandes variações de salinidade. A partir daí tornou-se evidente a inviabilidade do cultivo dessa espécie no ambiente tropical do Brasil (RODRIGUES, 2001).

A atenção do setor voltou-se para as espécies nativas (*Farfantepenaeus subtilis*, *Farfantepenaeus paulensis*, *Penaeus schimitti* e *Farfantepenaeus brasiliensis*), com o desenvolvimento de novas tecnologias nos setores de maturação, reprodução e manejo de viveiros, tendo como resultado a obtenção de produtividades variando de 500 a 800kg $ha^{-1}ano^{-1}$ (ROCHA et al., 1989). Porém não houve grande sucesso devido à falta de rações balanceadas, a tecnologia existente na época e a precária indústria de insumos básicos. Sendo somente a partir dos anos 90, introduzida a espécie *L. vannamei*, que se adaptou bem as nossas condições climáticas e aos insumos disponíveis (MADRID, 1999).

A década de 1990 foi marcada também pela grande presença das enfermidades virais, que se apresentaram como uma barreira econômica para o cultivo de camarões marinhos em todo mundo (LIGHTNER et al., 1997). Tal fato possibilitou grande aumento na exportação

nacional e aumento dos empreendimentos ligados a carcinicultura em todos os estados litorâneos do Brasil. A partir daí instalaram-se novas fazendas, encarecendo as áreas propícias para esta atividade no Brasil (WAINBERG, 2000).

Com a evolução da produção do *L. vannamei* no Equador, o Brasil adotou a espécie nos anos 90 e a atividade chegou ao atual estágio de desenvolvimento. Em pouco tempo, o camarão branco do Pacífico se destacou devido a sua capacidade de adaptação as mais variadas condições de cultivo, altas taxas de crescimento e sobrevivência, boa produtividade e grande aceitação no mercado, transformando-se praticamente na única espécie cultivada comercialmente no país (OSTRENSKY NETO, 2002). Apesar de o país dispor de condições climáticas, hidrobiológicas e topográficas favoráveis em toda a extensão de sua costa, o desenvolvimento da carcinicultura marinha está concentrado na região Nordeste.

Ao final da década de 1990, Tamayo (1998) conseguiu produzir *L. vannamei* aclimatados em água doce, em três viveiros, fazendo com que surgisse uma nova modalidade de cultivo para os países que cultivavam essa espécie. Essa nova modalidade de cultivo, segundo o autor, iria mitigar a pressão sobre as áreas costeiras e restringir o aparecimento de algumas doenças.

Em 2003, o Brasil atingiu a posição de líder do hemisfério, quando produziu 90.190 t. e líder mundial em produtividade, com $6.084 \text{ kg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, numa área de produção de 14.844 ha. A China, o maior produtor mundial, apresentou uma produtividade de $1.383 \text{ kg.ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, no mesmo ano, numa área de 267.000 ha (ROCHA, 2005).

No ano de 2004, o Brasil sofreu grande queda nas exportações do camarão marinho devido à decisão do Departamento de Comércio do Governo dos Estados Unidos, até então o maior comprador, em taxar as exportações do camarão marinho brasileiro (MADRID, 2005), além de grandes prejuízos causados por fenômenos meteorológicos e pelo vírus da mionecrose infecciosa (IMNV), a soma desses elementos refletiram na queda produtividade

nacional em 2004, para 4.573 kg.ha⁻¹ano⁻¹. Todavia, o Brasil ainda mantém sua posição de líder em produtividade de camarões em sistema de cultivo semi-intensivo.

Os fatos anteriormente citados contribuíram para o decréscimo da produção e, principalmente, das exportações brasileiras de camarão, reduzindo a participação do camarão de 244,79 para 74,86 milhões de dólares na Balança Comercial de Pescado do Brasil entre 2003 e 2007 (ABCC, 2009). Segundo Rocha (2007), a valorização do Real e o aumento dos custos de produção superam todas as demais adversidades e se constituem como os principais entraves para a sustentabilidade econômica do setor, recomendando como alternativa para a carcinicultura brasileira a ampliação e consolidação do camarão cultivado na dieta da população. O mesmo autor sugere, entre outras medidas, como meio de inserir o camarão cultivado no mercado brasileiro a agregação de valor e, principalmente, a organização da cadeia produtiva, de forma que o setor produtivo participe financeiramente dos resultados da comercialização, recebendo o prêmio pago pelo consumidor por um produto com inocuidade, com responsabilidade ambiental e compromisso social.

De acordo com o censo divulgado pela Associação Brasileira de Criadores de Camarões (ABCC), o Brasil possui 997 produtores contando com mais de 16.500 ha de espelho d'água e uma produção estimada de 65.000 toneladas em 2007 (ABCC, 2009). Mas não há uma estatística atualizada sobre o potencial de ampliação dos cultivos do camarão marinho em água doce.

2.2 Sistemas de cultivo

Os sistemas de produção na aquicultura podem ser classificados em extensivo, semi-intensivo, intensivo e super-intensivo, sendo a classificação baseada na produção e no manejo utilizado (SAMOCHA, 2003). Uma das principais diferenças entre sistemas extensivos e intensivos é o fornecimento de rações balanceadas aos organismos cultivados, em virtude das altas densidades de estocagem, o que torna o alimento natural insuficiente.

O sistema adotado pela maioria das fazendas brasileiras de camarão é o semi-intensivo, tendendo a intensificação, realizado geralmente em duas fases, em que os camarões são estocados nos viveiros de engorda após o período de cultivo nos tanques berçário. Conforme Rocha et al. (2003), a produção de juvenis em raceways entre o cultivo berçário e os viveiros de engorda pode reduzir o tempo de cultivo, aumentando o número de ciclos por ano. No entanto, o cultivo multifásico ainda é questionado por causar muito estresse e mortalidade. Wang e Leiman (2000), analisando diferentes sistemas de produção de camarão, concluíram que um sistema bifásico com uma primeira fase prolongada, em muitos casos, é mais eficiente do que sistemas monofásicos ou multifásicos.

O cultivo bifásico apresenta várias vantagens, incluindo um melhor manejo alimentar, maior controle sobre predadores e competidores, melhor qualidade de água, povoamento com camarões maiores e mais resistentes, além de ser recomendado por razões de biosegurança, uma vez que os tanques podem ser utilizados como uma instalação de quarentena antes do povoamento dos viveiros de engorda (SAMOCHA et al., 2003, HANDY et al., 2004, ZELAYA et al., 2004).

A produção intensiva de juvenis de camarão tem sido utilizada como estratégia para várias espécies de peneídeos, como *Litopenaeus vannamei*, *Farfantepenaeus paulensis*, *Penaeus esculentus*, *Penaeus semisulcatus* e *Penaeus monodon* (ARNOLD et al., 2005;

ARNOLD et al., 2006; AL-AMEERI e CRUZ, 2006; BALLESTER et al., 2007; MISHRA et al., 2008).

2.3 O *Litopenaeus vannamei* cultivado em baixa salinidade

Os potenciais impactos negativos das fazendas comerciais de camarão, que operam em zonas costeiras estuarinas têm gerado vários debates nestes últimos anos. Por isso, o cultivo do *L. vannamei* que é realizado geralmente em regiões costeiras, tem sido limitado pela legislação ambiental, uma vez que os viveiros utilizados para seu crescimento são construídos nas áreas adjacentes aos manguezais. Além disso, a exploração imobiliária de terras litorâneas provocou a valorização econômica, o que dificulta ainda mais a aquisição de áreas para instalação de projetos de carcinicultura.

Como alternativa, aproveitando a habilidade do camarão branco em suportar amplas faixas de salinidade (0,5 e 40g.L⁻¹) (McGRAW et al., 2002; SAOUD et al. 2003), foram implantadas fazendas em regiões isentas ou com pouca influência de águas marinhas, intensificando a atividade em todo mundo (VALENÇA e MENDES, 2004; LI et al., 2007). Logo, segundo González-Félix et al. (2007), a aquicultura usando água de baixa salinidade, é uma vantajosa solução para o cultivo de várias espécies e servindo como alternativa a Aquicultura tradicional costeira.

A produção do *L. vannamei* em águas interiores requer alguns cuidados, uma vez que a sobrevivência dos animais pode ser afetada durante o processo de aclimação por questões genéticas, taxas de redução da salinidade, idade das pós-larvas e composição iônica da água (LARAMORE et al., 2001; MCGRAW et al., 2002; DAVIS et al., 2005).

Foi constatado por Cheng et al. (2006) e Balbi et al. (2005), que a ocorrência de altas mortalidades, tanto no processo de aclimação como durante a engorda, estão associadas à composição iônica da água e não às baixas salinidades. As concentrações de potássio, magnésio e sulfato em águas subterrâneas são relativamente baixas quando comparadas a

água do mar de mesma salinidade (BOYD, 2007). Atualmente, a forma mais comum para corrigir a composição iônica da água é através da adição de sais minerais na forma de fertilizantes químicos ou orgânicos. Green (2008), utilizou a suplementação iônica em viveiros de 0,1 ha e salinidade de $0,7\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, obteve sobrevivências acima de 90% e uma produtividade máxima de $4966\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Outra estratégia, mas ainda em fase de estudos, é a incorporação de íons essenciais na ração (VALENÇA e MENDES, 2004). Roy et al. (2007) afirmaram que a suplementação mineral poderia ser mais rentável, uma vez que a absorção dos íons seria potencializada, evitando desta forma a adição de grandes quantidades de fertilizantes na água de cultivo.

No Brasil, o cultivo em águas interiores é uma realidade, sendo praticado por pequenos empreendedores principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Piauí, destacando-se a região do Baixo Jaguaribe (CE), onde as fazendas ocuparam mais de 400 ha em 2004 (MIRANDA et al., 2008).

