

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CENTRO DE AQUICULTURA

CAMPUS DE JABOTICABAL

Sistema integrado do berçário secundário do camarão-da-amazônia

***Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA,**

DECAPODA, PALAEMONIDAE) com cultivo hidropônico de

hortaliças

Daniela Castellani

Orientador: Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Aqüicultura, Área de Concentração em Aqüicultura em Águas Continentais, como parte das exigências para a obtenção de título de Doutor.

Jaboticabal, São Paulo.
Fevereiro – 2008

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Antonio Fernando Monteiro Camargo, do Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro e do Centro de Aqüicultura da UNESP, Jaboticabal, SP, pela oportunidade, orientação e amizade.

Aos Professores Doutores Jairo Augusto Campos de Araújo e Wagner Cotroni Valenti da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, SP, pelas preciosas contribuições no decorrer deste trabalho e amizade.

A Professora Doutora Ana Eliza Baccharin Leonardo pela contribuição no planejamento inicial do projeto.

A todos que me auxiliaram no experimento de campo: Anderson Malta, Marina, Carlinhos, Roberto, Marcio, Junior, Valdecir, Michele, Laurindo, Patrícia, Bruno, Raquelzinha, Giraia, Janaina, Leonardo, Fabrício, Breno.

Ao Mafei, Técnico do Colégio Agrícola da Unesp de Jaboticabal, pelo auxílio na produção das mudas de hortaliças.

As minhas amigas de república em Rio Claro: Fabiana, Eliana e Rulieta pela hospedagem, alegria, bom humor e eterna amizade.

Ao CNPq - CTAgronegócio – SEAP – Presidência da República. (processo:503539/2003-1) pelo financiamento do projeto.

Agradecimento Especial:

A **Deus** que me concedeu sabedoria e vida para realização deste estudo.

Aos meus familiares: minha avó Maria (in memória), meus pais Ivo e Edith, minhas irmãs: Estela e Barbara e meus sobrinhos: Antonio e Francisco que são a alegria do meu viver.

Ao meu marido Dudu, que é companheiro, e muito importante para mim.

Sumário

Resumo Geral.....	01
Abstract.....	03
Introdução Geral.....	05
Objetivos.....	12
Referências bibliográficas.....	14
Capítulo I – Efeito do ambiente protegido no sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia <i>Macrobrachium amazonicum</i> no período de inverno	
Resumo.....	22
Abstract.....	23
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	26
Resultados.....	29
Discussão.....	34
Conclusões.....	38
Referências Bibliográficas.....	39
Capítulo II – Alterações nas características físicas e químicas da água utilizada em berçário secundário do camarão-da-amazônia.	
Resumo	44
Abstract.....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos.....	48
Resultados.....	50
Discussão.....	56
Conclusões.....	61

Referências Bibliográficas.....	62
Capítulo III – Capacidade de tratamento do efluente do berçário de <i>Macrobrachium amazonicum</i> por cultivo hidropônico de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) e agrião (<i>Rorippa nasturtium aquaticum</i>).	
Resumo	67
Abstract.....	68
Introdução.....	69
Material e Métodos.....	70
Resultados.....	74
Discussão.....	88
Conclusões.....	91
Referências Bibliográficas.....	92
Capítulo IV – Aproveitamento do efluente do berçário secundário do camarão-da-amazônia com adição de solução nutritiva para produção de alface (<i>Lactuca sativa</i> L.) e agrião (<i>Rorippa nasturtium aquaticum</i>) hidropônico.	
Resumo	94
Abstract.....	96
Introdução.....	97
Material e Métodos.....	98
Resultados.....	106
Discussão.....	116
Conclusões.....	118
Referências Bibliográficas.....	119
Considerações finais.....	12

Resumo Geral - O objetivo deste trabalho foi avaliar o sistema integrado do berçário secundário do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) com o cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*). O experimento foi conduzido durante o inverno no Setor de Carcinicultura do Centro de Aqüicultura da Unesp - CAUNESP – Jaboticabal, SP. Os juvenis I (provenientes do berçário primário) com peso médio inicial de $0,08 \pm 0,03$ g, foram estocados em quatro viveiros escavados (90m²) sob ambiente protegido em uma densidade de 80 juvenis/m². Os camarões foram alimentados com ração comercial peletizada (45% PB) a uma taxa de 9 a 6 % da biomassa. Após noventa dias de cultivo, foi observado aumento médio de 0,98g dos camarões e sobrevivência média de 76%. O sistema hidropônico utilizado foi o NFT - “Nutrient Film Thecnic”, no qual a água dos viveiros era bombeada e circulava nos canais hidropônicos durante intervalos de 15 minutos pré-determinados através de um temporizador, e após isso, retornavam para os viveiros. As mudas de alface e agrião foram transplantadas para o sistema aos 25 dias após a semeadura e cultivadas por 45 dias até serem colhidas. Foram estudados cinco tratamentos com seis repetições, para avaliar os efeitos da pulverização e/ou do gotejamento com solução nutritiva na biomassa das plantas cultivadas. O agrião conseguiu seu melhor desenvolvimento com duas pulverizações semanais e gotejamento. Esta hortaliça foi capaz de atingir o tamanho comercial mesmo sem a adição de solução nutritiva. No entanto a alface que não alcançou o tamanho comercial em nenhum tratamento utilizado. Portanto a água residual do sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia foi suficiente para atender a demanda no cultivo do agrião, mas não o da alface. O acréscimo nos valores de nutrientes (nitrogênio e fósforo) observados na água efluente do berçário secundário de camarão-da-amazônia foi capaz de nutrir o agrião que alcançou o tamanho comercial, demonstrando a viabilidade deste sistema integrado de produção.

Palavras-chave: efluentes, qualidade ecológica da água, aquaponia, hortaliças, agrião, alface.

Abstract**Integrated system of the nursery *Macrobrachium amazonicum* (HELLER, 1862) (CRUSTACEA, DECAPODA, PALAEMONIDAE) with the hydroponics culture.**

The aim of this research was to study the integration of the secondary nursery of *Macrobrachium amazonicum* and the hydroponic culture of lettuces (*Sativa Lactuca L.*) and watercresses (*Rorippa nasturtium aquaticum*). The experiment was lead 90 days during the winter in the sector of prawn farming of the CAUNESP - Jaboticabal, SP. The juveniles, proceeding from the primary nursery ($0.08\pm 0.03\text{g}$), had been stoked in four earthen ponds (90m^2) under protected environment in a density of 80 juveniles/ m^2 . The juveniles had been fed with a commercial marine shrimp diet (45% PB) to a tax of 9 to 6% of the biomass. After the total harvest, was observed an increase in the weight of the prawns of 0.08g for 1.06g and a survival of 76%. The maximum and minimum temperatures of the water of the ponds and the environment, the relative humidity of internal and external air to the protected system, the precipitation and daily sunstroke had been measured during the experiment. Was used hydroponics system "Nutrient Film Thecnic", which the water of the ponds was pumped and remained in the hydroponics, and after this, returned for the ponds. The lettuces and watercresses had been planted for the system with 25 days of life and had remained per 45 days until being collected. Five treatments with six repetitions were tested, to evaluate the effect of the spraying and/or the dripping with nutritional solution in the biomass of the produced plants. The results indicate that water-cresses cultivated in hidroponia with water of the prawn farming nurseries had obtained its better development with a weekly two spraying and dripping. This plant was capable to exactly reach the commercial weight without the addition of nutritional solution. Contrary results had occurred with the lettuces that had not reached the commercial weight in no used treatment. Therefore the

residual water of the system of secondary nursery of *M. amazonicum* can be said was enough to take care of the demand of the water-cress for nutrients. The addition in the values of nutrients (nitrogen and phosphorus) observed in the effluent water of the secondary nursery of *Macrobrachium amazonicum* was capable to nourish the watercress that reached the commercial size, demonstrating the viability of this integrated system of production.

Keywords: effluent, water quality, aquaponic systems, *Sativa lactuca*, *Rorippa nasturtium aquaticum*.

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas, o recurso natural água vem sendo cada vez mais disputado, tanto em termos quantitativos como qualitativos, principalmente em razão do acentuado crescimento demográfico e do próprio desenvolvimento econômico (MMA/SRH, 2004). Há 50 anos, falar, no Brasil, sobre direitos e cobranças pelo uso da água, constituía-se um despropósito, dada à abundância desse recurso natural. Hoje o quadro é adverso. Em grande parte, esta adversidade se deve aos problemas de falta de saneamento e do tratamento de águas servidas, bem como do desperdício muitas vezes causado, por perdas no sistema de distribuição e do aumento da demanda da água nas metrópoles (MMA/SRH, 2004). Estão sujeitos à cobrança todos aqueles que utilizam os recursos hídricos. Os valores a serem cobrados deverão ter por base o volume de água captado e consumido e a carga poluidora dos efluentes lançados nos corpos de água (CNRH, 2001).

Alguns autores têm salientado que a aquíicultura pode contribuir para a degradação da qualidade ecológica da água dos corpos receptores, assim como ser uma atividade poluidora (Macintosh & Phillips, 1992; Queiroz, 1998). Um número significativo de ativistas ambientais e cientistas têm se preocupado com essa situação (Naylor et al., 1998, 2000; Jegatheesan et al., 2006). A poluição resultante dos efluentes dos viveiros tem atraído à atenção de várias nações (Boyd & Gautier, 2000; Boyd & Tucker, 2000) como por exemplo, países da Comunidade Européia, os Estados Unidos, Belize, Brasil, Equador, Índia, México, Oman, Tailândia e Venezuela que iniciaram a elaboração de regulamentos para os efluentes gerados pela aquíicultura (Boyd, 2003). Atualmente há uma crescente demanda pela implantação de sistemas de produção ambientalmente responsáveis e um interesse nas vantagens econômicas dos produtos certificados como “ambientalmente corretos” (Boyd, 2003).

Como acontece no Brasil (Brasil, 2005), os regulamentos para efluentes impostos pelos governos freqüentemente requerem submissão aos padrões da qualidade da água dentro de um critério numérico (Gallagher & Miller, 1996; Mackenthun, 1998 *apud* Boyd, 2003). Os aquícultores deverão adequar os métodos de produção para atender aos critérios de qualidade de água permitidos (Boyd, 2003).

A principal causa da alteração da água proveniente de viveiros de aquícultura são as substâncias dissolvidas, ou em suspensão, contidas nos efluentes. Estas substâncias são provenientes das excretas, das fezes dos organismos cultivado e sobras de rações, pois quando não consumidas são convertidas em materiais orgânicos suspensos, dióxido de carbono, N-amoniacal, fosfatos e outros compostos (Queiroz, 1998; Montoya et al., 2000).

A aquícultura depende fundamentalmente dos ecossistemas nos quais está inserida, pois estes devem permanecer equilibrados para possibilitar a manutenção da atividade (Valenti, 2000). Embora seja difícil produzir sem provocar alterações ambientais, pode-se reduzir o impacto sobre o meio ambiente de modo que não haja redução da biodiversidade, esgotamento ou comprometimento negativo de qualquer recurso natural, nem alterações significativas na estrutura e funcionamento do ecossistema (Valenti, 2000).

Entre as várias modalidades de aquícultura, a carcinicultura tem se destacado pelo seu rápido crescimento e, conseqüentemente, despertado o interesse com relação ao efluente gerado (Valenti, 2000). As características deste dependem basicamente da água de entrada, da qualidade dos alimentos fornecidos, do tempo de residência do efluente dentro do sistema de criação, das espécies criadas, da densidade de estocagem e da biomassa dos organismos (Shilo & Rimon, 1982).

A produção de camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* vem crescendo muito, com a produção mundial tendo atingido 410 mil toneladas no ano de 2005 (FAO, 2007). O Brasil apresenta fauna rica em camarão de água doce, mas apenas três espécies se destacam para o cultivo: *Macrobrachium acanthurus*, *Macrobrachium carcinus* e *Macrobrachium amazonicum* (Valenti 1993).

A produção mundial do camarão-da-malásia (*Macrobrachium rosenbergii*) apresentou crescimento considerável nos últimos anos, principalmente em países asiáticos (New, 2005). Segundo a FAO (2007), a produção mundial de *M. rosenbergii* passou de 24.987 para 210.537 toneladas entre 1995 e 2005 e no Brasil, a produção no ano de 2005 foi de 370 toneladas (FAO, 2007). O crescimento da produção mundial é devido, principalmente, ao desenvolvimento de tecnologias de cultivo (Valenti & Tidewell, 2006) que proporciona benefícios econômicos e sociais para os envolvidos na cadeia de produção.

O *M. amazonicum* é o principal camarão explorado comercialmente a partir da pesca artesanal na região Amazônica, com destaques para os estados do Pará e Amapá. (Odinetz-Collart, 1987; New, 2002). A espécie mais cultivada é o *Macrobrachium rosenbergii*, espécie exótica e cujo cultivo não foge das críticas devido às possibilidades de escapes acidentais na natureza e problemas patológicos que poderiam prejudicar a atividade. Portanto estudos com o *Macrobrachium amazonicum*, espécie nativa do Brasil devem ser incrementados (Valenti, 2002 e 2004).

O camarão-da-amazônia apresenta ampla distribuição geográfica. Habitam as bacias Amazônicas, do Orenoco, do São Francisco, do Paraná, rios do Nordeste e do Centro-Oeste (Holthuis, 1952; Davant, 1963; Bialecki et al., 1997). Esta espécie apresenta grande potencial para a aquíicultura, que pode alcançar 16 cm e 30 g (Valenti et al., 2003). Como esta espécie ocorre em grande parte do território nacional, seu

cultivo não oferece riscos de introdução de espécies exóticas por escapes de viveiros de carcinicultura (Moraes-Valenti & Valenti.,2007).

O camarão-da-amazônia, também é conhecido como camarão-regional no Estado do Pará (Moraes-Riodades et al., 1999) e camarão sossego em outras regiões do país (Valenti, 1985), e vem sendo largamente explorado pela pesca artesanal na região Nordeste (Gurgel & Matos, 1984) e nos estados do Pará e Amapá (Odinetz-Collart, 1987; Odinetz-Collart & Moreira, 1993).

A carcinicultura é composta por três etapas: larvicultura, berçário e crescimento final. A fase de berçário é definida como o cultivo de pós-larvas recém metamorfoseadas em altas densidades, até o estágio juvenil. É uma fase intermediária entre a larvicultura e o crescimento final (Zimmermann & Sampaio 1998, Alston & Sampaio, 2000). Os sistemas de berçários desenvolveram-se em Israel (Ra'anán & Cohen, 1982; Ra'anán et al., 1984) e nos Estados Unidos, especialmente na Carolina do Sul (Smith & Sandifer, 1979; Sandifer et al., 1980; Smith et al., 1983) com o objetivo de aumentar a estação de crescimento nas regiões com clima temperado e subtropical (Cohen & Barnes,1982). Além disso, o uso de berçários melhora a eficiência da alimentação e facilita a estocagem de animais nos viveiros de crescimento final (Willis & Berrigan, 1977), uma vez que os juvenis são mais resistentes às flutuações nas condições ambientais que ocorrem em um viveiro (Fugimura e Okamoto, 1970) e à predação (New & Singholka, 1985).

O berçário pode ser dividido em duas fases. O berçário I ou primário e o berçário II ou secundário. A fase de berçário primário varia conforme o país, o clima, a região, a propriedade e o tipo de manejo adotado (Zimmermann & Sampaio, 1998). Cohen & Ra'anán et al., (1984) afirmam que o berçário primário funciona como uma fase ampliada da larvicultura, tendo como função principal proporcionar a completa

adaptação das pós-larvas à água doce. No Brasil, geralmente consiste na estocagem de pós-larvas recém metamorfoseadas, por um período de duas a oito semanas (Zimmermann & Sampaio, 1998). Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, o cultivo neste berçário se realiza nos meses de julho a setembro (Rodrigues et al., 1991).

A fase de berçário secundário, também denominada berçário II, normalmente é realizada em viveiros semelhantes ao de crescimento final com área entre 300 e 2000 m². Estes podem ser cobertos para evitar a predação, principalmente por naíades de Odonata. De acordo com a estratégia de manejo, os viveiros são estocados com juvenis I (provenientes do berçário primário) por um período de quatro a dez semanas (Zimmermann & Sampaio, 1998). Em parte da região sudeste, esta fase se realiza de agosto a novembro (Rodrigues et al., 1991). Segundo Zimmermann & Sampaio (1998) nas demais áreas do país, ela pode se realizar ao longo de todo ano. Em regiões tropicais, com queda de temperatura no inverno, a maturação sexual dos camarões é adiantada e diminui a taxa de crescimento. Isto faz com que nesses locais a fase de berçário secundário deva ser, de alguma forma, sincronizada com a fase de crescimento final. Os autores declaram ainda, que seria importante não estocar juvenis nos viveiros de crescimento em abril e maio, pois a diminuição da temperatura poderá induzir uma maturidade prematura e menor tamanho final dos indivíduos.