O *L. vannamei* suporta flutuações de salinidade e em várias partes do mundo pode ser encontrado em águas hipersalinas ($> 40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$) até as oligohalinas ($0,5 - 3,0\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). Devido a essa grande capacidade de adaptação, tolerando rápidas e amplas flutuações na salinidade de até $10\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (NUNES, 2001) é uma espécie reconhecida como potente osmorreguladora (VALENÇA, 2001), sendo, portanto, classificada como eurihalina.

Por ser eurihalina, vive bem em salinidades que variam de 5 a $55\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ (ANDRADE et al., 1999). Embora uma espécie possa ser encontrada em salinidade extremamente baixa e alta, não significa que possa atingir máximo crescimento e sobrevivência em tais ambientes (LARAMORE et al., 2001).

Vários autores já aclimataram o camarão marinho *L. vannamei* para a água doce, na fase equivalente ao berçário, e com excelentes resultados (SIMÕES, 2004; ALBUQUERQUE, 2005; REIS, 2004; OLIVEIRA, 2004). Portanto, seu cultivo em água de baixa salinidade não é considerado um grande desafio, pois, já é uma realidade executada em

várias fazendas brasileiras de camarão, entretanto, água doce com alcalinidade e dureza baixas, ainda é um campo pouco explorado. Segundo McGraw et al. (2002), a capacidade do camarão de tolerar mudanças na salinidade parece ser influenciada pela idade, espécie e fatores ambientais. Para aclimatar em salinidades menores que $4,0 \text{ gL}^{-1}$, necessita-se um período de 24 a 48 h, a fim de evitar a mortalidade por estresse de aclimatação, que pode acontecer em até dois dias após o processo, levando a confundir a causa da morte (DAVIS et al., 2004). Tamayo (1998) aclimatou, com sucesso, pós-larvas (PL) desta espécie para o cultivo com salinidade zero. Mendes e Pedreschi (1998) adaptaram juvenis da espécie em água doce, com choque direto de redução da salinidade, obtendo taxa de sobrevivência equivalente a 90 %.

Segundo Saoud et al. (2003), pós-larvas de peneídeos não são tolerantes a grandes flutuações de salinidade quando muito jovens e parecem perder a tolerância quando juvenis. Segundo o mesmo autor, PL₁₅ e PL₂₀ de *L. vannamei* toleraram águas de baixa salinidade melhor do que PL₁₀. Em geral, PL₁₀ pode ser aclimatada a 4 gL^{-1} com boa sobrevivência. No entanto, somente pós-larvas com mais de 15 dias (PL₁₅) podem ser aclimatadas a menores salinidades (DAVIS et al., 2004).

Ao contrário da água do mar, as constituições iônicas de água doce variam consideravelmente. Enquanto algumas águas podem ser apropriadas para o cultivo de camarão, algumas podem comprometer a sobrevivência ou crescimento (SAOUD et al., 2003).

De uma forma geral, segundo Davis et al. (2004) a água é adequada para o cultivo de camarões se a salinidade for acima de $0,5 \text{ gL}^{-1}$, os níveis de Na^+ , K^+ , Cl^- forem semelhantes aos níveis da água salgada diluída para a mesma salinidade, se tiverem uma elevada concentração de Ca^{2+} , e se a alcalinidade for superior a 75 mg.L^{-1} de CaCO_3 .

Apesar do relativo sucesso dos aqüicultores, no cultivo desta espécie em água doce, os problemas continuam surgindo a partir da deficiência nos perfis iônicos das águas de cultivo

(ATWOOD et al., 2003 e SAOUD et al., 2003). A falta de uma mistura de íons essenciais, incluindo magnésio (Mg^{2+}) foi demonstrada como limitante ao crescimento e sobrevivência do *L. vannamei* (SAOUD et al., 2003). Ressalte-se que a composição iônica da água parece ser mais importante que a salinidade. O sal (cloreto de sódio) não é suficiente para o cultivo de camarão, embora na água salgada, o íon mais importante para osmosegulação seja o cloreto de sódio. Pesquisadores sugerem que os sais mais adequados são compostos de cálcio (Ca^{2+}), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{2+}). Quaisquer desses íons podem estar limitados na água doce e interferir na sobrevivência do camarão. As interações entre os íons também são importantes, como por exemplo a relação entre Ca^{2+} e K^+ , que deve ser de aproximadamente 1:1 em água salgada. Infelizmente, existem muitas interações entre minerais em baixa salinidade, assim não há nenhuma regra definida (DAVIS et al., 2004).

O magnésio (Mg^{2+}) é essencial para o crescimento normal, sobrevivência e osmorregulação nos crustáceos (MANTEL e FARMER, 1983, e PEQUEUX, 1995), além de estar intimamente relacionado com a função das $Na^+-K^+ATPase$, sendo um cofator enzimático (MANTEL e FARMER, 1983 e FURRIEL et al., 2000) que também desempenha um papel importante no metabolismo dos lipídeos, proteínas e carboidratos e servem como cofator num grande número de reações enzimáticas e metabólicas (DAVIS e LAWRENCE, 1997).

Roy et al. (2007) afirmaram que juvenis de *L. vannamei* cultivados em águas com concentrações mais elevadas de Mg^{2+} (160 mg L^{-1}) apresentam maior ganho de peso, enquanto que os camarões cultivados a 10 mg L^{-1} possuem o de ganho de peso bem mais reduzido. Além disso, afirmam também que a sobrevivência dos camarões criados em maior concentração de Mg^{2+} é mais elevada.

A expressão dos íons que interferem na osmosegulação tem sido medida, em campo, na forma de dureza e alcalinidade. A dureza ideal tem sido citada em torno de 60 mg L^{-1} de $CaCO_3$ enquanto que a alcalinidade ideal entre 100 a 140 mg L^{-1} de $CaCO_3$ (HERNANDEZ,

2000). A alcalinidade da água, quando reduzida, pode representar outro problema em baixas salinidades, já que permitem uma ampla variação de pH. Isso pode resultar num problema de carapaça esbranquiçada nos camarões (CHANRATCHAKOOL et al., 1998), como também redução no crescimento, crescimento não uniforme ou até a morte dos indivíduos.

Para o ajuste das concentrações de cálcio, os criadores de camarão, fazem uso do calcário dolomítico ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) que assim como os demais materiais calcários, possui a capacidade de elevar o pH do solo, diminuir a retenção de fósforo no fundo dos viveiros, aumentar a quantidade de gás carbônico para a fotossíntese, diminuir a turbidez da água e a quantidade de material em suspensão, promover o crescimento e/ou a manutenção populacional das bactérias desejáveis no viveiro, além de aumentar a alcalinidade da água (BARBIERI e OSTRENSKY, 2002).

Apesar do cultivo do *Litopenaeus vannamei* em água doce ($<0,5 \text{ gL}^{-1}$) e com dureza e alcalinidade extremamente baixas ($< 50 \text{ mgL}^{-1} \text{ CaCO}_3$), ser uma realidade em algumas fazendas, pouco ou praticamente nada se conhece das técnicas a serem adotadas, nos cultivos da espécie com essas condições.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

Os resultados obtidos durante o trabalho experimental dessa dissertação são apresentados no artigo intitulado **Utilização do calcário dolomítico em água doce para adequação ao cultivo do camarão marinho.**

MANUSCRITO

Utilização do calcário dolomítico em água doce para adequação ao cultivo do camarão marinho.

Manuscrito a ser submetido à revista

Pesquisa Agropecuária Brasileira - PAB

ISSN: 0100-204x (Print Version)

ISSN: 1678-3921 (Eletronic Version)

Utilização do calcário dolomítico em água doce para adequação ao cultivo do camarão marinho

Alexandre Duarte Rodrigues da Silva ^(1,2), Thiago Vandeveldre Torres ⁽²⁾, Diego Souza Lial ⁽²⁾, André Augusto Guimarães da Silva ⁽²⁾, Ana Acacia Gomes de Souza ⁽²⁾ e Paulo de Paula Mendes ⁽²⁾

⁽¹⁾ Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, ⁽²⁾ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, Pernambuco, Brasil: e-mail: alexandredrs@yahoo.com; tiago_vandeveldre@hotmail.com; dslial@hotmail.com; guimarães.andré@ymail.com; anaacacia@yahoo.com; paulo_ufrpe@yahoo.com.br

Resumo - Cultivos do *Litopenaeus vannamei*, em água doce ($0,0 \text{ g L}^{-1}$) e com baixa alcalinidade e dureza ($< 50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$) foram realizados no período de 2008 a 2009, com o objetivo de avaliar a influência da adição de calcário dolomítico, para maximizar os índices zootécnicos desses camarões. Pós-larvas dessa espécie, com 10 a 12 dias (PL₁₀₋₁₂), foram inicialmente aclimatadas a água doce e, posteriormente, estocados a densidade de 17 PL m^{-2} , em 12 viveiros experimentais de 60 m^2 . As concentrações de calcários ($4,0, 8,0, 12,0$ e $16,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$) foram avaliadas na presença ou não de fertilizantes a base de K^+ e Mg^{2+} , em experimentos inteiramente casualizados. A dieta foi constituída a base de ração peletizada, para camarão com 32% de proteína, e administrada em comedouros. O monitoramento das qualidades físicas e químicas da água foi realizado, nas diferentes fases experimentais. Após 60 dias de cultivo, as melhores sobrevivências foram observadas nos tratamentos de $8,0$ e $12,0 \text{ t ha}^{-1}$, sem fertilizante, e na aplicação de $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ em cultivos com fertilizante. Concluiu-se que a utilização do calcário dolomítico favorece o cultivo do *L. vannamei* em água doce.

Termos para indexação: *Litopenaeus vannamei*, potássio, baixa salinidade, aclimação.