Em regiões de clima quente, a seleção das fêmeas ovadas do camarão-da-amazônia para reprodução pode ser feita durante o ano todo. Em Jaboticabal, onde este estudo foi realizado, geralmente a reprodução do camarão-da-amazônia é realizada até o mês de abril, pois a partir de maio não são encontradas fêmeas ovadas nos viveiros. Desta forma, as larvas geradas nesta época podem ter seu desenvolvimento prejudicado devido as baixas temperaturas. Portanto, a realização dos berçários primários e secundários durante o período de inverno poderia ser uma boa alternativa para a

carcinicultura de água doce, já que nestas fases os animais podem ser criados em ambientes protegidos.

O sistema de berçário secundário sob ambiente protegido praticado no inverno (junho – agosto) pode ser uma boa opção para o carcinicultor, pois terminada fase de berçário, os juvenis estarão prontos para iniciar o de crescimento final no mês de setembro. Sendo assim, pode-se optar por duas alternativas: criar os camarões por um período mais longo (até o início do próximo inverno), obtendo indivíduos com maior peso final para atender um mercado específico ou realizar dois ciclos mais curtos de cultivo com o benefício de conseguir duas safras. Assim qualquer que sejam as alternativas escolhidas, o uso do berçário contribuirá para o aumento da produtividade e uma maior rentabilidade.

Os juvenis são alimentados com rações específicas. Independente da qualidade ou origem da ração, grande quantidade de dieta é ofertada, o que propicia a sua perda e conseqüentemente um acréscimo de nutrientes na água, o que poderia ser aproveitado pelas plantas cultivadas na hidroponia associada à carcinicultura. Com novas tecnologias, pode-se aumentar a produtividade tradicionalmente obtida e possivelmente melhorar a rentabilidade dos empreendimentos.

A aquaponia é o sistema de produção de peixes em cativeiro integrado com a hidroponia, de forma que haja benefícios para ambos (Rakocy et al., 2004). De acordo com Diver (2006) esta atividade está ganhando atenção como um sistema biointegrado de produção de alimentos e que poderia ser realizados em sistemas de circulação fechados. Entre as vantagens da aquaponia, incluem-se o prolongado reuso da água e a integração dos sistemas de produção de organismos aquáticos e plantas que permite uma diminuição dos custos (Adler et al. 2000) e melhora a rentabilidade dos sistemas de aqüicultura.

Estudos desenvolvidos nos Estados Unidos (Rakocy et al., 1993) e na Europa (Quilleré et al., 1995) indicam a possibilidade da associação da piscicultura intensiva em pequenos tanques com o cultivo de vegetais na hidroponia. Esta integração pode permitir que as plantas utilizem os nutrientes provenientes da água residual do sistema aquícola melhorando a qualidade da água e a possibilitando a sua reutilização.

De acordo com Lewis et al., (2000) em um estudo sobre cultivo de alface hidropônica associado à criação de matrinxãs (*Brycon cephalus*), afirmou que a produção e a qualidade deste vegetal foram semelhantes aos valores obtidos na hidroponia convencional. O autor declarou também, que o sistema tornou-se viável desde que se adotou a complementação mineral, principalmente de potássio e magnésio para o pleno desenvolvimento da planta.

De acordo com Lewis *et al.*, (1978) a associação de um cultivo hidropônico para remover os resíduos de efluente de um sistema de piscicultura intensiva, promoveu melhoria na qualidade da água antes de seu retorno aos tanques de criação de peixes, reduzindo o nível de amônia, nitrato e fosfato dissolvido na água residual. No presente estudo foi utilizado sistema integrado do berçário secundário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* com o cultivo hidropônico de hortaliças. Esta integração visa combinar a produção de alimentos, a otimização da água e redução do uso de fertilizantes, os quais são os fatores mais limitantes ao processo produtivo em diversas regiões.

Objetivos

Esta tese de doutorado, financiada CNPq - CTAgronegócio – SEAP – PR. (processo:503539/2003-1), teve por objetivo geral avaliar o sistema integrado do berçário secundário do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) com o cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*). E como objetivos específicos:

- Avaliar o efeito do ambiente protegido, principalmente em relação à temperatura da água, no sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia no período de inverno;

- Determinar as possíveis alterações provocadas pela atividade do berçário secundário do camarão-da-amazônia nas características físicas e químicas da água utilizada nos viveiros de cultivo,

- Avaliar a capacidade de tratamento do efluente do berçário secundário de *Macrobrachium amazonicum* por cultivo hidropônico de alface e agrião;

- Caracterizar o potencial de aproveitamento do efluente do berçário secundário de camarão-da-amazônia e a necessidade de suplementação nutritiva para o cultivo hidropônico de alface e agrião.

Desta forma, optou-se por apresentar a tese em quatro artigos científicos.

Referências Bibliográficas

ADLER, PR; HARPER, JK; WADE, EM; TAKEDA, F; SUMMERFELT, ST. 2000. Economic Analysis of an Aquaponic System for the Integrated Production of Rainbow Trout and Plants. *International Journal of Recirculating Aquaculture* v. 1.

ALSTON, D. E. & SAMPAIO C. M. S. 2000. In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (Ed.). *Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Oxford, Blackwell Science. p. 112-125.

BIALETZKI, A.; NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; & BOND-BUCKUP, G. 1997. Occurrence of *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862) (Decapoda, Palaemonidae) in Leopoldo's inlet (Ressaco do Leopoldo), upper Paraná river, Porto Rico, Paraná, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v.14, n. 2, p.379-390.

BOYD, C. E. 2003. Guidelines for Aquaculture effluent management at farm-levels. *Aquaculture*, v. 226, p. 101-112.

BOYD, C. E. & GAUTIER, D. 2000. Effluent composition and water quality standards. *Global Aquaculture Advocate*, v. 3, n. 5, p. 61-66.

BOYD, C. E. & TUCKER, C. S. 2000. Rule-making for aquaculture effluents in the US. *Global Aquaculture Advocate* v.3, n.6, p. 81-82.

BRASIL, 2005. Resolução CONAMA no. 357, de 17 de março de 2005. Avaliado: <http://www.mma.gov.br/conama/res/res3505.pdf>. Acesso em: 05/02/2006.

CNRH – Conselho Nacional dos recursos Hídricos, Deliberações, Resolução nº16 de 08 de maio 2001, Disponível em <http://cnrh-srh.gov.br/delibrea/resoluções/R016htm>. Acesso em 18 de julho de 2004.

COHEN, D. & BARNES, A. 1982. The Macrobrachium programme of the Hebrew University, Jerusalém. Pages 381-386. In: M. B. New (Editor). Giant prawn farming. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.449p.

COHEN, D. & RA'ANAN, Z. 1989. Intensive closed-cycle *Macrobrachium rosenbergii* hatchery: biofiltration and production strategy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO, 3, João Pessoa , 1989. *Anais...*p.49-59.

CORTEZ, G. E. P.; ARAUJO, J. A. C.; BERLLINGIERI, P. A. 2000. Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes. I. Qualidade da água. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 2000, São Pedro. Horticultura Brasileira. Brasília. v. 18. p. 192-193.

DAVANT, P. 1963. Clave para la identificacion de los camaroes marinos y de rio con importancia economica en el oriente de Venezuela. Cumana: Instituto Oceanográfico/Universidade do Oriente. 113p.

DIVER, S. 2006. Aquaponics - Integration of Hydroponics with Aquaculture. . ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service. 28p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. Fishery and Aquaculture Information and statistics (<http://www.fao.org>) Acesso em:05/12/2007 .

FUGIMURA, T. & OKAMOTO, H. 1970. Notes on progress made in developing a mass culturing technique for *Macrobrachium rosenbergii* in Hawaii. Indo-Pac. Fish. Counc. Proc. 14th Session, Bangkok, Thailand. Sym. v. 53, 17p.

GALLAGHER, L. M. & MILLER, L. A., 1996. Clean water handbook, 2a. ed.. Government Institutes, Rockville, MD. 439 pp.

GURGEL, J. J. S. & MATOS, M. O. M. 1984. Sobre a criação extensiva do camarão-canela *Macrobrachium amazonicum* (Heller,1862) nos açudes públicos do nordeste brasileiro. In: Simpósio Brasileiro de Aqüicultura, 3, São Carlos. Anais..p. 295-311.

HOLTHUIS, L. B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustácea, Decapoda, Natantia) of the américas. II The subfamily Palaemonidae . Occasional Papers, Allan Hancock foundation, v.12:1-396.

JEGATHEESAN, V.; ZENG, C.; SHU, L.; MANICOM, C.; STEICKE, C. 2006. Technological advances in aquaculture farms for minimal effluent discharge to oceans. Journal of Cleaner Production, xx (2006) p. 1-10.

LEWIS, W. M., YOPP, J. H., SCHRAMM, JR, H. L. BRANDERBURG, A. M. 1978. Use of hidroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. Transactions of American Fisheries Society. v.107, n.1, p.92-99.

MACINTOSH, D.& PHILLIPS, M. 1992. Environmental issues in shrimp farming. IN: SARAM, H. SING, T. (Eds), Proceedings of the 3th Global Conference on the Shrimp Industry, Hong Kong, INFOFISH, Kuala Lumpur, Malaysia. p.118-145.

MMA/SRH – Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos hídricos. Documento Básico de Referencia do Plano Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://pnrh.cnrh-srh.gov.br/>, acesso em 18 de julho 2004. Brasília.

MONTOYA, R. A.; LAWRENCE, A. L.; GRANT, W. E.; VELASCO, M. 2000. Simulation of phosphorus dynamics in a intensive shrimp culture system: effects of feed formulation and feeding strategies. *Ecological Modeling*. v. 129. p.131-142.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; VALENTI, W. C.; PERALTA, A. S. L.; AMORIM, M. D. L. 1999. Carcinicultura de água doce no Estado do Pará: situação atual e perspectivas. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 9 E Congresso Latino Americano De Engenharia De Pesca, 1, 1999. Recife. Anais...Recife, AEP-PE, FAEP-BR. p.598-604.

MORAES-VALENTI, P. M. C. & VALENTI, W. C. 2007. Effect of Intensification on Grow Out of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*. v.38, n.4, p. 516-526.

NAYLOR, R. L.; GOLDBURG, R. J.; MOONEY, H.; BEVERIDGE, M. C. M.; CLAY, J.; FOLKE, C.; KAUTSKY, N.; LUBCHENCO, J.; PRIMAVERA, J. H.; WILLIAMS, M., 1998. Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. *Science* v. 282, p. 883-884.

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

NEW, M. B. 2002. Farming freshwater prawns. A manual for the culture of giant river prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). FAO Fisheries Technical Paper. N° 428. Rome, FAO 212p.

NEW, M.B. 2005. Freshwater prawn farming: global status, recent research and glance at the future. *Aquacult. Res.*, v. 36 p.210-230.

NEW, M. B. & SINGHOLKA, S. 1985. Freshwater prawn farming. A manual for culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO Fishery Technical Paper, v. 225 p. 1-118.

ODINETZ-COLLART, O. 1987. La pêche Crevetière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins après la fermeture du barrage de Tucuruí. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, v.20, n.2, p.131-144.

ODINETZ-COLLART, O. & MOREIRA, L. C. 1993. Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro). *Amazoniana*, v.12, n.(3/4), p.399-413.

QUEIROZ, J.F. *Alimentação Animal*. 1998. Ano3, 10 (set/out). p. 20-22.

QUILLERÉ, I., ROUX, L., MARIE, D., ROUX, Y., GOSSE, F., MOROT-GAUDRY, J. F. 1995. An artificial productive ecosystem based on a fish/bacteria/plant association. 2. Performance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. v.53, p19-30.

RA'ANAN, Z. & COHEN, D. 1982. Production of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Israel. Winter activities 1980/81. *Bamidged*, v.34, n. 2, p. 47-58.

RA'ANAN, Z.; COHEN, D.; RAPPOPORT, U.; ZOAR, G. 1984. The production of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Israel: The effect of added substrates on yields in a monoculture system. *Bamidged*, v.36, n. 2, p. 35-40.

RAKOCY, J. E., HARGREAVES, J. A., BAILEY, D.S. 1993. Nutrients accumulation in a recirculating aquaculture system integrated with hydroponic vegetable production. In: *TECHNIQUES FOR MODERN AQUACULTURAL – AQUACULTURAL ENGINEERING CONFERENCE, SPOKANE. Proceedings...* ASAE, 1993. p. 148-158.

RAKOCY, J. E., SHULTZ, R. C., BAILEY, D. S.; THOMAN, E. S. 2004. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. *Acta Horticulturae (ISHS)* 648:63-69 (http://www.actahort.org/books/648/648_8.htm)

RODRIGUES, J. B. P.; RODRIGUES, C. C. B.; MACHIAVELLO, J. G.; GOMES, S. Z.; BEIRÃO, L. E. 1991. Manual de cultivo de camarões de água doce *macrobrachium rosenbergii* em regiões de clima subtropical. Florianópolis, Editora da UFSC. 76p.

SANDIFER, P. A.; SMITH, T. I. J.; STROCKES, A. D.; JENKINS, W.W. 1980. Semi-intensive grow-out of prawns (*Macrobrachium rosenbergii*): preliminary results and prospects. In: New, M.B., Editor. Proceeding of Giant Prawn Conference Bangkok. Estocolmo.

SHILO, M. & RIMON, A. 1982. Factors which effect the intensification of fish breeding in Israel. 2. Ammonia transformation in intensive fish ponds. Bamidgeh, v.34, n.3, p.101-114.

SMITH, T. I. J.; & SANDIFER, P. A. 1979. Observations on the behavior of Malasysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) to artificial habitats. Marine Behavior Physiologie, v.6, p.131-146.

SMITH, T. I. J.; JENKINS, W. E.; SANDIFER, P. A. 1983. Enclosed prawn nursery systems and effects of stocking juvenile *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. Journal World Mariculture Society, v.14, p.111-125.

VALENTI, W. C. 1985. Cultivo de Camarões de Água Doce. São Paulo, Nobel, 82p.

VALENTI, W. C. 1993. Freshwater prawn culture in Brazil. World Aquacult., Baton Rouge, v.24,n.1, p.29-34.

VALENTI, W. C. 2000. Introdução. In: Aqüicultura no Brasil, bases para um desenvolvimento sustentável. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia. 399p.

VALENTI, W. C. 2002. Situação atual, perspectiva e novas tecnologias para produção de camarão de água doce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. Goiânia. *Anais...* Goiânia: ABRAq, 2002. p. 99-106.

VALENTI, W.C. 2004. Camarão de água doce como agronegócio. In: ANAIS DO I CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, Vitória, ES, Brasil. *Anais...* Sociedade Brasileira de Aquicultura E Biologia Aquática (Aquabio).52p..

VALENTI, W.C. & TIDWELL, J.H. 2006. Economics and management of freshwater prawn culture in western hemisphere. In: Leung, P.S. & Engle, C. (eds.) *Shrimp Culture: economics, Market, and Trade*. Blackwell Science, Oxford. p.263-278

VALENTI, W. C.; FRANCESCHINI-VICENTINI, I. B. & PEZZATO, L. E. 2003. The potential for *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1979) em cultivo semi-intensivo (Crustácea, Palaemonidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v.10, p.427-438.

WILLEY, R. W. 1979. Intercropping – its importance and research needs. Part1 – Competition and yield advantage. *Field Crops Abstracts*, Wallingford, v.32, n.2, p. 1-10.

WILLIS, S. A. & BERRIGAN, M. E. 1977. Grow-out of giant Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in ponds in Central Florida. Job completion report to United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric

Administration, National Marine Fisheries Service, PL 88-309 no PB-27 1.710, St. Petersburg, FL.

ZIMMERMANN, S. & SAMPAIO, C. M. S. 1998. Sistemas de berçário: Caracterização e manejo. In: Valenti, W. C. (Ed.). Carcinicultura de água doce: Tecnologia para a produção de camarões. FAPESP/IBAMA.