Use of lime in fresh water for adaptation to the cultivation of marine shrimp

Abstract - Culture of *Litopenaeus vannamei* in freshwater (0.0 g L^{-1}) and low alkalinity and hardness ($<50 \text{ mg L}^{-1} \text{ CaCO}_3$) were performed during 2008 to 2009, with the aim of evaluating the influence of adding of lime, to maximize production indices of shrimp. Post-larvae of this species, with 10 to 12 days (PL₁₀₋₁₂), were initially acclimated to fresh water and then stored at density of 17 PL m^{-2} , 12 experimental ponds of 60 m^2 . The concentrations of lime (4.0, 8.0, 12.0 and 16.0 $\text{t ha}^{-1} \text{ cycle}^{-1}$) were evaluated in the presence or absence of fertilizer-based K^+ and Mg^{2+} , in completely randomized. The diet was formed based pelleted feed, shrimp with 32% protein, and administered at feeders. The monitoring of physical and chemical qualities of water was carried out in different phases. After 60 days of cultivation, the best survival were observed in treatments of 8.0 and 12.0 t ha^{-1} without fertilizer, and application of 4.0 t ha^{-1} in crops with fertilizer. It was concluded that the use of lime favors the growth of *L. vannamei* in freshwater

Index terms: *Litopenaeus vannamei*, potassium, low salinity, acclimation

Introdução

Em 2008 a produção aquícola mundial ultrapassou 68,3 milhões de toneladas e atingiu valores de faturamento da ordem de US\$ 105,9 bilhões (FAO, 2010). Em termos mundiais, a carcinicultura marinha é uma das atividades aquícolas que mais tem se desenvolvido. Especificamente, o Brasil atingiu em 2003 o destaque de 6^a maior produção de camarões marinhos, com o volume da ordem de 90.190 toneladas. No entanto, sabe-se que nos quatro últimos anos, sua produção e produtividade, foram inferiores aos valores obtidos nesse ano e que alguns Estados brasileiros apresentaram dificuldades em expandir a carcinicultura devido a algumas restrições, como preservação das áreas de manguezais e alto custo das áreas litorâneas.

O camarão marinho *Litopenaeus vannamei* é uma das espécies mais cultivadas em todo o mundo, sendo capaz de tolerar grande variação na salinidade da água (Nunes, 2001). É uma espécie reconhecida como potente osmorreguladora sendo, portanto, classificada como eurihalina. Por isso, é encontrada em várias partes do mundo desde as águas hipersalinas (> 40 g L⁻¹) até as oligohalinas (0,5-3,0 g L⁻¹).

Ao contrário da água do mar, as constituições iônicas de água doce variam consideravelmente. Enquanto algumas águas podem ser apropriadas para o cultivo de camarão, algumas podem comprometer a sua sobrevivência ou crescimento (Saoud et al., 2003). De uma forma geral, segundo Davis et al. (2004), a água é adequada para o cultivo de camarões se a salinidade for acima de 0,5 g L⁻¹, os níveis de Na⁺, K⁺, Cl⁻ forem semelhantes aos níveis da água salgada diluída para a mesma salinidade, se tiverem uma elevada concentração de Ca²⁺ e se a alcalinidade for superior a 75 mg L⁻¹.

Apesar do relativo sucesso dos aquicultores, no cultivo desta espécie em água doce, os problemas continuam surgindo a partir da deficiência nos perfis iônicos das águas de cultivo (Saoud et al., 2003 e Atwood et al., 2003). A falta de uma mistura de íons essenciais, incluindo magnésio (Mg²⁺) foi demonstrada como limitante ao crescimento e sobrevivência do *L. vannamei* (Saoud et al., 2003), devendo-se ressaltada que a composição iônica da água parece ser mais importante que a salinidade. Pesquisadores sugerem que os sais mais adequados, a vida desses animais, são os elementos cálcio (Ca²⁺), potássio (K⁺) e magnésio (Mg²⁺) e que quaisquer desses íons podem estar limitados na água doce e interferir na sobrevivência do camarão. As interações entre os íons também são importantes, como exemplo a relação entre Ca²⁺ e K⁺, que deve ser de aproximadamente 1:1 em água salgada. Infelizmente, por existirem muitas interações entre minerais em baixa salinidade, não há nenhuma regra definida (Davis et al., 2004).

O magnésio (Mg²⁺) é essencial para o crescimento normal, sobrevivência e osmorregulação nos crustáceos (Mantel & Farmer, 1983; Pequeux, 1995), além de estar

intimamente relacionado com a função das Na⁺-K⁺ATPase, sendo um co-fator enzimático (Furriel et al., 2000) que também desempenha um papel importante no metabolismo dos lipídeos, proteínas e carboidratos e servem como co-fator num grande número de reações enzimáticas e metabólicas (Davis & Lawrence, 1997).

A expressão dos íons que interferem na osmoregulação tem sido medida, em campo, na forma de dureza e alcalinidade. A dureza ideal tem sido citada em torno de 60 mg L⁻¹ de CaCO₃ enquanto que a alcalinidade ideal entre 100 a 140 mg L⁻¹ de CaCO₃ (Hernandez, 2000). A alcalinidade da água, quando reduzida, pode representar outro problema em baixas salinidades, já que permite uma ampla variação de pH. Isso pode resultar num problema de carapaça esbranquiçada nos camarões (Chanratchakool et al., 1998), como também redução no crescimento, crescimento não uniforme ou até a morte dos indivíduos.

Para o ajuste das concentrações de cálcio, os criadores de camarão, fazem uso do calcário dolomítico (CaMg(CO₃)₂), que assim como os demais materiais calcários, possui a capacidade de elevar o pH do solo, diminuir a retenção de fósforo no fundo dos viveiros, aumentar a quantidade de gás carbônico para a fotossíntese, diminuir a turbidez da água e a quantidade de material em suspensão, promover o crescimento e/ou a manutenção populacional das bactérias desejáveis no viveiro, além de aumentar a alcalinidade da água (Barbieri & Ostrensky, 2002).

Apesar do cultivo do *L. vannamei* em baixa salinidade ser uma realidade em algumas fazendas, pouco ou praticamente nada se conhece das técnicas a serem adotadas, nos cultivos da espécie em águas doces (<0,5 g L⁻¹) e com dureza e alcalinidade baixas (< 50 mg L⁻¹ CaCO₃). Portanto, objetivou-se com este trabalho, gerar informações referentes a aplicação de calcário dolomítico a ser usado no cultivo do camarão *L. vannamei*, quando em ambientes dulcícolas e de baixa alcalinidade e dureza, para que possa ser aplicado nas regiões interioranas do Brasil.

Material e Métodos

Cultivos experimentais do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*, em água doce e com alcalinidade e dureza baixas, foram realizados na Estação de Aquicultura Continental Prof. Johei Koike da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), nos anos de 2008 e 2009. As pós-larvas (PL) do camarão marinho foram adquiridas em larvicultura comercial com 10-12 dias (PL₁₀₋₁₂) e salinidade de 10 g L⁻¹. Na Estação de Aquicultura, as pós-larvas foram estocadas (720 PL L⁻¹) em tanques de fibra de vidro, com volume de 1000 L, com a salinidade inicial, mantida nas primeiras 24 horas, segundo recomendações de manejo de aclimação proposta por Ferreira (2009).

Para o processo de redução da salinidade, diariamente foi substituído 50% do volume útil dos tanques com água doce (0,0 g L⁻¹). A água doce utilizada, foi enriquecida com sulfato de potássio e de calcário dolomítico, com o objetivo de manter os níveis de K⁺ e Mg²⁺ próximos de 40 e 20 mg L⁻¹, respectivamente, de acordo com as recomendações de Roy et al. (2007). As trocas de água, bem como metodologias de aclimação, seguem o descrito por Ferreira (2009) e Fonseca (2009).

Ao término da primeira etapa, em que as pós-larvas foram aclimatadas para salinidade de 0,0 g L⁻¹, realizou-se a transferência para os viveiros experimentais. Os viveiros experimentais foram constituídos de unidades semi-escavadas, com área de 60 m² (6 x 10m), com profundidade de 1,0 m. Cada viveiro possui sistema de abastecimento e drenagem individual e foram abastecidos com água de um açude público. Os tratamentos equivalentes a 4,0, 8,0, 12,0 e 16,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico foram distribuídos e realizados com a adição inicial de 50% do total do calcário a ser utilizado, ao longo do cultivo, e o restante dividido em aplicações semanais. Em se tratando de um sistema de cultivo em água doce, com baixa alcalinidade e dureza, realizou-se semanalmente o monitoramento dessas variáveis e, sempre que necessário, ajustou-se a concentração dessas variáveis, com calcário dolomítico.

Os cultivos foram realizados em duas etapas, em que na primeira foi testado os efeitos da adição do calcário dolomítico na presença de fertilizantes a base de potássio e magnésio, e na segunda, na ausência desses macro-nutrientes. Em cada viveiro experimental foram estocadas 1020 pós-larvas (PL₂₀₋₂₅) a densidade de 17 camarões m⁻², por um período de 60 dias. As duas etapas, com e sem fertilizantes, foram realizadas nos meses de outubro a dezembro, dos anos de 2008 e 2009, respectivamente, objetivando minimizar os efeitos das estações de verão e inverno. As fertilizações com potássio, seguiram a razão de 20 mg L⁻¹ de K⁺ e a de magnésio de 3,0 mg L⁻¹ de Mg²⁺. Durante a fase de cultivo utilizou-se como dieta a ração comercial, para camarões, administradas às 08:00 e às 17:00 horas, em comedouros tipo bandejas.