CAPÍTULO I – EFEITO DO AMBIENTE PROTEGIDO NO SISTEMA DE BERÇÁRIO SECUNDÁRIO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA *Macrobrachium amazonicum* NO PERÍODO DE INVERNO

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ambiente protegido, principalmente em relação à temperatura da água, no sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) durante o inverno. O ambiente protegido foi construído sobre quatro viveiros (90m²) do sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia. Os viveiros foram povoados com 80 juvenis I (0,08 ± 0,03g) de *M. amazonicum* por m². Ao final do experimento (90 dias) o ganho médio de peso final dos juvenis foi de 98g. No interior deste ambiente, foram mensurados valores de temperatura do ar, da água e umidade do ar. Externamente ao ambiente protegido, os dados de temperatura do ar, umidade do ar, precipitação e insolação foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas do Campus de Jaboticabal. Pôde-se verificar que a temperatura média mínima (20,4°C) e máxima (22,4°C) da água interna ao ambiente protegido permaneceu mais elevada que a média mínima (19,3°C) e máxima (21,4°C) externa durante todo o experimento, contribuindo para um melhor desempenho dos juvenis cultivados no período de inverno.

Palavras-chave: ambiente protegido, temperatura.

Abstract - The aim of this research was to evaluate the effect of the systems protected, mainly in relation to the water temperature, in the system of secondary nursery of the *Macrobrachium amazonicum* in winter. The system protected was constructed on four fisheries of the system of secondary nursery. The four ponds were stocked in 06/06/05 with 80 juveniles I of *Macrobrachium amazonicum* for m². To the end of the experiment (90 days) the average profit of final weight of the youthful ones was of 98g. At the inside of this systems protected, values of air and water temperature and air humidity were measured. External at the systems protected, the data of temperature of air, humidity of air, precipitation and protecting daily sunstroke had been extracted of a data set to of the Department of Sciences of the State of São Paulo University, Jaboticabal, SP, Brazil. The results indicate that the minimum and maximum water temperature inside the systems protected remained higher than the minimum and maximum external during all the experiment, contributing to the increase the performance of the youthful ones cultivated in the period of winter.

Keywords: protected system, nursery, temperature, *Macrobrachium amazonicum*.

Introdução

Os camarões do gênero *Macrobrachium* apresentam grande interesse comercial para a aqüicultura e para a exploração dos estoques naturais (Odinetz-Collart & Moreira 1993). A espécie mais cultivada é o *Macrobrachium rosenbergii*, espécie exótica, e cujo cultivo não foge das críticas devido às possibilidades de escapes acidentais na natureza que poderiam prejudicar a atividade. O camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) é o principal camarão explorado comercialmente a partir da pesca artesanal na região Amazônica, com destaques para os estados do Pará e Amapá. (Odinetz-Collart 1987; New et al., 2000). Portanto estudos desta espécie nativa do Brasil deve ser incrementada (Valenti, 2002 e 2004).

O sistema de berçário pode ser definido como uma fase intermediária entre a larvicultura e o viveiro de crescimento final, onde as pós-larvas são cultivadas em altas densidades desde a metamorfose até o estágio juvenil (Alston & Sampaio, 2000).

A fase de berçário secundário, também denominada berçário II, normalmente é realizada em viveiros semelhantes ao de crescimento final com área entre 300 e 2000 m². Estes podem ser cobertos para evitar a predação, principalmente por naíades de Odonata. De acordo com a estratégia de manejo, os juvenis I (provenientes do berçário primário) são estocados em viveiros com por um período de quatro a dez semanas (Zimmermann & Sampaio, 1998).

O *Macrobrachium amazonicum* pode ser classificada como uma espécie de alta produtividade. Em regiões tropicais é possível realizar dois ciclos de 5,5 meses da fase de crescimento ou três ciclos se as pós-larvas forem cultivadas em berçários por um período de 45-60 dias durante com possibilidade de alcançar uma produtividade de 1.100 a 4500 kg/ha/ano (Moraes-Valenti & Valenti 2007).

O ambiente é um fator que influencia a produção de camarão de água doce. A produção em clima temperado é limitada a um período geralmente de 100 a 150 dias (Tidwell et al., 2005). Nas regiões Sudeste e Sul do Brasil onde as temperaturas da água são baixas no inverno a produtividade dos cultivos podem ser prejudicada. De acordo com Cavalcanti et al., (1986) em nosso país, não existe o hábito de utilizar quaisquer formas de aquecimento de água em berçário secundário, por elevar o custo de produção dos camarões. Algumas tentativas com energia solar foram realizadas para o aquecimento da água, mas não foi constatado sucesso com esta técnica.

Em regiões de clima quente a seleção das fêmeas ovadas do camarão-da-amazônia para reprodução pode ser feita durante o ano todo. Em Jaboticabal, onde este estudo foi realizado, geralmente a reprodução do camarão-da-amazônia é realizada até o mês de abril, pois a partir de maio não são encontradas fêmeas ovadas nos viveiros. Desta forma, as larvas geradas nesta época podem ter seu desenvolvimento prejudicado devido às baixas temperaturas. Portanto, a realização dos berçários primários e secundários durante o período de inverno poderia ser uma boa alternativa para a carcinicultura de água doce, já que nestas fases os animais podem ser criados em ambientes protegidos.

O sistema protegido possibilita o controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, precipitação, vento e composição atmosférica (Purquerio & Tivelli, 2007). Este ambiente, poderia ter algumas funções neste estudo, tais como proteger o berçário secundário de camarão-da-amazônia de predadores, como aves e larvas de odonatas e proporcionar uma pequena elevação da temperatura da água. Portanto justifica-se avaliar o efeito do ambiente protegido, principalmente em relação à temperatura da água, no sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum* no período de inverno.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no Setor de Carcinicultura pertencente ao Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, cujas coordenadas são 21°15' de latitude sul e 48°18' de longitude oeste, com uma altitude média de 590 m. O clima da região de Jaboticabal é mesotérmico de inverno seco e verão quente (Cwa), segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 22°C, com média mensal máxima de 26,2°C (fevereiro) e média mensal mínima de 18,5°C (Julho) (Volpe et al., 1989).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi construído um ambiente protegido (Figura 1) sobre quatro viveiros, os quais juntos compõem o sistema de berçário secundário e serão chamados de viveiros 1, 2, 3 e 4, com renovação de água em torno de 35%, para manter o nível nos viveiros.

O ambiente protegido foi estabelecido em estrutura de ferro galvanizado, na forma de arco e pé-direito de madeira com 2,0 m. Com área total de 585 m², sendo 13 m de largura e 45 m de comprimento. Na cobertura utilizou-se filme plástico de polietileno de baixa densidade com 0,15 mm de espessura. As laterais possuíam cortinas de polipropileno do tipo sombrite 50% com mecanismo de acionamento para abertura e fechamento, visando à ventilação e/ou a conservação da temperatura, respectivamente, sendo seu acionamento feito, manualmente, sempre que necessário.

Diariamente foram mensurados no interior do ambiente protegido valores de temperatura do ar e água e umidade do ar. A variável temperatura da água dos viveiros externa foi medida em um viveiro externo ao ambiente protegido.



Figura 1 – Ambiente protegido construído sobre os berçários secundários de camarão-da-amazônia.

Antes do povoamento com juvenis, os viveiros berçários foram preparados com 95g/m^2 de calcário agrícola e adubação química com $0,50\text{g/m}^2$ de uréia e 5g/m^2 de superfosfato simples. A adubação foi dividida e duas vezes, a primeira antes do enchimento dos viveiros e a segunda 15 dias após o povoamento dos juvenis. A calagem visou à correção da acidez da água e do solo, sendo importante para regular alguns parâmetros, pois proporcionam boa produtividade aos viveiros. A adubação dos viveiros teve como objetivo incentivar o crescimento de organismos bentônicos (larvas de insetos, anelídeos, etc.) que serviriam de alimento natural para o camarão.

Os viveiros foram abastecidos por água derivada de uma represa existente no Centro de Aqüicultura da Unesp. As taxas de renovação da água dos viveiros situaram-se entre 35% do seu volume por dia, pois houve grande perda por infiltração nos mesmos.

Os viveiros foram povoados com juvenis I de camarões com uma densidade de 80 juvenis por m² e peso médio inicial de 0,08 ± 0,03g. Estes foram alimentados com ração comercial peletizada (45% PB) quatro vezes ao dia a uma taxa de 9 a 6 % da biomassa, dependendo da temperatura da água. Após 90 dias de cultivo foram avaliados:

- Sobrevivência (%) = % de indivíduos inicial – % de indivíduos final
- Ganho de peso (g) = peso médio final – peso médio inicial
- Conversão alimentar aparente = ração fornecida (g)/ganho médio de peso (g)

Para mostrar a relação entre a temperatura da água do berçário secundário com o ganho de peso dos juvenis de camarão-da-amazônia foi realizado um teste de correlação linear para temperatura x ganho de peso. Para avaliar a sobrevivência foi montada uma tabela de contingência, e posteriormente, aplicado o teste do qui-quadrado.

Resultados

Características meteorológicas internas e externas ao ambiente protegido

1 - Temperatura:

No interior do ambiente protegido a temperatura variou, entre 8,6 e 41,9°C. A Figura 2 demonstra uma variação na temperatura mínima do ar, tanto interna e externa ao ambiente protegido, com maiores valores de temperatura mínima interna nas semanas 1, 4, 6 e 7 e uma elevação nas três últimas semanas (período final de inverno). A temperatura máxima do ar interna no ambiente protegido permanece mais elevada que a temperatura máxima externa durante todo o experimento (Figura 3).

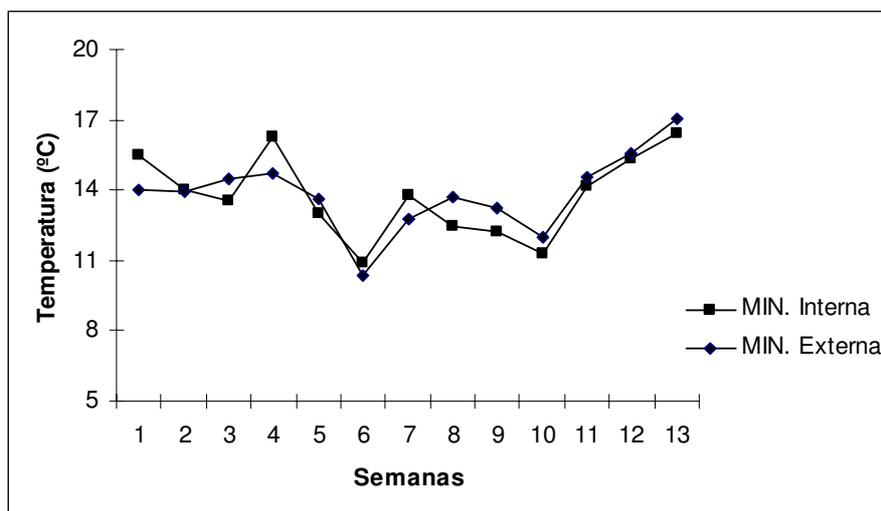


Figura 2 - Valores médios de temperatura mínima do ar interna ao ambiente protegido (■) e temperatura mínima do ar externa (◆) durante o período de experimento.

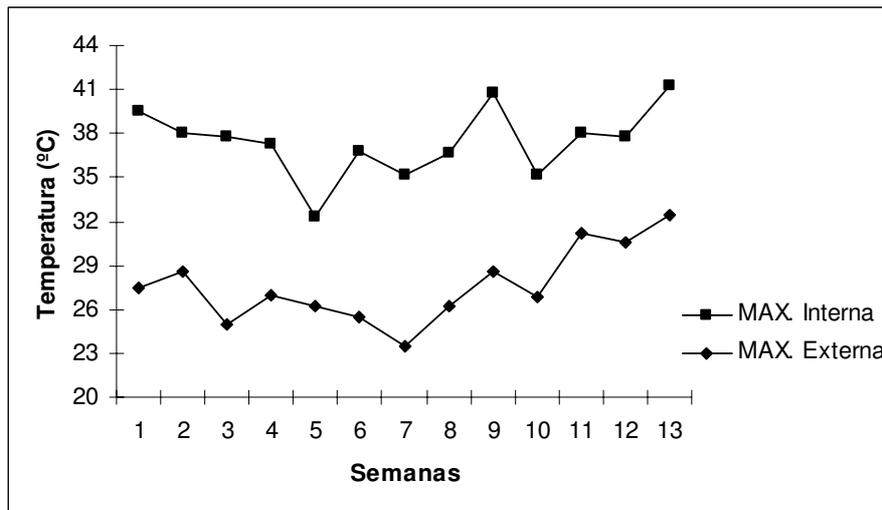


Figura 3 - Valores médios de temperatura máxima do ar interna ao ambiente protegido (■) e temperatura máxima do ar externa (◆) durante o período de experimento.

A temperatura da água variou entre 17 e 24°C. Foi observada mortalidade no viveiro 4 quando a temperatura da água atingiu 17°C.

A temperatura da água mínima e máxima interna ao ambiente protegido permaneceu mais elevada que a mínima e máxima externa durante todo o experimento (Figura 4 e 5).

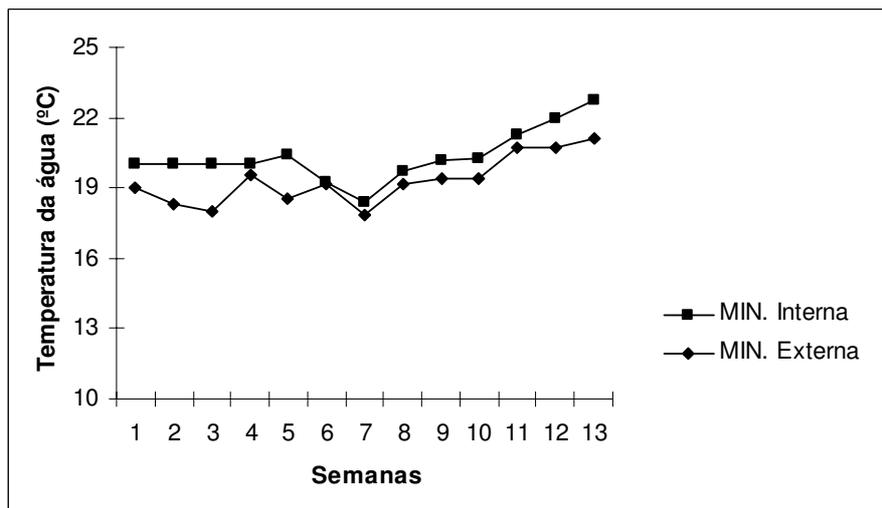


Figura 4 - Valores médios de temperatura mínima da água nos viveiros no ambiente protegido (■) e temperatura mínima da água externa (◆) durante o período de experimento.

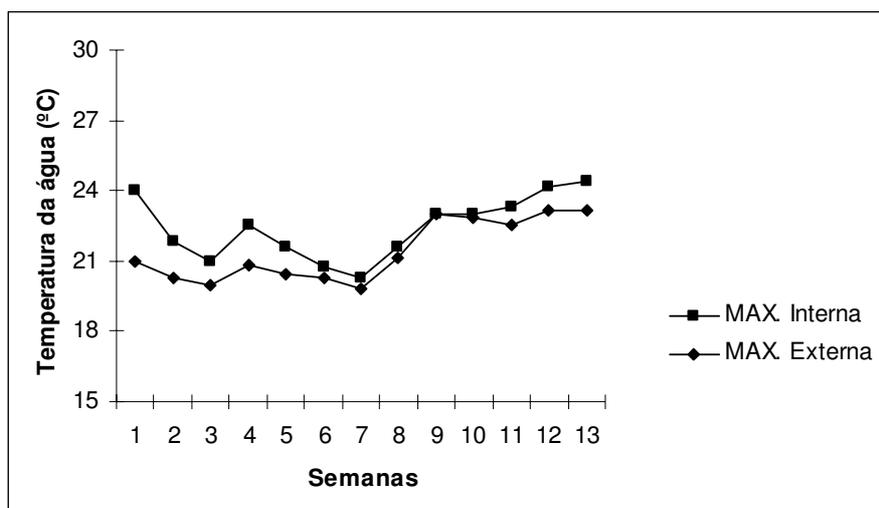


Figura 5 - Valores médios de temperatura máxima da água nos viveiros no ambiente protegido (■) e temperatura máxima da água externa (◆) durante o período de experimento.

Os valores médios de temperatura do ar e da água estão apresentados na Tabela 1 e pôde-se verificar que os valores de temperatura média mínima externa do ar é um pouco mais elevada (0,2 °C) que máxima interna do ar, mas os valores de temperatura mínima da água interna é em média 1,1°C maior que a externa.

Tabela 1 – Valores médios da temperatura do ar e água internamente e externamente ao ambiente protegido.