Durante todo o período de cultivo estabeleceu-se uma troca de água mínima. A reposição da água perdida pela evaporação e ou infiltração foi realizada com água doce. Diariamente, a água foi monitorada em relação ao pH, oxigênio dissolvido e temperatura. Quinzenalmente a qualidade da água foi monitorada em relação aos níveis de nitrito, nitrato, amônia e potássio. Três vezes por semana foram avaliadas a alcalinidade e dureza.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e três repetições. Quinzenalmente, foram capturados 5,0% da população dos camarões, para estimar o comprimento e peso médio, além de inspecioná-los quanto a possíveis alterações e doenças. Os dados foram relacionados utilizando-se modelos lineares simples (Eq.1 e Eq.2), para cada tratamento a base fertilizante e concentrações de calcário. Enquanto que as relações entre as variáveis foram analisadas mediante modelos multiplicativos (Eq.3). Para estimar os parâmetros destes modelos, utilizou-se a técnica dos mínimos quadrados e para comparar se os seus parâmetros, diferenciavam-se estatisticamente entre as concentrações de calcários, utilizou-se a estatística “W” (Eq. 4), descrita por Mendes (2006). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa SysEapro (v. 2,0).

$$P_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \varepsilon_i \quad \text{Eq.1}$$

$$C_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \varepsilon_i \quad \text{Eq.2}$$

$$P_i = \emptyset L_i^\theta + \varepsilon_i \quad \text{Eq.3}$$

$$W = \{(N1+N2)\text{Ln}[(\text{SQ}_{\text{res}1,2})/(N1+N2)]\} - \{N1\text{Ln}[(\text{SQ}_{\text{res}1})/(N1)]\} - \{N2\text{Ln}[(\text{SQ}_{\text{res}2})/(N2)]\} \quad \text{Eq.4}$$

Em que: P – peso (g); C – comprimento (cm); T – tempo de cultivo (dias); β_0 e β_1 parâmetros do modelo; \emptyset e θ - fatores de condição; ε_i – erro com distribuição normal (0, σ^2); i – i-essima observação; W- estatística a ser comparada com a distribuição do qui-quadrado; N1 e N2 – números de dados dos modelos 1 e 2; SQ_{res} - soma dos quadrados dos resíduos da análise da regressão e Ln - logaritmo neperiano.

Resultados e Discussão

Ao cultivar o *L. vannamei* em água doce (0,0 g L⁻¹), verificou-se que a temperatura, o pH e o oxigênio dissolvido (OD) mantiveram valores dentro da faixa de conforto para o cultivo da referida espécie. Os valores da temperatura oscilaram entre 26,40 e 32,20 °C, estando dentro da amplitude ideal (26 a 33 °C), preconizada por Nunes (2002). O pH e o OD variaram de 6,01 a 8,50 e 3,00 a 8,50 mg L⁻¹. Portanto, dentro da faixa ótima de pH, preconizada por Boyd (2001), o qual recomenda a faixa de 6 a 9, para o cultivo de camarões. Todavia, este mesmo autor alerta que valores abaixo de 7 afetam o crescimento do *L. vannamei*. Quanto ao oxigênio, Boyd e Clay (2002) relataram que nos cultivos intensivos deve-se procurar manter os níveis de OD acima de 4,0 mg L⁻¹.

Durante o cultivo do *L. vannamei*, em água doce, verificou-se uma tendência de aumento da alcalinidade e dureza, no entanto elas se mantiveram em concentrações abaixo do limite mínimo (75 mg L⁻¹ de CaCO₃) recomendado por Davis et al., (2004), para essa espécie. Os valores médios de alcalinidade, entre os tratamentos, variaram de 12,06 ± 3,67 mg L⁻¹ de CaCO₃ no início da preparação dos viveiros e de 29,67±5,71 mg L⁻¹ de CaCO₃ para a dureza.

Após a adição do calcário, observou-se um aumento na alcalinidade e dureza, chegando a 60 mg L⁻¹ e 30 mg L⁻¹ de CaCO₃, para o tratamento com aplicação de 4 t ha⁻¹ e 68 mg L⁻¹ e 60 mg L⁻¹ de CaCO₃ para os tratamentos de 8,0 t ha⁻¹ a 16,0 t ha⁻¹, nos 30 primeiros dias de cultivo.

Ao longo do experimento, observou-se uma menor incorporação de cálcio e magnésio nos tratamentos com 4,0 t ha⁻¹, apresentando valores finais entre 60,00 mg L⁻¹ de CaCO₃ e 62±4,62 mg L⁻¹ de CaCO₃, para alcalinidade e dureza respectivamente. Nos demais tratamentos a alcalinidade e a dureza chegaram até 72 mg L⁻¹ e 80 mg L⁻¹ de CaCO₃. Possivelmente, as aplicações de calcário dolomítico não surtiram o efeito esperado devido aos requerimentos do solo, por determinados íons, e ao processo de nitrificação, responsável pela liberação de íons de hidrogênio que neutralizam a alcalinidade (Boyd & Clay, 2002).

Ebeling et al. (2006) afirmaram que o consumo da alcalinidade como fonte de carbono (3,57 g g⁻¹ N-NH₄), apesar de ocorrer de forma moderada, é um aspecto importante em sistemas com troca de água limitada, fazendo-se necessário a adição de carbonatos, principalmente bicarbonato de sódio, para manter a alcalinidade entre 100 e 150 mg L⁻¹ de CaCO₃. Feng et al. (2007) constataram que níveis iniciais inadequados de CaCO₃ podem prejudicar o processo de oxidação da amônia a nitrito, ao estudarem os efeitos da alcalinidade no processo de nitrificação parcial.

De acordo com Wurtz (2002), animais aquáticos podem tolerar amplas variações nos níveis de dureza, com teores desejáveis entre 75 e 200 mg L⁻¹ CaCO₃. Nunes (2001) recomendou como níveis mínimos aceitáveis para o cultivo de crustáceos em água doce concentrações superiores a 50 mg L⁻¹.

A amônia não-ionizada (NH₃) apresentou os valores médios entre 0,1±0,1 mg L⁻¹ e todos os tratamentos apresentaram valores máximos dentro dos parâmetros considerados ideais, variando entre 0,0 e 0,15 mg L⁻¹. Lin e Chen (2001) adotaram 0,12 mg L⁻¹ como um valor seguro para cultivos em salinidades de 15 g L⁻¹. No entanto, Frías-Espericueta et al.

(1999), estabeleceram $0,29 \text{ mg L}^{-1}$ como nível seguro para camarões com $0,99 \text{ g}$ ao estudarem a toxicidade da amônia em juvenis de *L. vannamei*. De acordo com Lin e Chen (2001), os níveis de segurança para o *L. vannamei* podem ser 75% menores quando cultivados em salinidades de 15 g L^{-1} , se comparados a cultivos com 35 g L^{-1} , indicando uma estreita relação entre o aumento da toxicidade da amônia não-ionizada e reduções nos níveis de salinidade.

Durante o processo de crescimento dos camarões, os níveis médios do nitrito foram mais elevados durante a última semana, chegando a $0,02 \text{ mg L}^{-1}$. Valores estes muito abaixo dos citados por Lin e Chen (2003), que relataram valores de $6,1 \text{ mg L}^{-1}$ para o nitrito, como um nível seguro para cultivos em 15 g L^{-1} de salinidade. Os resultados encontrados, para esta variável, diferem dos obtidos por González-Félix et al. (2007), que relatam o acúmulo do nitrito em cultivos do *L. vannamei* em baixa salinidade e troca zero.

Os valores médios do nitrato aumentaram gradualmente ao longo do experimento com aplicação de fertilização e permaneceram constantes nos tratamentos sem fertilização. A variação destes compostos foi de $0,06$ a $3,75 \text{ mg L}^{-1}$ e $0,5$ a $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, respectivamente, entre a primeira e a última semana de cultivo.

Ao contrário da água do mar, as constituições iônicas de água doce variam consideravelmente. Enquanto algumas águas podem ser apropriadas para o cultivo de camarão, algumas podem comprometer a sobrevivência ou crescimento (Saoud et al., 2003). De uma forma geral, segundo Davis et al. (2004), a água é adequada para o cultivo de camarões se a salinidade for acima de $0,5 \text{ g L}^{-1}$, os níveis de Na^+ , K^+ , Cl^- forem semelhantes aos níveis da água salgada diluída para a mesma salinidade, se tiverem uma elevada concentração de Ca^{2+} e se a alcalinidade for superior a 75 mg L^{-1} de CaCO_3 .

Ao avaliar a sobrevivência dos camarões criados durante 60 dias, verificou-se que os resultados obtidos foram melhores para os tratamentos de $8,0$ e $12,0 \text{ t ha}^{-1}$, sem uso de fertilizante, e no tratamento com $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ com fertilizante. Estes resultados aproximam-se aos descritos por Fonseca et al. (2009), que obtiveram sobrevivência variando de 47 a 61%, para a

mesma faixa de densidade, como pode ser observado na Tabela 1. Por outro lado, poucos pesquisadores obtiveram altas sobrevivências em cultivos experimentais com salinidade zero, o que evidencia ainda uma fragilidade nestes tipos de cultivo.

No presente experimento, a sobrevivência dos camarões pode ter sido afetada, ainda, pelos elevados índices de predadores e competidores encontrados ao longo do cultivo, competidores estes que não estão presentes em cultivos convencionais de água salgada, como as larvas de insetos da ordem Odonata, que no Brasil são conhecidos como a fase larval das libélulas, e dos caramujos de água doce que são competidores imediatos principalmente pela ração ofertada, motivo pelo qual, não foi possível avaliar o fator de conversão alimentar, uma vez que os caramujos ocupavam todas as bandejas logo que a ração era ofertada, obrigando a mudança de estratégia de arraçoamento, para voleio, no decorrer do cultivo.