Variáveis	Interno		Externo		Diferença entre as T °C mínimas
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	
T °C ar	37,5	13,8	27,8	14,0	0,2
T °C água	22,4	20,4	21,4	19,3	1,1

2 - Desempenho dos juvenis de camarão-da-amazônia

Os juvenis I de *Macrobrachium amazonicum* atingiram o peso médio final de $1,06 \pm 0,31$ g em 90 dias de cultivo. A Tabela 2 apresenta os dados médios de peso

inicial, final e biomassa e valores de sobrevivência e conversão alimentar aparente no período experimental. Exemplos de juvenis II estão representados na Figura 6.



Figura 6 – Juvenis II de camarão-da-amazônia.

Tabela 2 - Valores médios do peso inicial, final, biomassa, valores de sobrevivência e conversão alimentar aparente por viveiro de cultivo de camarão-da-amazônia.

Parâmetros	Viveiro 1	Viveiro 2	Viveiro 3	Viveiro 4
Peso médio inicial (g)	0,08	0,08	0,08	0,08
Peso médio final (g)	1,08	1,28	1,01	0,87
Biomassa inicial (g)	576	576	576	576
Biomassa final (g)	6065	8110	6327	3195
Sobrevivência (%)	78	88	87	51
Conversão alimentar aparente	1,3	1,0	1,3	2,6

Os valores médios de ganho de peso dos camarões e as temperaturas médias da água dos diferentes viveiros estão apresentados na Figura 8. Observa-se uma correlação positiva ($p = 0,0017$, $r = 0,9965$) entre a temperatura da água e o ganho de peso dos camarões.

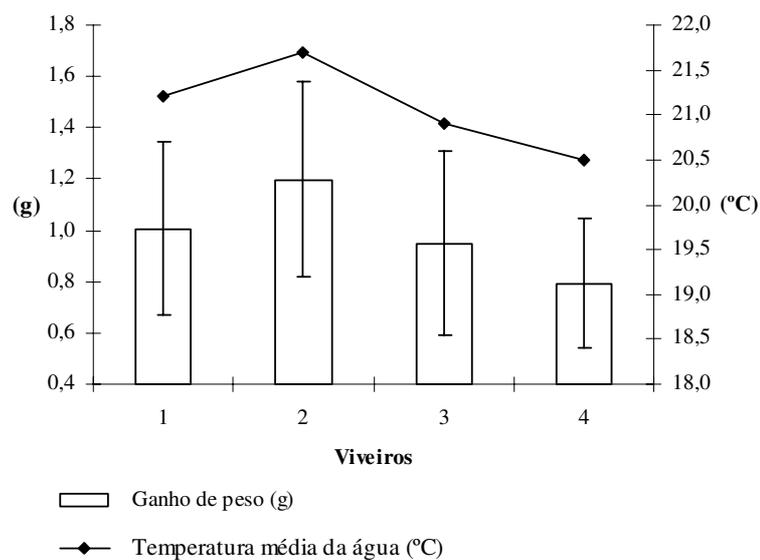


Figura 8 – Correlação entre o ganho de peso (g) de juvenis do *M. amazonicum* e a temperatura média da água de cultivo (°C).

Para avaliar a sobrevivência foi montada uma tabela de contingência (Tabela 3) e posteriormente aplicado o teste do qui-quadrado, que apresentou diferença significativa no número de sobreviventes para os quatro viveiros. Os viveiros 1 e 4 apresentaram menor ganho de peso e maior mortalidade.

Tabela 3 - Tabela de contingência aplicada para a sobrevivência dos camarões nos viveiros. $X^2 = 864.6$ ($P < 0.001$)

Viveiros	Sobreviventes	Mortos	Total
1	5661	1539	7200
2	6358	842	7200
3	6244	956	7200
4	3650	3550	7200
Total	21913	6887	28800

Discussão

O emprego de materiais plásticos na agricultura tem produzido um forte impacto na produtividade agrícola. Isto ocorre, principalmente, em consequência do controle de climático, originando um microclima no interior das estruturas, através da cobertura plástica de túneis e estufas (Becket, 1987).

A fase de berçário secundário normalmente realiza-se em viveiros semelhantes aos de crescimento final (Zimmermann e Sampaio 1998). Estes podem ser cobertos, para se ter um maior controle da qualidade da água, alimentação e predadores. (Alston 1989; Valenti 1996; Zimmermann e Sampaio 1998) e também são usados para assegurar um bom crescimento dos camarões (New e Singholka 1985). Segundo Silva e Zanfellice, (1989) as tradicionais estufas plásticas utilizadas na agricultura, têm sido freqüentemente empregadas com a finalidade de viabilizar a criação do camarão de água doce em regiões de baixa temperatura ou prolongar o período de cultivo (Rodrigues e Zimmermann, 1997). O ambiente protegido neste experimento, teve algumas funções, tais como proteger o berçário secundário de camarão-da-amazônia de predadores, como aves e larvas de odonatas e proporcionar a elevação da temperatura da água.

De acordo com Zimmermann e Sampaio (1998) a fase de berçário pode realizar-se ao longo de todo o ano nas regiões tropicais no nosso país. Nas regiões Sudeste e Sul, esta fase é realizada geralmente de agosto a novembro (Rodrigues et al., 1991). No presente estudo, o berçário secundário foi praticado no inverno nos meses de junho, julho e agosto de 2005, sob ambiente protegido e foi observado bom desempenho dos juvenis de camarão-da-amazônia neste período, com exceção de apenas um único dia em que a temperatura da água do viveiro 4 atingiu 17°C. Como o *M. amazonicum* é uma espécie tropical, a temperatura mínima constatada foi fatal para alguns indivíduos. Isto

ocorreu provavelmente, devido à localização deste viveiro, próximo a porta do ambiente protegido e a infiltração ocorrida.

Pode-se observar na Tabela 1 que os valores de temperatura mínima da água mensuradas internamente ao ambiente protegido foi em média 1,1°C maior que a externa. Este resultado foi inferior ao observado por Parra (2007) que avaliou o desenvolvimento de tilápias (*Oreochromis niloticus*) no interior de estufas plásticas no Município de Santiago-RS. Isto ocorreu, provavelmente devido a grande renovação do volume da água nos viveiros.

Durante o experimento, temperatura da água variou de 17 a 24 °C (Figuras 4 e 5). Esta faixa de temperatura também está abaixo da adequada para *M. rosenbergii* que é de 26 a 32°C (Boyd e Zimmerman, 2000). De acordo com Fugimura (1974) a temperatura ótima para o crescimento do *M. rosenbergii* está entre de 28 a 31°C e que temperaturas inferiores a 19°C são letais aos juvenis, embora Tidwell et al. (1994) ter observado crescimento nesta mesma espécie. Sarver et al., (1982) estudou a tolerância a baixas temperaturas em pós larvas de *M. rosenbergii* e relatou uma sobrevivência de apenas 3,8% a temperatura de 17 °C. No presente estudo possível inferir que temperaturas inferiores a 18°C podem ser letais para juvenis do *M. amazonicum*.

Os animais atingiram um peso médio final de $1,06 \pm 0,31$ g durante 90 dias de cultivo. Este valor encontra-se dentro da faixa citada por (Zimmermann e Sampaio 1998) que é de 0,8 a 1,5 g em berçário secundário de *M. rosenbergii*. Este resultado pode ser considerado adequado, dentro das condições deste experimento (densidade de estocagem, temperatura e alimentação).

O valor médio de ganho de peso nos quatro viveiros de berçário secundário durante o experimento foi de 0,98g. Pezzato et al. (2003) e Araújo e Valenti (2005) observaram um ganho de peso médio de 0,41 e 0,45 mg respectivamente para pós-larvas

de *Macrobrachium amazonicum* em berçário primário. Não foi encontrada informações sobre crescimento do camarão-da-amazônia na fase de berçário secundário. Por isso, não cabe comparação entre estes resultados, em diferentes fases de crescimento (berçários primário e secundário).

A Figura 8 mostra que o viveiro 2 teve a maior temperatura média da água e apresentou maior ganho de peso dos juvenis. No viveiro 4 foi constatado um menor ganho de peso (0,79g) e uma menor sobrevivência (51%). Sarver et al. (1982) declara que quando os viveiros-berçários não se encontram em boas condições, isto é, com baixa temperatura (entre 17 e 19°C) é comum a observar pós-larvas debilitadas. Este menor ganho de peso e sobrevivência, provavelmente ocorreu devido à baixa temperatura (17° C) observada neste viveiro em apenas um único dia.

Valenti (2002) relata que a sobrevivência para a criação de camarões de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) em viveiros escavados gira em torno de 70% em berçários e 49% na sobrevivência final nos tanques de engorda. Esta mesma constatação foi relatada por Guest (1979). Pezzato et al. (2003) relataram uma sobrevivência média de 65% em pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum*. Sarver et al., sugere que até mesmo sob ótimas condições dos berçários é esperado uma mortalidade de 10 a 20%. Os dados de sobrevivência dos juvenis no experimento realizado variaram entre 51 e 88 %. A sobrevivência média foi em torno de 76 %. Esta taxa de sobrevivência observada pode ser considerada adequada, principalmente se avaliarmos as condições deste experimento (temperatura e volume de renovação de água nos viveiros). O resultado médio de conversão alimentar aparente nos quatro viveiros foi de 1,5: 1 (kg). Foi constatado uma variação entre os viveiros de 1,0 a 2,6:1 (kg). A pior conversão alimentar foi observada no viveiro 4, fato ocorrido, devido a grande mortalidade de animais observada após uma queda de temperatura.

As Figuras 4 e 5 demonstram que a temperatura mínima e máxima da água no interior do ambiente protegido permaneceu mais elevada que a mínima e máxima externa ao ambiente protegido durante todo o experimento. A temperatura mínima interna permaneceu em média 1,1°C maior que a externa. Fato este de grande importância, já que qualquer decréscimo de temperatura pode ser letal para os juvenis de camarão de água doce.

O sistema do berçário secundário sob o ambiente protegido praticado no inverno (junho – agosto) poderia ser uma boa opção para o carcinicultor, pois terminada esta fase, os juvenis estarão prontos para iniciar a fase de crescimento final no mês de setembro. Sendo assim, pode-se optar por duas alternativas: criar os camarões por um período mais longo (até o início do próximo inverno), obtendo indivíduos com maior peso final para atender um mercado específico ou realizar dois ciclos mais curtos de cultivo com o benefício de conseguir duas safras. Assim qualquer que sejam as alternativas escolhidas, o uso do berçário contribuirá para o aumento da produtividade.

As características do solo influenciam diretamente o consumo de água nos viveiros de cultivo, que quando localizados em solos arenosos requerem uma maior vazão para reparar as perdas elevadas por infiltração. No experimento realizado, a vazão de água deste sistema foi bastante elevada devido as grandes perdas por infiltração necessitando uma renovação diária de 44% para manter o nível da água nos viveiros.

Levando em conta as perdas por infiltração, é importante ressaltar que o ambiente protegido poderia ser mais eficiente caso a renovação de água fosse menor, portanto, cada projeto deve se planejar e estudar todas as opções, para melhor adequar as necessidades locais, e principalmente em relação as questões que envolvem uso da água.

Conclusões

Foi possível a realização do berçário secundário do camarão-da-amazônia sob ambiente protegido durante o período de inverno na região de Jaboticabal, SP.

O ambiente protegido eleva a temperatura mínima e máxima da água do sistema de berçário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*.

Pode-se inferir que há uma correlação entre a temperatura da água do berçário e ganho de peso, e que temperaturas inferiores a 18°C podem ser letais aos juvenis de *Macrobrachium amazonicum*.

O berçário secundário praticado sobre ambiente protegido foi uma experiência positiva, pois os juvenis demonstraram ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar aparente apropriado durante a maior parte do experimento.

Referências bibliográficas

ARAUJO, M. C.; VALENTI, W. C. 2005. Manejo alimentar de pós-larvas do camarão-da-amazônia, *macrobrachium amazonicum*, em berçário I. Acta Scientiarum. Animal Science. p. 67-72.

ALSTON, D. E. 1989. *Macrobrachium* culture: a Caribbean perspective. World Aquaculture 20(1):64-68.

ALSTON, D. E. & SAMPAIO C. M. S. 2000. In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (Ed.). Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 112-125.

ARAUJO, M. C. & VALENTI, W. C. 2007. Feeding habit of the Amazin river prawn *Macrobrachium amazonicum*, larvae. Aquaculture 265 p.187-193.

BECKETT, K. A. 1987. Culturas em abrigo. Portugal.

BOYD, C. E. & ZIMMERMANN, S. 2000. Grow-out systems – water quality and soil management. In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (ed) Freshwater Prawn Farming: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science, p.221-228.

CAVALCANTI, L. B.; CORREIA E. S.; CORDEIRO E. A. 1986. Camarão: manual de cultivo do *Macrobrachium rosenbergii* (Pitu havaiano – gigante da Malásia). Aquaconsult, Recife.143p.

FUGIMURA, T. 1974. Development of a prawn culture industry in Hawaii. Hawaii Subproject Number II 14 D. Job completion report to United state Department of Commerce. National Oceanica and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. Honolulu. 28p.

GUEST, W. C. 1979. Laboratory life history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). *Crustaceana*, Leiden, v.37, n.2, p.141-152.

MORAES-VALENTI, P. M. C. & VALENTI, W. C. 2007. Effect of Intensification on Grow Out of the Amazon River Prawn, *Macrobrachium amazonicum*. *Journal of the World Aquaculture Society*. V.38, n.4, p.516-526.

NEW, M. B. & SINGHOLKA, S. 1985. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. FAO. Rome. Fisheries Technical Paper 225p.

NEW, M. B.; SINGHOLKA, S.; KUTTY, M.N.; 2000. Prawn capture fisheries and enhancement. In: NEW, M. B., VALENTI, W. C. (Eds.), *Freshwater Prawn Culture: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii**. Blackwell Science, Oxford, p.411-428.

ODINETZ-COLLART, O. 1987. La pêche Crevetière de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans le Bas-Tocantins après la fermeture du barrage de Tucuruí. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, v.20, n.2, p.131-144.

ODINETZ-COLLART, O. & MOREIRA, L. C. 1993. Potencial pesqueiro do camarão *Macrobrachium amazonicum* na Amazônia Central (Ilha do Careiro). *Amazoniana*, v.12, n.(3/4), p.399-413.

PARRA, J. E. G. 2007. Avaliação do Desenvolvimento de Tilápias (*Oreochromis niloticus*) no Interior de Estufas Plásticas no Município de Santiago-RS. Disponível em: <http://www.urisantiago.br/nadri/artigos/tilapias.pdf>. Acesso em: 13/02/2008.

PEZZATO, L. E. BARROS, M. M.; SAMPAIO, F.G.; FALCON, D. R.; GONÇALVES, G. S.; HISANO, H. 2003. Relação energia: proteína dietária para pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum* (Crustácea, Decapoda). *Acta Scientiarum. Animal science*. V.25, n.2, p.235-241.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. 2007. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/tecnologias/MANEJO_Cultivo_Protegido, acesso em 23 de fevereiro de 2007.

RODRIGUES, J. B. P.; RODRIGUES, C. C. B.; MACHIAVELLO, J. G.; GOMES, S. Z.; BEIRÃO, L. E. 1991. Manual de cultivo de camarões de água doce *Macrobrachium rosenbergii* em regiões de clima subtropical. Florianópolis, Editora da UFSC. 76p.

RODRIGUES, J. B. P & ZIMMERMANN, S. 1997. Cultivo de camarões de água doce. Capítulo3, In: Poli, C.R. (ed.), *Aqüicultura: uma introdução para os cursos de graduação*, Florianópolis, Editora UFSC. p.80-117.

SAMPAIO, C. M. S. et al 1997. Effects of feed application rates and feeding frequency on the performance of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) post-larvae. In: Abstracts of 'Aquaculture' 97., Baton Rouge. *Anais...*Baton Rouge: WAS 1997. p. 19-23.

SARVER, D.; MALECHA, S.; ONIZUKA, D. 1982. Possible sources of variability in stocking mortality in post-larval *Macrobrachium rosenbergii*. In Giant Prawn Farming, Developments in Aquaculture and Fisheries Science, Vol. 10, (Ed. By M. B. New), Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam. p. 99-113.

SILVA, J. R. M. & ZANFELICE, C. 1989. Utilização de diferentes estufas em berçários de camarão de água doce *Macrobrachium rosenbergii* em clima subtropical. In: Simpósio Brasileiro Sobre Cultivo de Camarão, 3, João Pessoa. 1989. *Anais...*p. 338-399.

TIDWELL, H. J; WEBSTER C. D.; GOODGAME-TIU, L.; D'ABRAMO, L. R. 1994. Population characteristics of *Macrobrachium rosenbergii* fed diets containing different protein sources under coolwater conditions in earthen ponds. *Aquaculture*, v. 126, p. 271-281.

TIDWELL, H. J; D'ABRAMO, L. R.; COYLE, S. D.; YASHARIAM, D. 2005. Overview of recent research and development in temperate culture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* De Man) in the South Central United States. *Aquaculture Research*, v. 36, p. 264-277.

VALENTI, W. C. 1996. Criação de camarões em Águas interiores. Boletim Técnico do Centro de Aqüicultura da UNESP 2, FUNEP, Jaboticabal. 81p.

VALENTI, W. C. 2002. Situação atual, perspectiva e novas tecnologias para produção de camarão de água doce. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA. Goiânia. *Anais...* Goiânia: ABRAq, 2002. p. 99-106.

VALENTI, W.C. 2004. Camarão de água doce como agronegócio. In. ANAIS DO I CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE AQUICULTURA E BIOLOGIA AQUÁTICA, Vitória, ES, Brasil. *Anais...* Sociedade Brasileira de Aqüicultura E Biologia Aquática (Aquabio). 52p.

VOLPE, C.A.; MINCHIO, C.A; BARBOSA J.C.; ANDRÉ, E R.B. 1989. Análise da precipitação mensal em Jaboticabal (SP). *Ciên. Agron.*, v.4, p. 3-5.

ZIMMERMANN, S. & SAMPAIO, C. M. S. 1998. Sistemas de berçário: Caracterização e manejo. In: Valenti, W. C. (Ed.). *Carcinicultura de água doce: Tecnologia para a produção de camarões*. FAPESP/IBAMA, Brasília. p. 145-164.

CAPÍTULO II – ALTERAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA UTILIZADA EM BERÇÁRIO SECUNDÁRIO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA.

Resumo - O objetivo deste estudo foi determinar as possíveis alterações provocadas pela atividade do berçário secundário do camarão-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) nas características físicas e químicas da água nos viveiros de cultivo. O estudo foi realizado no Centro de Aqüicultura da Unesp - CAUNESP, em Jaboticabal, SP durante o período do inverno. Os viveiros utilizados (90 m²) foram povoados com 80 juvenis I de *M. amazonicum* por m², com peso médio inicial de 0,08 ± 0,03g. Ao final do experimento (90 dias após o povoamento) o peso médio final dos juvenis foi de 1,06 ± 0,03g. Quinzenalmente foram mensuradas as variáveis pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, material particulado em suspensão, turbidez, nitrogênio total (NT), n-amoniaco, fósforo total (PT), fósforo dissolvido (PD), p-ortofosfato (P-PO₄), e clorofila-a da água de abastecimento e do efluente do viveiro. Pode-se observar que ao atingir quarenta e cinco dias de cultivo todas as variáveis avaliadas apresentaram diferenças significativas. As variáveis condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio Kjeldahl total, n-amoniaco, fósforo total, fósforo dissolvido e P-ortofosfato apresentaram valores maiores no efluente do que na água de abastecimento do viveiro. Concluímos que a atividade de berçário secundário de camarão-da-amazônia provoca alteração na qualidade ecológica da água do cultivo.

Palavras-chave: *Macrobrachium amazonicum*, efluente, nutrientes, qualidade da água.

Abstract - The objective of this study was to determine the possible alterations provoked for the activity of the secondary nursery (*Macrobrachium amazonicum*) in the physical and chemical characteristics of the water used in the nursery ponds. This study it was lead in the Centro de Aqüicultura da Unesp - CAUNESP, Jaboticabal, SP, during the period of the winter. The four ponds was used 90 m² and and had been stocked in 06/06/05 with 7200 juveniles one of *M. amazonicum* (0.08 ± 0.03g). To the end of the experiment (90 days) the average profit of final weight of the youthful ones was of 98g. The limnological parameters were monitored biweekly in the supplying and the effluent water. It can be observed that when reaching sixty days of culture all the evaluated variable had revealed significant. The variable electric conductivity, total nitrogen, ammoniac-n, total phosphorus, dissolved phosphorus and P-orthophosphate had presented bigger values in the effluent of that in the water of supplying of the ponds. It can to get a small better of the water for some parameters until the culture end. It can to conclude that the activity of secondary nursery of *Macrobrachium amazonicum* provokes alteration in the ecological quality of the culture.

Keywords – *Macrobrachium amazonicum*, effluent, nutrients, water quality.

Introdução

Os diversos aspectos físicos, químicos e biológicos da água estabelecem a capacidade dos camarões em desempenhar as funções da vida: crescimento, resistências a doenças, reprodução, tolerância à temperatura extremas, entre outros. Os camarões estão numa associação muito íntima com o meio aquático, estando muito mais expostos a substâncias dissolvidas do que, por exemplo, os animais terrestres em seu meio gasoso (Tomasso & Brune, 1991).

Entre as várias modalidades de aqüicultura, a carcinicultura tem se destacado pelo seu rápido crescimento e, conseqüentemente, despertado o interesse com relação ao efluente gerado (Valenti, 2000). Os dejetos liberados pela atividade da aqüicultura modificam as características físicas, químicas e biológicas da água dos tanques ou viveiros. Esses resíduos orgânicos, após ação microbiológica, fornecem nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plâncton, podendo, quando em excesso, causar eutrofização do ambiente e alteração da composição de diversos organismos aquáticos (Pádua, 2001).

Em alguns ambientes aquáticos da Tailândia foram constatados problemas relacionados à grande quantidade de nutrientes e matéria orgânica produzidos pela atividade de carcinicultura. O lançamento destes efluentes gerou problemas não somente aos ecossistemas estuarinos, mas também afetou a produtividade das próprias criações de camarões (Chua et al., 1989). Os principais impactos dos efluentes das atividades de aqüicultura sobre os ecossistemas aquáticos são: o aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo nos corpos de água e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos (Midlen & Redding, 1998). De acordo com Biudes (2007), o manejo efetuado para a manutenção de reprodutores de *Macrobrachium rosenbergii* entre as biomassas 71,5 e 127,0 g/m⁻² provoca o aumento dos valores de pH, oxigênio

dissolvido, clorofila *a*, material em suspensão, nitrogênio total, nitrogênio dissolvido, nitrogênio inorgânico, fósforo total, fósforo dissolvido e fósforo ortofosfato na água utilizada no viveiro.

As características dos efluentes de aqüicultura podem apresentar variações em função da espécie cultivada, intensidade do cultivo, manejo alimentar e nível de tecnologia empregada (Boyd, 2000). Neste sentido, a caracterização do impacto de cada cultivo sobre a água utilizada depende de avaliações individualizadas (Henry-Silva, 2005). Esta avaliação do impacto é fundamental para a melhoria do manejo, visando à produção de efluente com menores concentrações de nitrogênio, fósforo, material particulado em suspensão e demanda bioquímica de oxigênio (Baccarin & Camargo, 2005).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da atividade de berçário secundário do camarão-da-amazônia sobre a qualidade ecológica da água.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no Setor de Carcinicultura pertencente ao Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, cujas coordenadas são 21°15' de latitude sul e 48°18' de longitude oeste, com uma altitude média de 590 m.

Foram utilizado quatros viveiros (90m²) escavados, com entrada e saída de água individual, os quais juntos compõem o sistema de berçário secundário e foram denominados de viveiros 1, 2, 3 e 4.

Para o preparo dos viveiros foram utilizados 95 g/m² de calcário agrícola e 0,50 g/m² de uréia e 5 g/m² de superfosfato simples. A calagem visou à correção da acidez da água e do solo, sendo importante para regular alguns parâmetros, pois proporcionam boa produtividade aos viveiros. A adubação dos viveiros teve como objetivo incentivar o crescimento de organismos bentônicos (larvas de insetos, anelídeos, etc.) que servem de alimento natural para o camarão.

Os viveiros foram abastecidos por água derivada de uma represa existente no Centro de Aqüicultura da Unesp. As taxas de renovação da água dos viveiros situaram-se entre 30 e 40% do seu volume por dia, pois houve grande perda por infiltração nos mesmos.

Os viveiros foram povoados com juvenis I de camarões a uma densidade de 80 juvenis por m², com peso médio inicial de 0,08 ± 0,03g. Os camarões foram alimentados com uma ração comercial peletizada (45% PB) quatro vezes ao dia a uma taxa de 9 a 6 % da biomassa, dependendo da temperatura da água.

Após noventa dias de cultivo, a sobrevivência média foi de 76% com ganho de peso de 0,98g.

Para analisar a qualidade ecológica da água, foram realizadas seis coletas quinzenais durante o experimento:

Foram coletadas em triplicata amostras da água de abastecimento e dos efluentes da criação dos camarões. Estas foram coletadas entre 8 e 9 horas da manhã. As variáveis pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica foram determinadas nos viveiros, através de um multi-sensor da marca Horiba U-10. As demais variáveis foram determinadas em laboratório, segundo metodologias específicas, descritas a seguir: fósforo total, fósforo dissolvido e P-ortofosfato (Golterman et al., 1978); nitrogênio total, (Mackereth *et al.*, 1978); n-amoniacoal (Koroleff, 1976); clorofila-a (Nush, 1980) e material em suspensão (Wetzel & Likens, 1991).

Com o objetivo de comparar as variáveis da água de entrada e saída dos berçários durante o experimento, empregou-se análise de variância (ANOVA) nas médias de quatro viveiros (réplicas) para cada uma das seis coletas quinzenais (Tabelas 1 a 6), com as mesmas características do teste t de Student ($P < 0,05$) para amostras pareadas, mas ao invés de utilizar as médias das diferenças entre os pares utilizou-se a ANOVA para verificar as diferenças entre os valores das variáveis observadas nos afluentes e efluentes (SAS, v9).

Resultados

Os valores médios e desvios padrão das variáveis limnológicas da água de abastecimento e dos efluentes dos quatro viveiros após 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias de cultivo estão apresentados nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Na tabela 1 pode-se constatar que as variáveis físicas e químicas dos efluentes apresentaram maiores valores médios de condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total e clorofila-a. As concentrações de oxigênio dissolvido e material em suspensão sofreram redução em relação à média obtida na água de abastecimento do viveiro. Os valores de pH, n-amoniacal, fósforo total, fósforo dissolvido e p-ortofosfato não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente.

Tabela 1 – Valores médios e desvios padrão das variáveis químicas e físicas da água de abastecimento e efluente dos viveiros quinze dias após o início do cultivo do berçário secundário do camarão-da-amazônia.

Variáveis	Abastecimento (entrada)	Efluente (saída)	Significância
pH	7,42 ± 0,00	7,45 ± 0,12	NS
Condutividade elétrica (mS.cm ⁻¹)	0,53 ± 0,00	0,55 ± 0,00	**
Oxigênio Dissolvido (mg.L ⁻¹)	7,65 ± 0,00	4,61 ± 2,29	*
Material em suspensão (mg.L ⁻¹)	11,0 ± 0,00	3,50 ± 3,70	**
Turbidez (NTU)	6,00 ± 0,00	7,00 ± 0,82	*
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	0,10 ± 0,00	0,24 ± 0,06	**
N-amoniacal (µg.L ⁻¹)	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	NS
Fósforo total (µg.L ⁻¹)	44,84 ± 0,00	76,35 ± 29,46	NS
Fósforo dissolvido (µg.L ⁻¹)	33,34 ± 0,00	32,41 ± 2,54	NS
P-ortofosfato (µg.L ⁻¹)	5,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	NS
Clorofila a (mg.L ⁻¹)	0,10 ± 0,00	2,92 ± 0,83	**

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

NS – não significativo

Pode-se constatar que as variáveis físicas e químicas dos efluentes apresentaram maiores valores médios de nitrogênio total e p-ortofosfato 30 dias após o povoamento (Tabela 2). As concentrações de oxigênio dissolvido, material em suspensão e turbidez sofreram redução em relação à média obtida na água de abastecimento do viveiro. Os valores pH, condutividade elétrica, n-amoniacal, fósforo total, fósforo dissolvido e clorofila-a não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrão das variáveis químicas e físicas da água de abastecimento e efluente dos viveiros trinta dias após o início do cultivo do berçário secundário do camarão-da-amazônia.

Variáveis	Abastecimento (entrada)	Efluente (saída)	Significância
pH	7,48 ± 0,00	7,69 ± 0,33	NS
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,53 ± 0,00	0,82 ± 0,25	NS
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	7,49 ± 0,00	5,02 ± 1,88	*
Material em suspensão (mg/L)	8,00 ± 0,00	4,00 ± 2,16	**
Turbidez (NTU)	16,00 ± 0,00	1,75 ± 0,50	**
Nitrogênio total (mg/L)	0,10 ± 0,00	0,18 ± 0,04	**
N-amoniacal (µg/L)	5,00 ± 0,00	9,54 ± 5,24	NS
Fósforo total (µg/L)	35,10 ± 0,00	60,36 ± 24,10	NS
Fósforo dissolvido (µg/L)	18,10 ± 0,00	35,37 ± 21,66	NS
P-ortofosfato (µg/L)	5,00 ± 0,00	10,25 ± 0,00	*
Clorofila a (mg/L)	8,90 ± 0,00	7,23 ± 2,86	NS

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

NS – não significativo

Pode-se constatar que as variáveis físicas e químicas dos efluentes indicaram maiores valores médios de pH, condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total, n-

amoniaco, fósforo total, fósforo dissolvido e p-ortofosfato 45 dias após o povoamento (Tabela 3). As concentrações de pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão e clorofila-a sofreram redução em relação à média obtida na água de abastecimento do viveiro. Todos os valores das variáveis avaliados apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente.

Tabela 3 – Valores médios e desvios padrão das variáveis químicas e físicas da água de abastecimento e efluente dos viveiros quarenta e cinco dias após o início do cultivo do berçário secundário do camarão-da-amazônia.

Variáveis	Abastecimento (entrada)	Efluente (saída)	Significância
pH	8,20 ± 0,00	7,63 ± 0,09	**
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,57 ± 0,00	0,58 ± 0,00	**
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	9,25 ± 0,00	5,06 ± 1,88	*
Material em suspensão (mg/L)	15,00 ± 0,00	5,00 ± 1,41	**
Turbidez (NTU)	2,00 ± 0,00	4,00 ± 0,82	**
Nitrogênio total (mg/L)	0,10 ± 0,00	0,36 ± 0,22	*
N-amoniaco (µg/L)	5,00 ± 0,00	13,71 ± 6,36	*
Fósforo total (µg/L)	47,50 ± 0,00	117,74 ± 94,34	*
Fósforo dissolvido (µg/L)	20,5 ± 0,00	34,88 ± 21,06	*
P-ortofosfato (µg/L)	5,00 ± 0,00	13,48 ± 5,50	*
Clorofila a (mg/L)	18,70 ± 0,00	4,02 ± 3,76	**

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

Pode-se constatar que as variáveis físicas e químicas dos efluentes indicaram maiores valores médios de n-amoniaco, fósforo total, fósforo dissolvido e p-ortofosfato após 60 dias do povoamento (Tabela 4). As concentrações de pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão e turbidez e clorofila-a sofreram redução em relação à média

obtida na água de abastecimento do viveiro. Os valores de condutividade elétrica e nitrogênio total não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente.

Tabela 4 – Valores médios e desvios padrão das variáveis químicas e físicas da água de abastecimento e efluente dos viveiros sessenta dias após o início do cultivo do berçário secundário do camarão-da-amazônia.

Variáveis	Abastecimento (entrada)	Efluente (saída)	Significância
pH	8,18 ± 0,00	7,72 ± 0,03	**
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,57 ± 0,00	0,91 ± 0,25	NS
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	11,10 ± 0,00	6,43 ± 0,38	**
Material em suspensão (mg/L)	9,00 ± 0,00	4,75 ± 1,50	**
Turbidez (NTU)	14,00 ± 0,00	6,50 ± 1,00	**
Nitrogênio total (mg/L)	0,26 ± 0,00	0,30 ± 0,10	NS
N-amoniaco (µg/L)	5,00 ± 0,00	18,27 ± 9,19	*
Fósforo total (µg/L)	47,5 ± 0,00	100,98 ± 7,21	**
Fósforo dissolvido (µg/L)	22,67 ± 0,00	68,85 ± 2,34	**
P-ortofosfato (µg/L)	5,00 ± 0,00	36,43 ± 3,51	**
Clorofila a (mg/L)	26,70 ± 0,00	2,31 ± 3,83	**

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

NS – não significativo

Pode-se constatar que as variáveis físicas e químicas dos efluentes indicaram maiores valores médios de condutividade elétrica, nitrogênio total, fósforo total, fósforo dissolvido e p-ortofosfato após 75 dias de povoamento (Tabela 5). As concentrações de pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão e turbidez e clorofila-a sofreram redução em relação à média obtida na água de abastecimento do viveiro. Os valores de

n-amoniaco não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente.