O baixo desempenho também pode estar relacionado à presença de camarões debilitados, resultado do alto custo energético relacionado à atividade de osmorregulação, associado às interações comportamentais, como a disputa por alimento e canibalismo, mais intensos em ambientes com baixas salinidades e altas densidades de cultivo. Davis et al. (2005) alertaram sobre a importância do equilíbrio iônico no cultivo de camarões, ressaltando que níveis inadequados de minerais podem comprometer as taxas de sobrevivência.

Nos tratamentos com aplicação de $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ a concentração de Mg^{2+} foi de $6,6 \text{ mg L}^{-1}$, enquanto que as demais foram de $10,2 \text{ mg L}^{-1}$, $13,8 \text{ mg L}^{-1}$ e $17,4 \text{ mg L}^{-1}$, nos tratamentos com aplicação de 08, 12 e 16 t ha^{-1} de calcário dolomítico, respectivamente. Roy et al. (2007) afirmaram que juvenis de *L. vannamei* cultivados em água com concentrações mais elevadas de Mg^{2+} (160 mg L^{-1}) apresentam maior ganho de peso, enquanto que os camarões cultivados a 10 mg L^{-1} possuem o de ganho de peso bem mais reduzido e que a sobrevivência dos camarões criados em maiores concentrações de Mg^{2+} é mais elevada.

O peso médio final dos camarões foi estatisticamente diferente entre os tratamentos ($P < 0,05$), e variou de $6,65 \pm 1,77 \text{ g}$ a $8,87 \pm 0,64 \text{ g}$ para cultivo sem adição de fertilizantes e de

4,03±0,03g a 4,99±2,21 g para o cultivo realizado com adição de fertilizante. Os resultados obtidos foram similares aos obtidos por Fonseca et al. (2009), que obtiveram peso médio de 1,82±0,2 a 5,40±0,99 g para a mesma faixa de densidade. Os valores encontrados para o peso médio foram superiores aos encontrados por Roy et al. (2007), que foram de 3,25 a 3,67 g, utilizando cultivos em água com salinidade de 4,0 g L⁻¹ com diferentes níveis de potássio e magnésio.

As relações matemáticas entre as variáveis peso e comprimento dos camarões, quando submetidos às diferentes concentrações de calcários, expressam vários fatores zootécnicos da espécie, enfatizando o acúmulo de gordura “ θ ” e o tipo de crescimento da população (Tabela 2). O baixo crescimento em peso resultou em valores de θ menores que 3, indicando um crescimento alométrico negativo e induzindo as diferenças estatística ($P < 0,05$), entre os modelos dos tratamentos. Chow e Sandifer (1991) ao avaliarem as características morfométricas do *L. vannamei*, afirmaram que fatores ambientais podem afetar o crescimento dos camarões. De acordo com Murphy et al. (1991), o adensamento afeta claramente a relação peso/crescimento dos organismos e valores de θ menores que 3 podem indicar problemas ligados ao número de indivíduos por unidade de área, como também prejuízos provocados por problemas nutricionais.

No cultivo sem adição de fertilizante, as relações de comprimento e peso em função do tempo, são indicativos de que o tratamento com aplicação de 8,0 t ha⁻¹ de calcário, promove o melhor resultado. Esta aplicação propiciou um índice de crescimento diário de 0,1886 cm dia⁻¹, seguidos de 0,16 cm dia⁻¹ para os tratamentos de 12 e 16 t ha⁻¹ e 0,14 cm dia⁻¹ no tratamento de 4 t ha⁻¹, correspondendo a um crescimento semanal de 1,32 cm (Tabela 3). A mesma tendência foi verificada no peso dos camarões ao se obter o melhor resultado no tratamento com 8,0 t ha⁻¹, pois gerou o incremento de 0,26 g dia⁻¹ (Figura 1), o que vem a corroborar com os resultados de Fonseca et al. (2009), ao utilizarem 10 t ha⁻¹ de calcário dolomítico.

A diferença de peso entre o melhor (8,0 t ha⁻¹) e o pior tratamento (4,0 t ha⁻¹), foi de 40% para o período de 60 dias. Numericamente, houve um aumento de peso de 6,82 g para 9,56 g com o aumento da aplicação de calcário. No cultivo com adição de fertilizante, pode-se verificar que não existiu diferença estatística ($P < 0,05$) no crescimento, baseando-se na relação do comprimento com o tempo de cultivo. Matematicamente, o melhor índice de crescimento diário foi de 0,12 cm dia⁻¹, nos tratamentos com 12 e 16 t de CaCO₃ ha⁻¹. O peso apresentou uma tendência de aumento à medida que se adicionou calcário, demonstrando o melhor resultado, em termos numéricos no tratamento com aplicação de 16 t ha⁻¹, com o incremento de 0,12 g dia⁻¹. Mendes (1999), avaliando cultivos da mesma espécie em água doce, obteve crescimento de 8,5 g em 110 dias, o que extrapolando os nossos resultados, ficaria bem abaixo do encontrado.

Conclusões

A utilização do calcário dolomítico favorece o cultivo do *L. vannamei* em água doce (0,0g L⁻¹) com alcalinidade e dureza extremamente baixas, mesmo sem a adição de fertilizantes à base de potássio e magnésio. Existe diferença nos resultados do cultivo do camarão marinho, em água doce, em função das concentrações de calcário. Para obter cultivos bem sucedidos do *L. vannamei* em regiões interioranas do Brasil, recomenda-se a realização de mais estudos, baseados em aplicações de 10 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, e suas interações com vários níveis de fertilizantes a base de potássio e magnésio.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento através de bolsa de pesquisa e a Agência Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), através da Rede de Carcinicultura do Nordeste (RECARCINE), pelo apoio financeiro necessário para o desenvolvimento do projeto. A Agribrands Purina do Brasil Ltda. e a Yara Brasil Fertilizantes S.A. pelo apoio técnico e de materiais.

Referências

- ATWOOD, H.L.; YOUNG, S.P.; TOMASSO, J.R.; BROWDY, C.L. Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed-salt environments. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 34, p.518–523, 2003.
- BARBIERI JUNIOR RC, OSTRENSKY NETO A. **Camarões marinhos: engorda**. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa. 2002.
- BOYD CE. **Manejo da qualidade de água na aquicultura e no cultivo do camarão marinho**. Tradução Josemar Rodrigues. Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC), Recife. 2001.
- BOYD C.E.; CLAY J.W. **Evaluation of Belize Aquaculture, Ltd: A Superintensive Shrimp Aquaculture System. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment**. Work in Progress for Public Discussion. Published by the Consortium, 2002, 17p.
- CHANRATCHAKOOL, P.; TURNBULL, J. F.; FUNGE-SMITH, S. J.; MacRAE, I. H.; LIMSUWAN, C. H. Health management in shrimp ponds. Bangkok: **Aquatic Animal Health Research Institute**, 1998, 111p.
- CHOW S.; SANDIFER P.A. Differences in growth, morphometric traits, and male sexual maturity among Pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*, from different commercial hatcheries. **Aquaculture**, v. 92, p.165-178, 1991.
- DAVIS, D.A.; LAWRENCE, A.L.; Minerals. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), **Crustacean Nutrition**, vol. 6. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA, v. 6, p.150–163, 1997.
- DAVIS, D.A.; SAMOCHA, T.M.; BOYD, C.E. **Acclimating pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity waters**. In: Southern Regional Aquaculture Center Publication n. 2601. <<http://www.ca.uky.edu/wkrec/2601fs.PDF>>. 2004. Acesso: 15 de Jan 2009.

DAVIS D.A.; BOYD C.E.; ROUSE D.B.; SAOUD, I.P. Effects of Potassium, Magnesium and Age on Growth and Survival of *Litopenaeus vannamei* Post-Larvae Reared in Inland Low Salinity Well Waters in West Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 36(3), p.416-419, 2005.

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

FAO. **Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat plus**: universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. Rome, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>>. Acesso em: 07 de julho de 2010.

FENG Y.J.; TSENG S.K.; HSIA T.H.; HO C.M.; CHOU W.P. Partial nitrification of ammonium-rich wastewater as pretreatment for Anaerobic Ammonium Oxidation (Anammox) using Membrane Aeration Bioreactor. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v.104, n.3, p.182-187, 2007.

FONSECA, S.B; MENDES, P.P.; ALBERTIM, C.J.L; BITTENCOURT, C.F.; SILVA, J.H.V. Cultivo do camarão marinho em água doce em diferentes densidades de estocagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.10, p.1352-1358, 2009.

FERREIRA, D.A; MENDES, P.P; LOPES, Y.V.A.; SOARES, R.B.; MENDES, E.S. **Produção de juvenis do camarão *Litopenaeus vannamei* com diferentes densidades de estocagem em baixa salinidade e meio heterotrófico**. 2009. Tese (Mestrado) Disponível em: <http://www.pgpa.ufrpe.br/trabalhos/2009/t2009daf.pdf>. Acesso 20 de maio de 2010.

FRÍAS-ESPERICUETA M.G.; HARFUSH-MELENDZ M.; OSUNA-LÓPEZ J.I.; PÁEZ-OSUNA F. Acute Toxicity of Ammonia to Juvenile Shrimp *Penaeus vannamei* Boone. **Bull. Environmental Contaminates Toxicologie**, v.62, p.646-652, 1999.

FURRIEL, R.P.M.; MCNAMARA, J.C.; LEONE, F.A. Characterization of (Na⁺, K⁺)-ATPase in gill microsomes of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii*. **Comp. Biochemical Physiology**, v.126, p.303–315, 2000.

GONZÁLEZ-FELIX M.L.; GÓMEZ-JIMÉNEZ S.; PEREZ-VELAZQUEZ M.; DAVIS D.A.; VELAZCO-RAMEÑOS J.G. Nitrogen budget for a low-salinity, zero-water exchange culture system: I. Effect of dietary protein level on the performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone). **Aquaculture Research**, v. 38, p.798-808, 2007.

HERNANDEZ, J. Z. **Manual Purina De Bioseguridade No Cultivo De Camarões Marinhos**. Paulínia: Purina, 2000. 36 p.

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

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

MANTEL, L.H.; FARMER, L.L. Osmotic and ionic regulation. In: Mantel, L.H. (Ed.), **The Biology of Crustacea**, Volume 5, Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic Press, New York, USA, 1983, p.54–162.

MENDES, P.P.; SANTOS, J.P; QUEIROZ, M.F.F. Cultivo do *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879), em tanques de 45 cm de profundidade. **Trabalhos oceanográficos**, v.24, p.229-236, 1996.

MENDES, P. P.; MENDES, E.S.; BEZERRA, A.M. Análise estatística dos parâmetros aquícolas, com fins a otimização da produção. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science JCR**, João Pessoa, Paraíba, v. 35, p. 886-903, 2006.

MURPHY B.R.; WILLIS D.W.; SPRINGER, T.A. The Relative Weight Index in Fisheries Management: Status and Needs. **Fisheries**, v.16, n.2, p.30-38, 1991.

NUNES, A.J.P. O cultivo do *Litopenaeus vannamei* em águas oligohalinas. **Panorama da Aquicultura**, Julho/Agosto 26-35. (2001). O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, v. 4, p.43-51, 2002.

PEQUEUX, A. Osmotic regulation in crustaceans. **Journal Crustacean Biology**, v.15, p.1–60, 1995.

ROY L.A.; DAVIS D.A.; SAOUD I.P.; HENRY, R.P. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. **Aquaculture**, v.262, p.461–469, 2007.

SAOUD, I.P.; DAVIS, D.A.; ROUSE, D.B. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. **Aquaculture**, v.217, p. 373-383, 2003.

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

Tabela 01: Parâmetros zootécnicos do *Litopenaeus vannamei*, cultivado em água doce durante 60 dias, com e sem fertilizante e adição de calcário.

Sem fertilizante			
CCal ¹	Peso (g)	Comprimento (cm)	Sobrevivência (%)
4 t.ha ⁻¹	6,65±1,77 a	9,41±0,68 a	37,65±0,80 a
8 t.ha ⁻¹	8,87±0,64 b	10,67±0,36 b	47,89±20,21 b
12 t.ha ⁻¹	8,84±3,65 a	10,42±1,04 ab	45,68±18,90 b
16 t.ha ⁻¹	7,71±1,66 ab	10±0,69 ab	32,84±14,38 b
Com fertilizante			
CCal (t ha ⁻¹)	Peso (g)	Comprimento (cm)	Sobrevivência (%)
4	4,06±0,03 a	8,32±0,41 a	33,67±2,66 a
8	4,12±0,46 b	8,12±0,16 b	12,84±0,11 b
12	4,18±0,11 c	8,8±0,81 a	25,3±10,07 c
16	4,99±2,21 d	8,87±0,78 a	20,54±4,02 c

¹ CCal – concentração de calcário -** Letras diferentes, indicam que há diferenças na estatística “W”, a 5% de probabilidade.

Tabela 02: Relação do peso e comprimento do *Litopenaeus vannamei*, quando cultivado em água doce, com e sem aplicação de fertilizantes e diferentes concentrações de calcário.

Sem Fertilizante				
CCal ¹	Modelo ^{***}	EC ^{**}	R ² (%)	QM _(res)
4	P = 0,0111C ^{2,86}	a	99,42	0,0041
8	P = 0,0090C ^{2,93}	a	99,03	0,0120
12	P = 0,0129C ^{2,79}	ab	97,77	0,0166
16	P = 0,0270C ^{2,43}	b	92,61	0,0460
Com fertilizante				
CCal	Modelo	EC	R ² (%)	QM res
4	P = 0,0160C ^{2,63}	a	98,09	0,0123
8	P = 0,0116C ^{2,80}	b	99,78	0,0014
12	P = 0,0331C ^{2,23}	a	99,45	0,0221
16	P = 0,0218C ^{2,49}	a	94,29	0,0275

¹ CCal – concentração de calcário; ** - Letras diferentes, indicam diferenças na estatística W (P<0,05); R²- coeficiente de determinação; QM_(res), quadrado médio do resíduo; ***Pi = fC^θ_i, em que: P – Peso, q e f - parâmetros de crescimento, C – comprimento, i – i-ésima observação.

Tabela 03: Relação do peso e comprimento do *Litopenaeus vannamei* em função do tempo de cultivo, quando cultivado em água doce, com diferentes concentrações de calcário e sem aplicação de fertilizantes.

Peso				
CCal ¹	Modelo	EC ^{**}	R ² (%)	QM _(res)
4	P = -3,9367+0,1793T	a	85,77	1,029
8	P = -6,2017+0,2621T	b	89,37	1,577
12	P = -5,2686+0,2401T	b	69,45	4,892
16	P = -4,7688+0,2099T	ab	84,97	1,500
Comprimento				
CCal ¹	Modelo	EC ^{**}	R ² (%)	QM _(res)
4	C = 1,2428+0,1403T	a	91,01	0,3749
8	C = -0,1450+0,1886T	b	90,08	0,7550
12	C = 1,0828+0,1594T	ab	87,66	0,6902
16	C = 0,4428+0,1637T	ab	90,38	0,5499

¹CCal – concentração de calcário em toneladas; ** - Letras diferentes, indicam diferenças (P<0,05) na estatística “W”; R², coeficiente de determinação; QM_(res), quadrado médio do resíduo.

Tabela 04: Relação do peso e comprimento do *Litopenaeus vannamei* em função do tempo de cultivo, quando cultivado em água doce, com diferentes concentrações de calcário e com aplicação de fertilizantes.

Peso				
CCal [*]	Modelo	EC ^{**}	R ² (%)	QM _(res)
4	P = -2,0667+0,1020T	a	95,40	0,1128
8	P = -1,9892+0,1038T	b	71,26	0,9782
12	P = -1,9025+0,0995T	a	97,85	0,0489
16	P = -2,1674+0,1185T	b	66,82	1,5672
Comprimento				
CCal [*]	Modelo	EC [*]	R ² (%)	QM _(res)
4	C = 1,19+0,1193T	a	94,09	0,2014
8	C = 1,82+0,1075T	a	77,09	0,7726
12	C = 1,28+0,1223T	a	92,77	0,2622
16	C = 1,75+0,1187T	a	88,23	0,4229

¹CCal – concentração de calcário em toneladas; ** - Letras iguais, indicam que não existe diferenças significativa (P≥0,05) na estatística “W”; R², coeficiente de determinação; QM_(res), quadrado médio do resíduo.

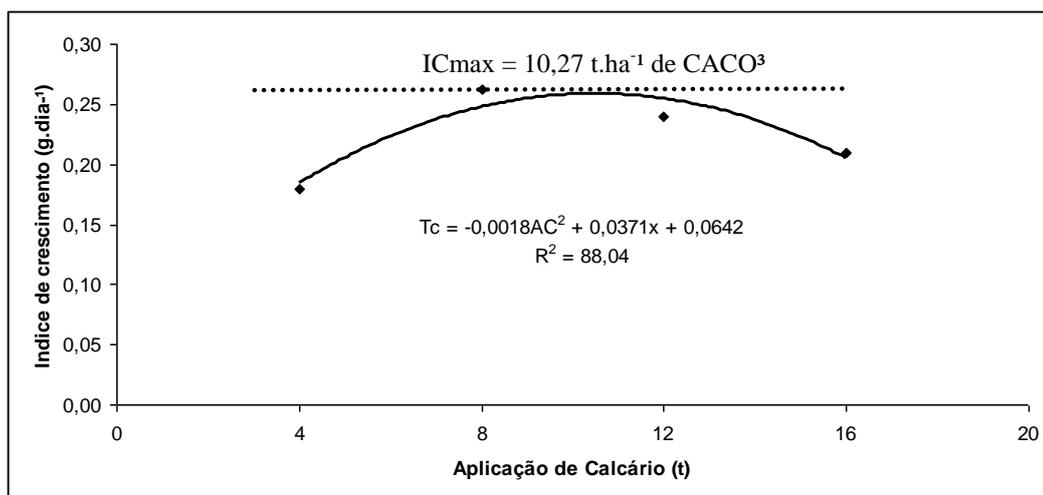


Figura 01: Relação entre índice de crescimento diário do camarão *L. vannamei* cultivado em água doce com aplicação de calcário e sem aplicação de fertilizante.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* pode ser realizada em baixa salinidade. Pois, a utilização do calcário dolomítico favorece o cultivo do *L. vannamei* em água doce ($0,0\text{gL}^{-1}$) com alcalinidade e dureza extremamente baixas, mesmo sem a adição de fertilizantes a base de potássio e magnésio;

Entretanto, existe diferença nos resultados do cultivo do camarão marinho, em água doce, em função das concentrações de calcário. Logo, para obter cultivos bem sucedidos do *L. vannamei* em regiões interioranas do Brasil, recomenda-se a realização de mais estudos, baseados em aplicações de 10tha^{-1} de calcário dolomítico, e suas interações com vários níveis de fertilizantes a base de potássio e magnésio.

Além disso, novas estratégias de arrazoamento e prevenção de competidores devem ser adotadas para uma melhor avaliação dos resultados, principalmente no que se refere a sobrevivência e fator de conversão alimentar.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCC. Estatísticas Nacionais. Disponível em: <www.abccam.com.br>. Acesso em 09/01/2009.

AL-AMEERI, A.A., CRUZ, E.M. Production and yield of *Penaeus semisulcatus* (de Haan) cultured at different densities. **Aquaculture Research**, v. 37, p. 1499-1506, 2006.

ALBUQUERQUE, M.L.L.T.. Estratégias de manejo para aclimatar o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) à água doce. 2005 (79f. Dissertação de Mestrado em Recursos pesqueiros e Aquicultura) – UFRPE.