Tabela 5 – Valores médios e desvios padrão das variáveis químicas e físicas da água de abastecimento e efluente dos viveiros setenta e cinco dias após o início do cultivo do berçário secundário do camarão-da-amazônia.

Variáveis	Abastecimento	Efluente	Significância
	(entrada)	(saída)	
pH	7,36 ± 0,00	7,21 ± 0,03	**
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,57 ± 0,00	0,58 ± 0,00	**
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	10,80 ± 0,00	6,09 ± 1,88	**
Material em suspensão (mg/L)	11,00 ± 0,00	8,25 ± 1,50	**
Turbidez (NTU)	14,00 ± 0,00	6,50 ± 3,70	**
Nitrogênio total (mg/L)	0,20 ± 0,00	0,39 ± 0,16	*
N-amoniaco (µg/L)	5,00 ± 0,00	8,30 ± 4,44	NS
Fósforo total (µg/L)	63,50 ± 0,00	121,84 ± 45,90	*
Fósforo dissolvido (µg/L)	14,23 ± 0,00	43,53 ± 10,39	**
P-ortofosfato (µg/L)	5,00 ± 0,00	11,15 ± 2,87	**
Clorofila a (mg/L)	12,50 ± 0,00	1,63 ± 2,27	**

* $p < 0,05$

** $p < 0,01$

NS – não significativo

Pode-se constatar que as variáveis físicas e químicas dos efluentes indicaram maiores valores médios de condutividade elétrica, fósforo dissolvido e p-ortofosfato após 90 dias de cultivo (Tabela 6). As concentrações de pH, oxigênio dissolvido, turbidez e clorofila-a sofreram redução em relação à média obtida na água de abastecimento do viveiro. Os valores de material em suspensão, nitrogênio total, n-amoniaco e fósforo total não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente.

Tabela 6 – Valores médios e desvios padrão das variáveis químicas e físicas da água de abastecimento e efluente dos viveiros noventa dias após o início do cultivo do berçário secundário do camarão-da-amazônia.

Variáveis	Abastecimento (entrada)	Efluente (saída)	Significância
pH	7,36 ± 0,00	7,25 ± 0,08	*
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,57 ± 0,00	0,58 ± 0,00	**
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	10,75 ± 0,00	5,49 ± 1,25	**
Material em suspensão (mg/L)	9,00 ± 0,00	7,75 ± 2,50	NS
Turbidez (NTU)	14,00 ± 0,00	7,25 ± 1,71	**
Nitrogênio total (mg/L)	0,20 ± 0,00	0,40 ± 0,19	NS
N-amoniacal (µg/L)	5,00 ± 0,00	8,85 ± 3,38	NS
Fósforo total (µg/L)	73,50 ± 0,00	108,94 ± 36,52	NS
Fósforo dissolvido (µg/ L)	15 ± 0,00	43,8 ± 10,28	**
P-ortofosfato (µg/L)	5,00 ± 0,00	10,8 ± 1,10	**
Clorofila a (mg/L)	12,10 ± 0,00	1,92 ± 2,32	**

* p < 0,05

** p < 0,01

NS – não significativo

Discussão

Às atividades aquícola podem ocasionar um efeito sobre o meio ambiente. Aumentam a ação mecânica originada pela movimentação dos organismos cultivados, a manipulação do sedimento, o consumo de oxigênio por respiração, a excreção de amônia, a predação sobre os outros organismos da comunidade, a ingestão de alimento e a defecação. Além disso, o processo de sucessão ecológica leva ao estabelecimento de vários estágios que alteram as características físicas, químicas e biológicas do ambiente (Odum, 1985). Geralmente a qualidade da água do berçário secundário é semelhante à fase de crescimento final dos camarões de água doce (Alston & Sampaio, 2000). Os resultados obtidos neste estudo mostram uma variação das variáveis físicas e químicas, tanto na água de entrada como no efluente gerado pelos berçários secundário de camarão-da-amazônia.

O pH é considerado uma variável importante, mas ao mesmo tempo de difícil interpretação. Tal complexidade é resultante de inúmeros fatores que podem influenciá-lo, assim como o solo, sistemas de cultivos e estações do ano (Esteves, 1988). Valores de pH entre 7,0 e 8,5 são considerados ideais ao cultivo de *M. rosenbergii* (Boyd & Zimmerman, 2000). No presente trabalho, as médias de pH permaneceram entre 7,2 e 8,2 para todos os viveiros do sistema de berçário secundário utilizado, as quais foram semelhantes às médias relatadas por Moraes-Riodades et al.; (2006). O pH da água de entrada após trinta de cultivo foi superior ao da água de saída e constatou-se redução deste parâmetro ao longo do tempo em decorrência do experimento. A redução da concentração do pH pode ser devido ao processo de respiração dos organismos cultivados nos viveiros no período da noite. Uma vez que este parâmetro foi determinado pela manhã.

Uma maneira de avaliar a quantidade de nutrientes disponíveis nos ambientes aquáticos é por meio dos valores de condutividade elétrica, pois quanto maior a quantidade de sais dissolvidos na água, maior a condutividade. Henry-Silva (2005) observou valores médios de 0,058 (entrada) e 0,068 mS/cm (efluentes) em viveiro de reprodutores de *M. amazonicum*. No presente experimento os valores deste parâmetro variaram entre 0,53 (entrada) e 0,91 (saída) mS/cm. Este resultado superior observado no efluente, provavelmente esteve associado ao maior valor proteico empregado na ração para juvenis. Castellani & Barrella (2006) avaliando a qualidade da água de 42 pisciculturas na região do Vale do Ribeira, observaram maiores valores desta variável na água de saída das pisciculturas. Nas seis coletas durante o experimento, também foram observados valores médios de condutividade maiores no efluente do que na água de abastecimento (Tabela 1 a 6). Esta alteração, provavelmente, esteve integrada à alimentação fornecida e manejo efetuado nos viveiros.

A variação da concentração de oxigênio dissolvido está relacionada com valores de temperatura, turbulência da água e pressão atmosférica, estando também sujeitas as flutuações diárias sazonais que são devidas em partes, a variações de temperatura e da atividade fotossintética. Em todas as coletas o oxigênio dissolvido é maior na água de entrada do que no efluente. Resultados semelhantes também foram relatados por Keppeler & Valenti (2006) com a mesma espécie na fase de crescimento final. A redução desta variável, provavelmente se deve, ao consumo de OD pelos juvenis nos viveiros. Segundo Malecha (1983) as concentrações mais baixas de oxigênio que os camarões suportam, sem estresse, estão entre 2,25 a 2,75 mg/L à temperatura entre 25 e 30°C. Portanto, todos os resultados encontrados situaram-se acima deste limite.

Keppeler & Valenti (2006) e Kimpara (2007) trabalhando com *M. amazonicum* encontraram valores médios maiores de material em suspensão na água de

abastecimento dos viveiros do que nos efluentes. Isto também foi constatado no presente estudo durante todo o período do experimento. Este resultado, provavelmente foi devido a uma sedimentação deste material nos viveiros durante o cultivo.

Os valores de turbidez variaram durante o experimento, mas após a terceira coleta foi observado um decréscimo no efluente se comparado à água de entrada do viveiro. Esta redução do incrementos de material em suspensão e turbidez, ocorreu, provavelmente devido a decantação ocorrida durante o experimento, o qual favorecia a suspensão de sólidos.

Os valores de nitrogênio total dos efluentes foram superiores aos da água de entrada dos viveiros nas coletas 1, 2, 3 e 5. Valores mais elevados destas variáveis nos efluentes também foram constatados por Keppeler & Valenti (2006) e Henry-Silva (2005) em viveiros de carcinicultura e por Castellani & Barrella (2006) em pisciculturas. Nas coletas 4 e 6 os valores de nitrogênio total e nas coletas 5 e 6 os valores de N-amoniacal não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre as águas de abastecimento e efluente. O mesmo ocorreu com o n-amoniacal para as quatro primeiras coletas. Wickins (1976) relata que juvenis de *M. rosenbergii* são resistentes (sem estresse) a amônia total até a concentração de 1mg/L. Moraes- riodases et al., (2006) observou em uma densidade de 40 pós larvas de *M. amazonicum* uma variação na concentração de n-amônia de zero a 375µg/L. No presente experimento a variação de n- amônia foi de 5 a 18µg/L a uma densidade de 80 juvenis/m². Este resultado foi inferior se comparados aos trabalhos citados acima em todas as coletas, isto provavelmente a grande renovação da água dos viveiros.

O Fósforo é um importante componente da substância viva, que está ligado ao metabolismo respiratório e fotossintético. Despejos orgânicos podem enriquecer a água com esse elemento. As altas concentrações de fosfatos na água estão associadas à

eutrofização da mesma (CETESB, 1995). Os valores de fósforo total, fósforo dissolvido e ortofosfato dos efluentes foram superiores aos das águas de entrada no experimento realizado com exceção as duas primeiras coletas. Henry-Silva (2005), também em viveiros de carcinicultura, avaliou níveis de fósforo total e fósforo dissolvido nas águas de entrada e saída dos viveiros, e o efluente gerado apresentou maiores valores que as águas de entrada. Castellani & Barrella (2006) igualmente constataram que os valores médios destas variáveis dos efluentes foram maiores que os valores da água de abastecimento em um estudo com viveiros de piscicultura. De acordo com Sansanayuth et al., (1996), o efluente de camarões marinho também apresentam maiores valores de NT e PT que as águas de entrada. Estas alterações nos efluentes dos incrementos nitrogênio e fósforo, durante o experimento, provavelmente, estiveram associados à ração fornecida, à decomposição de matéria orgânica acumulada e excreção dos juvenis de camarões.

Henry-Silva (2005) em um estudo com duração de 16 semanas, relatou valores médios de NT (0,47mg/L) e PT (229,3 µg/L) nos efluentes de reprodutores *M. amazonicum* com uma densidade de estocagem de 85,7g/m². Estes valores foram superiores aos observados no presente experimento (NT 0,31mg/L e PT 97,7 µg/L) com densidade de estocagem de 78,4g/ m² em 13 semanas de experimento. Isto ocorreu provavelmente devido à maior densidade de estocagem e o tempo de residência dentro dos viveiros de criação. Entretanto, conforme a produção se intensifica, a tendência é que os impactos negativos sobre o ambiente também aumentem. As características dos efluentes de aquíicultura dependem da qualidade da água de abastecimento, quantidade e qualidade dos alimentos fornecidos, do tempo de residência do efluente dentro do sistema de criação, das espécies criadas, da densidade de estocagem e da biomassa dos organismos (Shilo & Rimon, 1982).

A clorofila-a é a responsável pelos processos fotossintéticos de fixação da energia luminosa. O controle da clorofila-a é de extrema importância, por ser um indicador quantitativo de biomassa fitoplactônica. No entanto, deve-se destacar que a quantidade de clorofila na mesma célula varia como uma adaptação à disponibilidade de luz (Wetzel, 1981). Foi observado que a clorofila-a na água de entrada foi superior a do efluente em todas as coletas com exceção da coleta 1. Ao contrário do que foi constatado por Baccarin & Camargo (2005) que observaram uma maior concentração nos valores de clorofila-a em viveiros de criação de tilápias em relação as águas de abastecimento. Os menores valores de clorofila a no efluente deve ser principalmente ao sombreamento da coluna da água proporcionado pelo ambiente protegido.

Os viveiros possuem uma notável capacidade de assimilar nitrogênio e fósforo por meio de processos físicos, químicos e biológicos (Schwartz & Boyd, 1994a). Contudo, os viveiros freqüentemente apresentam maiores concentrações de nutrientes, plâncton, sólidos em suspensão e demanda de oxigênio em comparação com o corpo de água que recebe os efluentes (Schwartz & Boyd, 1994b). Segundo Boyd & Tucker (1998) alimentos e fertilizantes são adicionados aos viveiros para promover a produção de camarões e peixes, e normalmente, apenas 25% a 30% do nitrogênio e fósforo contidos nos fertilizantes e alimentos é revertido em camarão e/ou peixe na despesca. No experimento realizado foram adicionados alimentos altamente protéicos, fertilizantes no preparo dos viveiros. Isto, provavelmente explica, o acréscimo de nutrientes nos efluentes do berçário secundário de camarão-da-amazônia.

É importante salientar que manejo do cultivo com bom senso é a solução para minimizar o acréscimo de nutrientes na água da carcinicultura, sempre tendo em mente que a produção econômica impõe uma série de limites, e que a produtividade máxima nem sempre é a forma mais segura e racional de se obter camarões, ou a mais lucrativa.

Conclusões

A água, após abastecer o sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia, apresentou alterações nos valores médios das variáveis físico-químicas.

Houve um aumento nos valores de condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total, fósforo dissolvido e fósforo-ortofosfato e uma redução nos valores de pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão e clorofila-a no efluente, indicando que a atividade do berçário secundário do camarão-da-amazônia piorou a qualidade ecológica da água dos viveiros, após quarenta e cinco dias de cultivo.

Referências bibliográficas

ALSTON, D. E. & SAMPAIO C. M. S. 2000. In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (Ed.). Freshwater Prawn Culture: The farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science. p. 112-125.

BACCARIN, A. E.; CAMARGO, A. F. M. 2005. Characterization and evaluation of the impact of feed management on the effluents of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) culture. Brazilian Archives of Biology and Technology. p. 81-90.

BIUDES, J. F. V. 2007. Uso de wetlands construídas no tratamento de efluentes de Carcinicultura. (Tese:doutorado). Centro de Aqüicultura da Unesp. Jaboticabal, SP 103f.

BOYD, C.E. 2000. Water Quality: An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Norwell. 330p.

BOYD, C. E.; TUCKER, C. S. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Norwell, Kluwer Academic Publishers, 700p.

BOYD, C. E. & ZIMMERMANN, S. 2000. Grow-out systems – water quality and soil management. In: NEW, M. B. & VALENTI, W. C. (ed) Freshwater Prawn Farming: The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, Blackwell Science, p.221-228.

CASTELLANI, D. & BARRELA, W. 2006. Impactos da atividade de piscicultura na Bacia do Rio Ribeira de Iguape, SP – Brasil. B. Inst. Pesca, São Paulo, v.32 n.2 p.161-171.

CETESB. 1995. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo. Avaliação da qualidade das águas. São Paulo: Diretoria de Desenvolvimento e Transferência de Tecnologia. 94p.

CHUA, T. E.; PAW, J.N. & GUARIAN, F. Y. 1989. The enviromental impact of aquaculture and effects of pollution on coastal aquaculture development in southeast Asia. Marine Pollution Bulletin, v.20, p. 335-343.

ESTEVEVES, F. A. 1988. Fundamentos em limnologia. Rio de Janeiro. Interciência. Finep. 570p.

GOLTERMAN, H. L; CLYNO, R. S .; OHSNTAD, M. A. M. 1978 Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Boston, Blackwell. 214p.

HENRY-SILVA, G. G. 2005. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas, interações ecológicas e valor nutritivo da biomassa vegetal para tilápia do nilo. Tese (Doutorado). Centro de Aqüicultura da Unesp, Jaboticabal-SP, 132p.

KEPPELER, E. C. e VALENTI, W. C. 2006. Effects of selective harvest of the Amazon River prawn, *Macrobrachium amazonicum* on pond water, sediment and effluent. Acta Limnol. Bras., v.18 n.2 p.109-119.

KIMPARA, J. M. 2007. Intensificação do cultivo de *Macrobrachium amazonicum*: efeito das estratégias de estocagem e despesca na água dos viveiros, efluentes e sedimentação em viveiros de crescimento final. (Dissertação: Mestrado). Centro de Aqüicultura da Unesp, Jaboticabal, SP. 60f.

KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients. In: K, Grashof (ed), Methods of seawater analysis. Verlag. Chemie Weihim, p. 117-181.

MACKERETH, F. Y. H, HERON, J. G. e TALLING, J. 1978 Water analysis: some revised methods for limnologist. Fresh Biological Associat. Publ. 36. 120p.

MALECHA, S. R. 1983. Commercial Pond Production of Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, in Hawaii. In: McVEY, J. P. and MOORE, J. R. (Editors), CRC Handbook of Mariculture, VI Crustacean Aquaculture. CRC Press, Florida. 442p.