ANDRADE, T. P. et al.. Sobrevivência de Pós-larvas do camarão branco *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) expostas à salinidade zero em condições de laboratório. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca 11; Congresso Latino Americano de Engenharia de Pesca; Rodada de Negócios da Pesca, Recife. Recife: CONBEP (1999), p. 594-597. Anais.

ARNOLD, S.J.; et al. Intensive production of juvenile tiger shrimp *Penaeus monodon*: An evaluation of stocking density and artificial substrates. **Aquaculture**, v. 261, p. 890–896, 2006.

ARNOLD, S.J.; et al.. Response of juvenile brown tiger shrimp (*Penaeus esculentus*) to intensive culture conditions in a flow through tank system with three-dimensional artificial substrate. **Aquaculture**, v. 246, p. 231-238, 2005.

ATWOOD, H.L., YOUNG, S.P., TOMASSO, J.R., BROWDY, C.L., 2003. Survival and growth of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* postlarvae in low-salinity and mixed-salt environments. **J. World Aquac. Soc.** 34, 518–523.

BALBI, F.; et al.. Aclimatación a baja salinidad de postlarvas del camarón marino *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) provenientes de dos criaderos comerciales. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v. 40(2), p. 109-115, 2005.

BALLESTER, E.L.C.; et al. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. **Aquaculture**, v. 269, p. 355–362, 2007.

BARBIERI, R. C. J.; OSTRENSKY, A. N. **Camarões marinhos – Engorda**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 370 p.

BOYD, C.A. Salinity Balance Key to Culture Success. **Global Aquaculture Advocate**, September/October, p. 78-79, 2007.

CHANRATCHAKOOL, P.; TURNBULL, J. F.; FUNGE-SMITH, S. J.; MacRAE, I. H.; LIMSUWAN, C. H. **Health management in shrimp ponds**. Bangkok: Aquatic Animal Health Research Institute, 1998. 111p.

CHENG, K.; et al.. Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium / phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of *Litopenaeus vannamei* reared in low-salinity water. **Aquaculture**, v. 251, p. 472-483, 2006.

DAVIS, D.A. ; BOYD, C.E. ; ROUSE, D.B. Effects of potassium, magnesium and age on growth and survival of *Litopenaeus vannamei* post-larvae reared in inland low salinity well waters in West Alabama. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 36, n. 3, p. 416-419, 2005.

DAVIS, A. D.; SAMOCHA, M. T.; BOYD E. C. Acclimating pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, to inland, low-salinity waters. 2004. Disponível em: <<http://www.ca.uky.edu/wkec/2601fs.pdf>>. Acesso em 20 maio, 2005.

DAVIS, D.A., LAWRENCE, A.L. Minerals. In: D'Abramo, L.R., Conklin, D.E., Akiyama, D.M. (Eds.), *Crustacean Nutrition*, vol. 6. **World Aquaculture Society**, Baton Rouge, Louisiana, USA, 1997 pp. 150–163.

FAO. Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat plus: universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. Rome, 2010. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>>. Acesso em: 07 de julho de 2010.

FAO. Fishery Information, Data and Statistics Unit. FishStat plus: universal software for fishery statistical time series. Version 2.3. Rome, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/fi/statist/FISOFT/FISHPLUS.asp>>. Acesso em: 6 de agosto de 2009

FAO. The States of World Fisheries and Aquaculture 2006 - SOFIA. Roma: FAO, 2007. 180p.

FAO. The States of World Fisheries and Aquaculture 2004 - SOFIA. Roma: FAO, 2004. 174p.

FURRIEL, R.P.M., MCNAMARA, J.C., LEONE, F.A. Characterization of (Na⁺, K⁺)-ATPase in gill microsomes of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii*. **Comp. Biochem. Physiol.** 2000,126B, 303–315.

GONZÁLEZ-FÉLIX, M.L.; et al.. Nitrogen budget for a low salinity, zero-water exchange culture system: I. Effect of dietary protein level on the performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone). **Aquaculture Research**, v. 38, p. 798-808, 2007.

GREEN, B. Stocking strategies for production of *Litopenaeus vannamei* (Boone) in amended freshwater in inland ponds. **Aquaculture Research**, v. 39, p. 10-17, 2008.

GROSS, A.; NEMIROVSKYA, A; ZILBERGB, D.; KHAIMOVA, A.; BRENNERC, A.; SNIRD, E.; RONENA, Z.; NEJIDA A. Soil nitrifying enrichments as biofilter starters in intensive recirculation saline water aquaculture. **Aquaculture**. 2003. 223, p. 51-62.

HANDY,M.; et al.. Nursery trial compares filtration system performance in intensive raceways. **Global Aquaculture Advocate**, August, p. 77-79, 2004.

HERNANDEZ, J. Z. **Manual Purina De Bioseguridade No Cultivo De Camarões Marinho**. Paulínia: Purina, 2000. 36 p.

LARAMORE, S.; C. LARAMORE, R.; SCARPA, J. Effect of Low Salinity on Growth and Survival of Postlarvae and Juvenile *Litopenaeus vannamei*. **Journal of the World Aquaculture Society**. v. 32, n. 4, p. 385-392, 2001.

LI, E.; et al.. Growth, body composition, respiration and ambient ammonia nitrogen tolerance of the juvenile white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, at different salinities. **Aquaculture**, v. 265, p. 385-390, 2007.

LIGHTNER, D. V.; REDMAN, R. M.; PAULOS, B. T.; NUNAM, L. M.; MARI, J. L.; HASSON, K. W. Status of o major virus diseases of concern to the shrimp farming industry of the Americas: Known distribution, hast and available detection methods. In: IV SYMPOSIO CENTRO AMERICANO DE ACUACULTURA, 1997, Honduras. **Anais**. Honduras: ANAH; CLAA, 1997. p. 36-48.

MANTEL, L.H., FARMER, L.L. Osmotic and ionic regulation. In: Mantel, L.H. (Ed.), **The Biology of Crustacea**, Volume 5, Internal Anatomy and Physiological Regulation. Academic Press, New York, USA, 1983. pp. 54–162.

MADRID, R. M. Programa de apoio ao desenvolvimento do cultivo de camarão marinho (Versão preliminar). Brasília: MAA, 1999. p. 3.

MADRID, R. M. Análise das exportações da carsinicultura Brasileira de 1999 a 2003: cinco anos de sucesso e, 2004, o início de uma nova fase. **Revista da ABCC**, Recife, p. 84, março de 2005.

MARINHO, M. J. Camarão Marinho. In: MASAYOSHI, O. e KOIKE, J.(Ed.) **Manual de Pesca**. Fortaleza: Associação dos Engenheiros de Pesca do estado do Ceará, 1987. cap. 7, p. 240-247.

MCGRAW, W. J.; et a.. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* Post-larvae to Low Salinity: Influence of Age, Salinity Endpoint, and Rate of Salinity Reduction. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 33, n. 1, p. 78-84, 2002.

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

MENDES, P. P.; MENDES, E. S.; BEZERRA, A. M. Análise estatística dos parâmetros aquícolas, com fins a otimização da produção. 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais dos Simpósios, Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol. 35, p 886-903. 2006.

MENDES, G. N.; PEDRESCHI, O. Aclimatação de juvenis de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) à água doce. In: AQUICULTURA BRASIL 98, 1, 1998. Recife. **Anais...** (s.n), 1998 v.2, p. 309-314

MIRANDA, F.R.; et al.. Reuse of inland low-salinity shrimp farm effluent for melon irrigation. **Aquaculture**, v. 39, p. 1-5, 2008.

MISHRA, J.K.; et al. Performance of an intensive nursery system for the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, under limited discharge condition. **Aquacultural Engineering**, v. 38, p. 2–15, 2008.

NUNES, A.J.P. O impacto da temperatura no cultivo de camarões marinhos. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão**, v. 4, p.43-51, 2002.

NUNES, A.J.P. O Cultivo do Camarão *Litopenaeus vannamei* em Águas Oligohalinas. In: **Revista Panorama da Aquicultura**, julho/agosto, 2001, p.15 a 23.

OLIVEIRA, L.C.B. Aclimação de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) à água doce: Fase Berçário. 2004 (31f. Monografia para obtenção de grau no curso de Engenharia de Pesca). UFRPE.

OSTRENSKY NETO, A. Aquicultura brasileira e sua sustentabilidade. XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura, 2002, **Anais**. p. 4-10.

PEQUEUX, A. Osmotic regulation in crustaceans. **J. Crustac. Biol.** 1995. 15, 1–60.

RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS. **Fish for tomorrow?** 2007. 16p. Disponível em:<http://www.ramsar.org/wwd/7/wwd2007_leaflet_s.pdf>. Acesso em: 17/05/2007.

REIS, U.J.S. Diferentes Concentrações de cal e alimentação utilizados na aclimação de pós-larvas do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) à água doce. 2004 (24f. Monografia para obtenção de grau no curso de Engenharia de Pesca). UFRPE.

RIECHE, F.; MORAES, J. E. Comunicação. III Simpósio Internacional sobre a Indústria do Camarão Cultivado, III Feira Nacional do Camarão – FENACAM. Revista do BNDES, v. 13, n. 26, p. 209-314, 2006.

ROCHA, I. P. Impactos sócio-econômicos e ambientais da carcinicultura brasileira: mitos e verdades. **Revista da ABCC**, v. 7, n. 4, p. 37-42, 2005.