MIDLEN, A. & REDDING, T. 1998. Environmental Management for Aquaculture. Netherlands, Kluwer Academic Publishers. 223p.

MORAES-RIODADES, P. M. C.; KIMPARA, J. M.; VALENTI, W. C. 2006. Effect of the Anazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* culture intensification on ponds hydrobiology. Acta Limnol. Bras., v.18 n.3 311-319.

NUSH, E. A. 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phalopigments determination. Arch. Fur. Hydrobiology, v.14, p.14-36.

ODUM, E. P. 1985. Ecologia. Ed. Interamericana, Rio de Janeiro. 434p.

PADUA, H. B. 2001 Impacto ambiental: um impacto na aqüicultura. Revista Brasileira de Agropecuária. V.I, n.12, p.1-66

SANSANAYUTH, P.; PHADUNGCHER, A.; NGAMMONTHA, S.; NGDGAM, S.; SUKASEM, P.; HOSHINO. H; TTABUCANON, M. S. 1996. Shrimp pond effluent: pollution problems and treatment by construced wetlands. Wat. Sci. Tech., v.34, n.11, p. 93-98.

SCHWARTZ, M. F.; BOYD, C. E., 1994a. Channel catfish pond effluents. Progressive Fish-Culturist v. 56, p.273-281.

SCHWARTZ, M. F.; BOYD, C. E., 1994b. Effluent quality during harvest of channel catfish from watershed ponds. Progressive Fish-Culturist v. 56, p.25-32.

SHILO, M. & RIMON, A. 1982. Factors which effect the intensification of fish breeding in Israel. 2. Ammonia transformation in intensive fish ponds. *Bamidgeh*, v.34, n.3, p.101-114.

TOMASSO, J. R. & BRUNE, D. E. 1991. Aquacultural water quality: the emergence of an applied discipline. Pages 11-20. In: BRUNE, D. E. & TOMASSO, J. R. Editores. *Aquacultural and Water Quality. Advances in World Aquaculture*, volume 3. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA. 606p.

VALENTI, W. C. 2000. Introdução. In: *Aqüicultura no Brasil, bases para um desenvolvimento sustentável*. Brasília: CNPq / Ministério da Ciência e Tecnologia. 399p.

WETZEL, R. G. 1981. *Limnologia*. Ömega S. A., Barcelona. 679p.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. 1991. *Limnological analysis*. 2 ed. New York, Springer-Verlag. 391p.

WICKINS, J. F. (1976). Prawn biology and culture. In *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, v.14, (Ed. By H. Barnes), Aberdeen University Press, Aberdeen. p. 435-507.

CAPÍTULO III – CAPACIDADE DE TRATAMENTO DO EFLUENTE DO BERÇÁRIO DE *Macrobrachium amazonicum* POR CULTIVO HIDROPÔNICO DE ALFACE E AGRIÃO.

Resumo – Os efluentes de carcinicultura são ricos em nitrogênio, fósforo e matéria orgânica e podem colaborar para a eutrofização dos corpos de água receptores. O tratamento por sistema hidropônico pode ser uma alternativa para minimizar este impacto. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a capacidade de tratamento do efluente do berçário secundário de *Macrobrachium amazonicum* por cultivo hidropônico de alface (*Lactuca sativa* L.) e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*). O sistema de tratamento foi constituído de três bancadas de cultivos, com doze canais de cultivo contendo 60 plantas de alface e 60 plantas de agrião cada, com ou sem adição de solução nutritiva, onde foram instaladas sobre os viveiros de berçários. Foram analisadas amostras da água de entrada dos canais de cultivo e dos efluentes após servir o sistema de tratamento por hidroponia. A água de saída do canal de cultivo (efluente) tratado pelas plantas de agrião apresentou concentrações iguais ou menores de NT e PT se comparados à água de entrada e o efluente tratado pelas plantas de alface apresentou menores concentrações de PT.

Palavras-chave: hidroponia, camarão-da-amazônia, nitrogênio, fósforo.

Abstract – Prawn farming effluents ones are enriched by nitrogen, phosphorus and organic matter and contribute to increase eutrophication of the receiving water bodies. Hidroponics systems are an alternative to minimize this impact. The objective of this work was to evaluate the efficiency of treatment secondary nursery *Macrobrachium amazonicum* of effluent of the for hydroponics culture of lettuce (*Lactuca sativa* L.) e watercress (*Rorippa nasturtium aquaticum*). Treatment systems consisted of three cultures group, with twelve canals each of culture contends 60 plants of lettuce and 60 watercress plants, with or without addition of nutritional solution, where they was installed on nurseries. Water samples were colleted from the fresh water ponds and after passing through the treatment systems. The effluents treated by the watercress plants presented same or lesser concentrations of nitrogen and phosphorus compared with the water supply and the effluent one treated by the lettuce plants it presented reduced concentrations only for the phosphorus.

Keywords: hydroponics systems, nitrogen, phosphorus.

Introdução

Segundo Graves (1983) a hidroponia tem como principal vantagem, em relação aos sistemas convencionais de produção, a otimização do uso de água e dos nutrientes fornecidos as plantas, de modo que estas possam apresentar maior desenvolvimento em menor intervalo de tempo. Estudos desenvolvidos nos Estados Unidos (Rakocy et al., 1993 a, Rakocy et al., 1993 b, Seawright et al., 1998) e na Europa (Quilleré et al., 1995) indicam a possibilidade de criação de peixes associada ao cultivo de vegetais.

De acordo com Lewis et al., (1978) a integração de um cultivo hidropônico para remover os resíduos de efluente de um sistema de piscicultura intensiva, promoveu melhoria na qualidade da água antes de seu retorno aos tanques de criação de peixes, reduzindo o nível de amônia, nitrato e fosfato dissolvido na água residual.

Segundo Rackoy (1992), o efluente de pisciculturas contém elevada carga de nutrientes e requer um tratamento antes de ser descartado no meio ambiente. A descarga de efluente com 1,95 g/L de sólidos totais dissolvido contém, em média, 180 mg/L de N-NO³ e 35 mg/L de P-PO⁴, sendo o possível o uso desta água para irrigação em cultivos de peixes.

Neste experimento foi utilizado o sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia integrado à hidroponia de alface e agrião. Esta integração visa avaliar a capacidade de tratamento do efluente do berçário de *Macrobrachium amazonicum* por cultivo hidropônico de alface e agrião.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Setor de Carcinicultura do Centro de Aqüicultura da Universidade Estadual Paulista -CAUNESP, em Jaboticabal, SP (21° 15'S e 48° 18'W), durante o período de inverno (06 de junho a 06 de setembro de 2005).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi construído um ambiente protegido sobre três viveiros. No interior dos viveiros foram construídas as bancadas hidropônicas (Figura 1).



Figura 1 – Sistema hidropônico com plantas de alface e agrião instalados sobre os berçários de camarão-da-amazônia.

Estrutura hidropônica e plantas:

As bancadas hidropônicas foram construídas sobre os viveiros em ferro do tipo metalão, com 6,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,5 m de altura.

Os canais de cultivos foram confeccionados a partir de tubos de P.V.C. de 4 polegadas (0,1 m), com 6 m de comprimento cortados longitudinalmente e colocados sobre as bancadas espaçados de 0,3 m. Ao longo dos canais de cultivo foram colocadas placas de P.V.C. de 0,005 m de espessura e 0,1 m de largura, perfuradas a cada 0,3 m

em orifícios circulares de 2" (0,05 m), definindo-se assim o espaçamento da cultura de 0,3 m (espaçamento entre canais) por 0,3 m (espaçamento entre orifícios) ao longo do canal.

Utilizou-se nesta pesquisa o sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Thecnic) (Graves, 1983), no qual a solução nutritiva, e neste caso, a água do viveiro, percorre o sistema radicular das plantas em tempos pré-determinados, alternando os períodos de nutrição e de aeração das raízes para as realizações de suas funções vitais. Cada bancada foi composta com 6 canais de cultivo, onde 3 circulavam água do viveiro (sistema controle) e 3 circulavam água do viveiro mais solução nutritiva (por gotejamento).

A circulação da água nos canais de cultivo foi possível pela instalação de um conjunto moto-bomba da marca ANAUGGER, com vazão de 500 a 1500 L/h e regulada para fornecer uma vazão de 4 L/min por canal, portanto para cada bancada a vazão utilizada foi de 24 L/min. Para o sistema NFT, a capacidade de vazão foi dimensionada de acordo com o número de canais que foram irrigados (seis em cada bancada).

Para acionar o conjunto moto-bomba foi utilizada um programador de tempo da marca COHEL que propiciava a circulação da água do viveiro a intervalos regulares de 15 minutos.

A solução nutritiva utilizada foi formulada a partir dos nutrientes e quantidades apresentada na Tabela 1.

Para os canais de cultivo com adição de solução nutritiva foi colocada uma garrafa PET de 2,0 L em 3 canais de cultivo e com um mecanismo de regulação de vazão do tipo hospitalar (gotejamento), a qual a vazão era de 1L/dia.

Tabela 1 - Nutrientes utilizados para a formulação da solução nutritiva utilizada no cultivo hidropônico de alface e agrião.

Adubos	Quantidade g/200L
Nitrato de cálcio (CaNO ₃)	150
Nitrato de potássio (KNO ₃)	100
Mono Amônio fosfato (MAP)	36
Sulfato de Magnésio (MgSO ₄)	80
Sulfato de Manganês (MnSO ₄)	100
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	100
Sulfato de Zinco (ZnSO ₄)	100
Molibdênio (Mo)	100
Ferro (Fe)	7

Foram cultivadas 120 plantas por bancada durante 45 dias. Em todos os canais de cultivo circulava água dos viveiros que após serem bombeadas pelo conjunto moto-bomba retornavam ao mesmo viveiro por gravidade, pois as bancadas foram instaladas com 2% de declividade, entre o ponto de entrada da solução nutritiva e o de drenagem.

Amostras foram coletadas a cada 15 dias nas entradas e saídas (água após servir a hidroponia) dos canais de cultivo. Para cada canal de cultivo, foram calculadas as cargas (mg/dia) de nitrogênio total (NT) e fósforo total (PT) da água de entrada e do efluente do canal hidropônico com plantas de alface e agrião. Posteriormente, foram calculados os decréscimos (mg/dia) de NT, PT, na água utilizada pelas plantas na hidroponia.

As fórmulas utilizadas foram:

$C = [N] * Q$; na qual: C = carga das formas de N e P em mg/dia, [N] = concentração das formas de N e P, e Q = vazão da água de abastecimento, solução nutritiva e efluente da hidroponia em L/dia.

$A = CE - CA$; na qual: A = acréscimo, CE = carga das formas de N e P do efluente da hidroponia e CA = carga das formas de N e P da água de abastecimento e solução nutritiva.

Análise dos dados

As análises de variância (ANOVA) dos resultados observados para a remoção de N e P da água dos viveiros tratada por sistema hidropônico foram realizadas segundo um Delineamento Inteiramente Casualizado com quatro tratamentos em esquema fatorial 2 x 2, constituído por dois tipos de plantas (alface ou agrião) e por adição ou não de solução nutritiva, em triplicata. Quando houve diferenças significativas entre os tratamentos as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Os dados foram analisados pelo programa Statistical Analyses System (SAS) v.9.

Resultados

Em relação aos teores de nutrientes, constatou-se uma melhoria na qualidade da água após servir o sistema hidropônico (Tabela 2). Os valores médios de PT durante o experimento sofreram reduções significativas ($P < 0,05$) após atravessarem o sistema hidropônico com a adição de solução nutritiva, em relação às plantas que não receberam solução nutritiva. Não houve efeito das plantas (alface ou agrião) na remoção de NT e PT da água dos viveiros tratadas por sistema hidropônico durante o período de coleta (Tabela 2). Pode-se observar também que não houve integração entre planta e solução nutritiva ($P > 0,05$)

Tabela 2 – Análise de variância e médias das cargas de Nitrogênio Total (NT) e Fósforo Total (PT) da água pós sistema hidropônico de alface ou agrião, com ou sem adição de solução nutritiva durante o experimento.

Estatística		Variáveis	
Plantas	Solução nutritiva	NT (mg/dia)	PT (mg/dia)
<i>Médias dos efeitos principais</i>			
Alface		+ 31,0 ± 148,7	- 53,2 ± 50,9
Agrião		- 189,8 ± 183,3	- 25,6 ± 39,3
	Sem	- 82,0 ± 145,1	- 7,8 ± 11,2 b
	Com	- 76,8 ± 252,8	- 71,0 ± 45,4 a
<i>Valores de P (ANOVA)</i>			
Plantas		0,0669	0,1447
Solução nutritiva		0,9608	0,0061
Plantas x Solução nutritiva		0,4825	0,2131

Valores são médias dos efeitos principais ($n=3$) ± DP. Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As plantas de alface foram capazes de reduzir as cargas de NT nos primeiros quinze dias de cultivo e PT no final do ciclo do cultivo somente com a adição de solução nutritiva no canal de cultivo (Figuras 1-24).

As plantas de agrião foram mais eficientes para reduzir as cargas de NT e PT da água do berçário após servir a hidroponia do que as plantas de alface. Mesmo com a adição de solução nutritiva no canal de cultivo, o agrião foi capaz de reduzir a carga de NT e PT durante todo o ciclo produtivo da hortaliça, com exceção dos primeiros quinze dias para as cargas de PT.

Na figura 1 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quinze dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo apresentou menor valor em relação à água de entrada sofrendo uma redução de 25,5 % nos primeiros quinze dias de cultivo.

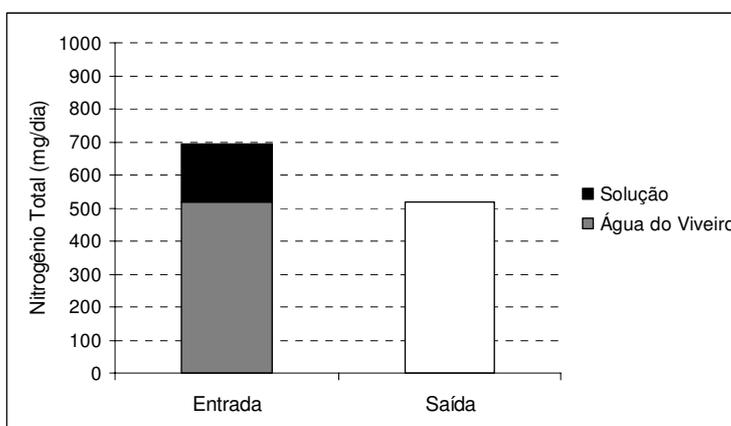


Figura 1 – Carga de NT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quinze dias após o plantio.

Na figura 2 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu um acréscimo de 27,5 % aos trinta dias de cultivo.

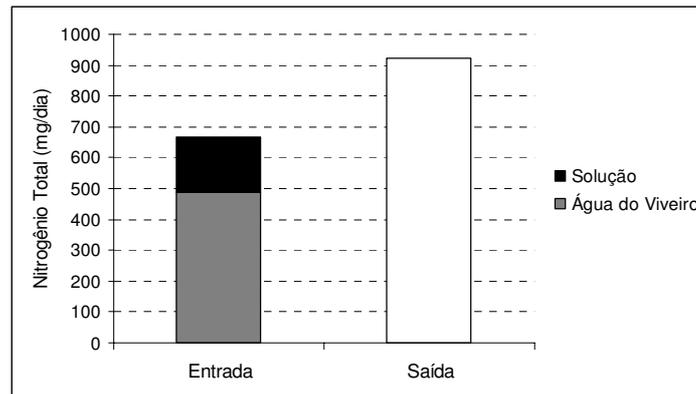


Figura 2 – Carga de NT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio.

Na figura 3 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo apresentou maior valor em relação à água de entrada sofreu um acréscimo de 16 % no final do cultivo.

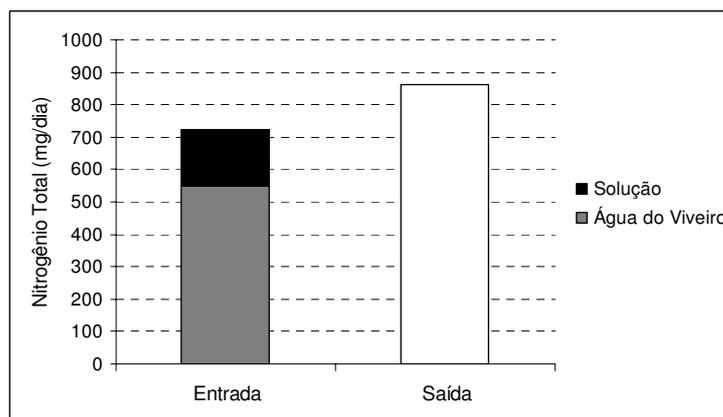


Figura 3 – Carga de NT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio.