ROCHA, I. P. Considerações sobre a Carcinicultura Brasileira. III Simpósio Brasileiro sobre Cultivo de Camarão, 1989, **Anais**. v. 2, p. 287-298

ROCHA, I. P. **Entraves e Soluções para a Recuperação da Competitividade da Carcinicultura**

Brasileira. Palestra apresentada no XI Seminário Nordeste de Pecuária – PECNORDESTE 2007. Disponível

em:<http://www.pecnordeste.com.br/pec2008/pecnordeste/doc/aquipisca/Entraves%20e%20Solu%C3%A7%C3%B5es%20para%20a%20Recupera%C3%A7%C3%A3o%20da%20Competitividade%20da%20Carcinicultura%20-%20Itamar%20de%20Paiva%20Rocha.pdf>>. Acesso em 15/02/2009.

ROCHA, I.P.; SILVA, L.S.R.; CARVALHO, R.A. Secondary nurseries support changing needs of growing shrimp. **Global Aquaculture Advocate**, December, p. 75-76, 2003.

ROCHA, I. P. **A carcinicultura brasileira em 2003, 2004**. Disponível em: <http://www.abccam.com.br> . Acesso em 20 de maio 2005.

RODRIGUES, J. Evolução e estado atual da carcinicultura brasileira. In: RODRIGUES, J. **Plataforma Tecnológica do camarão marinho cultivado**. Brasília: Brasil/MAPA/SARC/DPA,CNPq, ABCC. 2001. cap. 5, 34 p.

RODRIGUES, J. A carcinicultura marinha- Desempenho em 2004. **Revista da ABCC**. ano 7, n.º 2, p.38-44,junho, 2005.

ROY, L.A., DAVIS, D.A., SAOUD, I.P., HENRY, R.P., Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. **Aquaculture**. 262 (2007) 461–469

SAMOCHA, T.M.; et al.. O papel dos sistemas de berçários para melhorar a eficiência de produção das fazendas de camarão. Aquicultura responsável para um futuro seguro: Trabalhos da Sessão Especial do Camarão Cultivado. **World Aquaculture** 2003. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana 70803. Estados Unidos, 2003. Tradução ABCC. p. 225-244.

SAOUD, I. P.. DAVIS, D. A. ROUSE, D. B. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. **Aquaculture**.2003. 217, p. 373 – 383.

SIMÕES, M.A. Análise preliminar do crescimento do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) em água doce, com baixa dureza e alcalinidade. 2004 (30f. Monografia para obtenção de grau no curso de Engenharia de Pesca). UFRPE.

TAMAYO, B. P. M. A. Carcinicultura em água doce uma alternativa comparada. **Panorama Aquícola, México**, v.3, p. 32, 1998.

VALENÇA, A. R.; MENDES, G. N. Importância da composição iônica da água oligohalina e “doce” no cultivo do *Litopenaeus vannamei*. **Panorama da Aquicultura**, Novembro/Dezembro, p. 23-29, 2004.

VALENÇA, A. R. **Aclimação de pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* à água doce**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2001. 51p.

WAINBERG, A. A. O pesadelo dos vírus asiáticos ainda ronda a carcinicultura brasileira. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, p. 51-52, setembro/outubro. 2000.

WANG, J., LEIMAN, J. Optimizing multi-stage shrimp production systems. **Aquaculture Engineering**, v. 22, p. 243–254, 2000.

ZELAYA, O. ; ROUSE, D. B.; DAVIS, D. A. Stocking density, nursery duration influence shrimp growth, survival during growout. **Global Aquaculture Advocate**, April, p. 79-80, 2004.

6. ANEXO

6.1 Normas da Revista

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos e não podem ter sido encaminhados a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

A Comissão Editorial faz análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como: escopo; apresentação do artigo segundo as normas da revista; formulação do objetivo de forma clara; clareza da redação; fundamentação teórica; atualização da revisão da literatura; coerência e precisão da metodologia; resultados com contribuição significativa; discussão dos fatos observados frente aos descritos na literatura; qualidade das tabelas e figuras; originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério só é aplicado aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor. Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.

O texto deve ser digitado no editor de texto Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, margens de 2,5 cm, com páginas e linhas numeradas.

Acesso aos ítems:

<u>Escopo e política editorial</u>	<u>Material e Métodos</u>
<u>Análise dos artigos</u>	<u>Resultados e Discussão</u>
<u>Forma e preparação de manuscritos</u>	<u>Conclusões</u>
<u>Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos</u>	<u>Agradecimentos</u>
<u>Organização do Artigo Científico</u>	<u>Referências</u>
<u>Título</u>	<u>Citações</u>
<u>Nome dos autores</u>	<u>Fórmulas, expressões e equações matemáticas</u>
<u>Endereço dos autores</u>	<u>Tabelas</u>
<u>Resumo</u>	<u>Figuras</u>
<u>Termos para indexação</u>	<u>Notas Científicas</u>
<u>Introdução</u>	<u>Outras informações</u>

Escopo e política editorial

A revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB) é uma publicação mensal da Embrapa, que edita e publica trabalhos técnico-científicos originais, em português, espanhol ou inglês, resultantes de pesquisas de interesse agropecuário. A principal forma de contribuição é o Artigo, mas a PAB também publica Notas Científicas e Revisões a convite do Editor.

Análise dos artigos

A Comissão Editorial faz a análise dos trabalhos antes de submetê-los à assessoria científica. Nessa análise, consideram-se aspectos como escopo, apresentação do artigo segundo as normas da revista, formulação do objetivo de forma clara, clareza da redação, fundamentação teórica, atualização da revisão da literatura, coerência e precisão da metodologia, resultados com contribuição significativa, discussão dos fatos observados em relação aos descritos na literatura, qualidade das tabelas e figuras, originalidade e consistência das conclusões. Após a aplicação desses critérios, se o número de trabalhos aprovados ultrapassa a capacidade mensal de publicação, é aplicado o critério da relevância relativa, pelo qual são aprovados os trabalhos cuja contribuição para o avanço do conhecimento científico é considerada mais significativa. Esse critério é aplicado somente aos trabalhos que atendem aos requisitos de qualidade para publicação na revista, mas que, em razão do elevado número, não podem ser todos aprovados para publicação. Os trabalhos rejeitados são devolvidos aos autores e os demais são submetidos à análise de assessores científicos, especialistas da área técnica do artigo.

Forma e preparação de manuscritos

- Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.
- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.
- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.
- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Informações necessárias na submissão on-line de trabalhos

No passo 1 da submissão (Início), em "comentários ao editor", informar a relevância e o aspecto inédito do trabalho.

No passo 2 da submissão (Inclusão de metadados), em "resumo da biografia" de cada autor, informar a formação e o grau acadêmico. Clicar em "incluir autor" para inserir todos os coautores do trabalho, na ordem de autoria.

Ainda no passo 2, copiar e colar o título, resumo e termos para indexação (key words) do trabalho nos respectivos campos do sistema. Depois, ir à parte superior da tela, no campo "Idioma do formulário", e selecionar "English". Descer a tela (clicar na barra de rolagem) e copiar e colar o "title", "abstract" e os "index terms" nos campos correspondentes. (Para dar continuidade ao processo de submissão, é necessário que tanto o título, o resumo e os termos para indexação quanto o title, o abstract e os index terms do manuscrito tenham sido fornecidos.)

No passo 3 da submissão (Transferência do manuscrito), carregar o trabalho completo em arquivo Microsoft Word 1997 a 2003.

No passo 4 da submissão (Transferência de documentos suplementares), carregar, no sistema on-line da revista PAB, um arquivo Word com todas as cartas (mensagens) de concordância dos coautores coladas conforme as explicações abaixo:

Colar um e-mail no arquivo word de cada coautor de concordância com o seguinte conteúdo: "Eu, ..., concordo com o conteúdo do trabalho intitulado "....." e com a submissão para a publicação na revista PAB.

Como fazer: Peça ao coautor que lhe envie um e-mail de concordância, encaminhe-o para o seu próprio e-mail (assim gerará os dados da mensagem original: assunto, data, de e para), marque todo o email e copie e depois cole no arquivo word. Assim, teremos todas as cartas de concordâncias dos co-autores num mesmo arquivo.

Organização do Artigo Científico

- A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:
- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.
- Artigos em inglês - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Abstract, Index terms, título em português, Resumo, Termos para indexação, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusions, Acknowledgements, References, tables, figures.
- Artigos em espanhol - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumen, Términos para indexación; título em inglês, Abstract, Index terms, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, cuadros e figuras.
- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.
- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como "efeito" ou "influência".
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção "e", "y" ou "and", no caso de artigo em português, espanhol ou em inglês, respectivamente.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus ou no Índice de Assuntos da base SciELO.

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais. - Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.
- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente

obtido.

Conclusões

- O termo **Conclusões** deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra **Agradecimentos** deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com "Ao, Aos, À ou Às" (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)

AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.

- Artigos de periódicos

SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados.
- A autocitação deve ser evitada.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Redação das citações dentro de parênteses
- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.
- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.
- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.
- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.
- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão "citado por" e da citação da obra consultada.
- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.
- Redação das citações fora de parênteses
- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.
- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.
- Devem ser auto-explicativas.
- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a

indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.

- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.
- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração.
- As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.

- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.

Outras informações

- Não há cobrança de taxa de publicação.
- Os manuscritos aprovados para publicação são revisados por no mínimo dois especialistas.
- O editor e a assessoria científica reservam-se o direito de solicitar modificações nos artigos e de decidir sobre a sua publicação.
- São de exclusiva responsabilidade dos autores as opiniões e conceitos emitidos nos trabalhos.
- Os trabalhos aceitos não podem ser reproduzidos, mesmo parcialmente, sem o consentimento expresso do editor da PAB.

Contatos com a secretaria da revista podem ser feitos por telefone: (61)3448-4231 e 3273-9616, fax: (61)3340-5483, via e-mail: pab@sct.embrapa.br ou pelos correios:

Embrapa Informação Tecnológica

Pesquisa Agropecuária Brasileira – PAB

Caixa Postal 040315

CEP 70770 901 Brasília, DF