Nas figuras 4 e 5 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quinze e trinta dias após o plantio, respectivamente. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo permaneceu praticamente o mesmo em relação à água de entrada após trinta dias de cultivo.

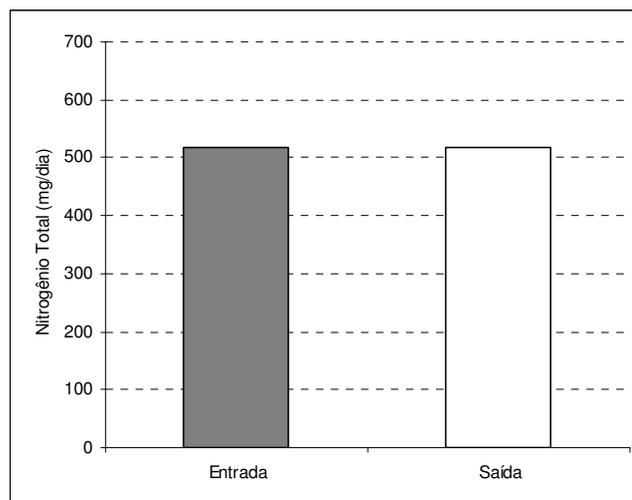


Figura 4 - Carga de NT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quinze dias após o plantio.

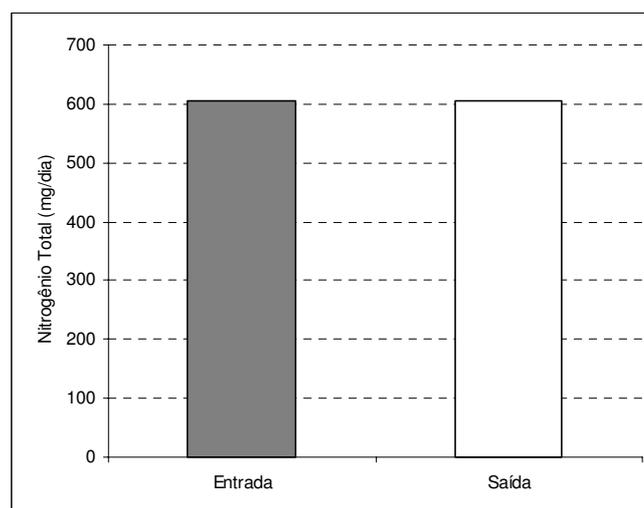


Figura 5 - Carga de NT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio.

Na figura 6 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo valor em relação à água de entrada, sofreu uma redução de 7,75 % ao final do cultivo.

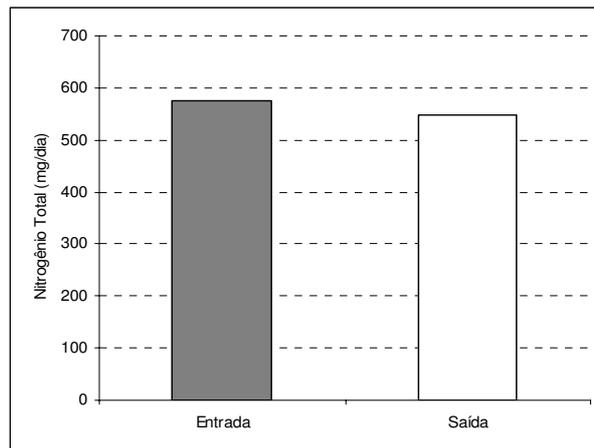


Figura 6 - Carga de NT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio.

Na figura 7 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 40,25 % nos primeiros quinze dias de cultivo.

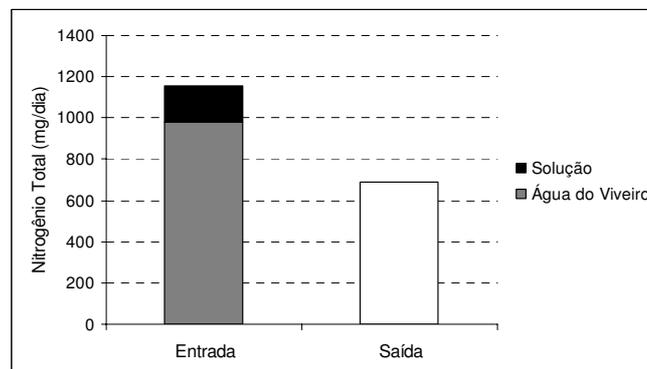


Figura 7 – Carga de NT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio.

Na figura 8 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo apresentou menor valor em relação à água de entrada sofreu uma redução de 9,25 % aos trinta dias de cultivo.

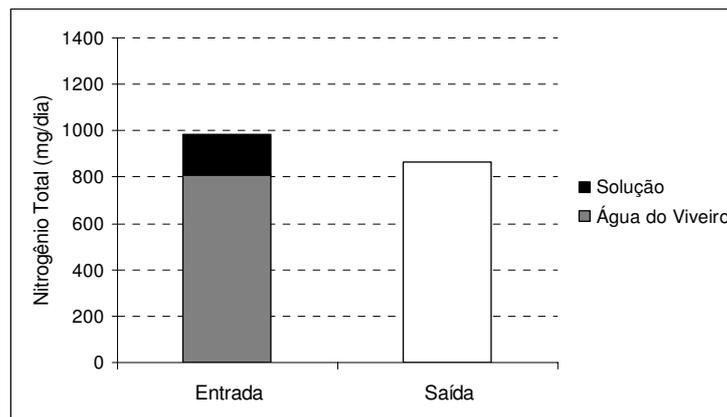


Figura 8 – Carga de NT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio.

Na figura 9 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 9,65 % ao final do cultivo.

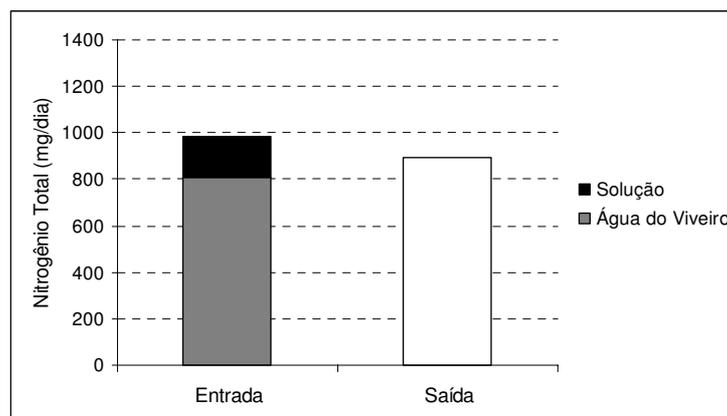


Figura 9 – Carga de NT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio.

Na figura 10 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 37,27 % na primeira quinzena de cultivo.

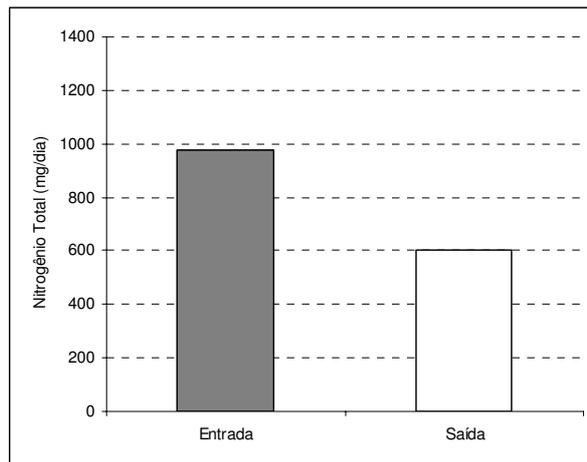


Figura 10 - Carga de NT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio.

Na figura 11 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 3,63 % aos trinta dias de cultivo.

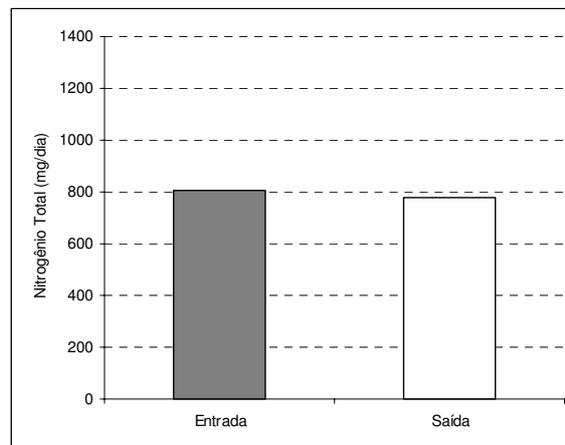


Figura 11 - Carga de NT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio.

Na figura 12 estão apresentados os valores das cargas NT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de NT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 7,75 % ao final do cultivo.

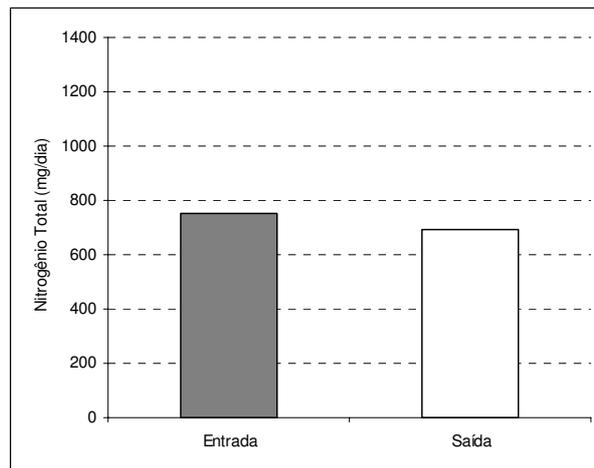


Figura 12 - Carga de NT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta dias após o plantio.

Na figura 13 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quinze dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 26,96 % na primeira quinzena de cultivo.

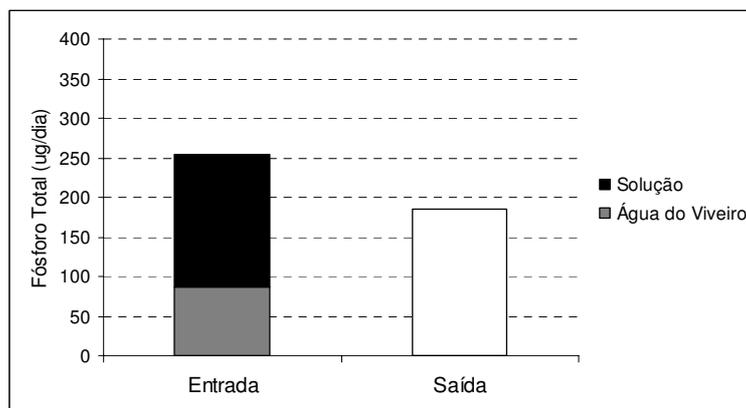


Figura 13 – Carga de PT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quinze dias após o plantio.

Na figura 14 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 21,96 % aos trinta dias de cultivo.

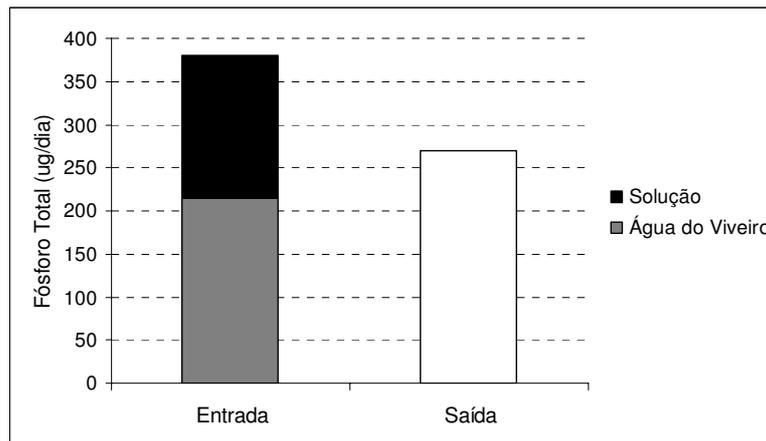


Figura 14 – Carga de PT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio.

Na figura 15 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 26,64 % ao final do cultivo.

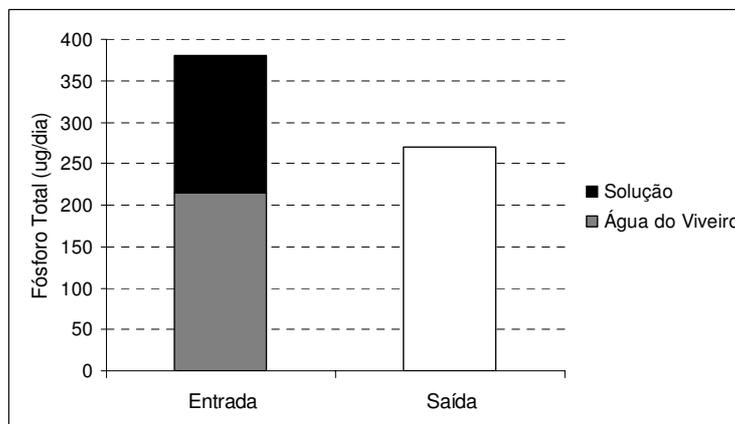


Figura 15 – Carga de PT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio.

Nas figura 16 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quinze e trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo permaneceu praticamente o mesmo em relação à água de entrada. Portanto pode-se observar que as plantas de alface não absorveram a carga de NT nos quinze primeiros dias de cultivo.

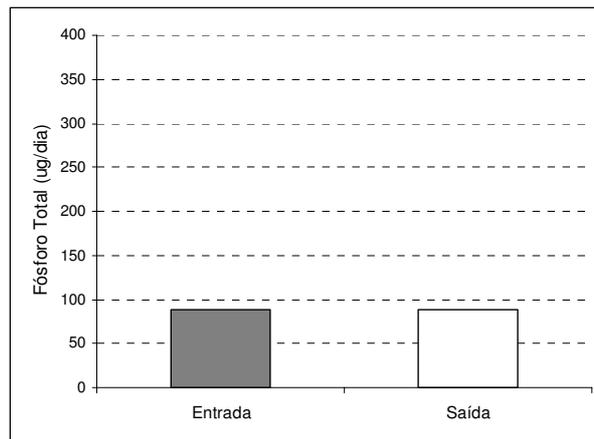


Figura 16 - Carga de PT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quinze dias após o plantio.

Na figura 17 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 13,72 % aos trinta dias de cultivo.

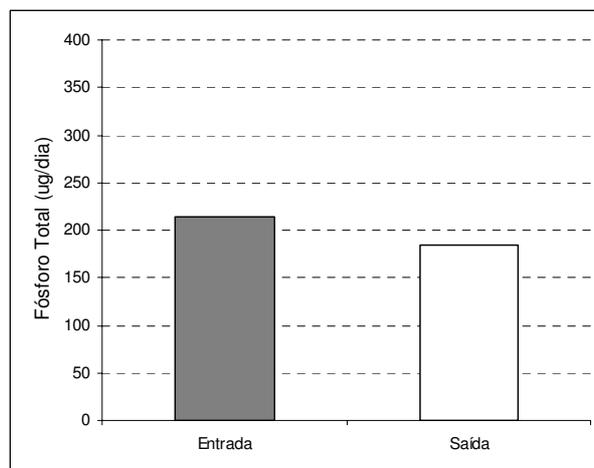


Figura 17 - Carga de PT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface trinta dias após o plantio.

Na figura 18 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída em relação à água de entrada permaneceu praticamente constante.

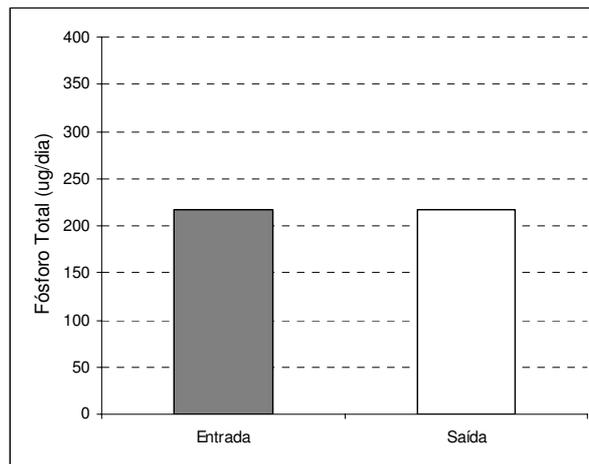


Figura 18 - Carga de PT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de alface quarenta e cinco dias após o plantio.

Na figura 19 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída em relação à água e teve um aumento de 4,80% na primeira quinzena de cultivo.

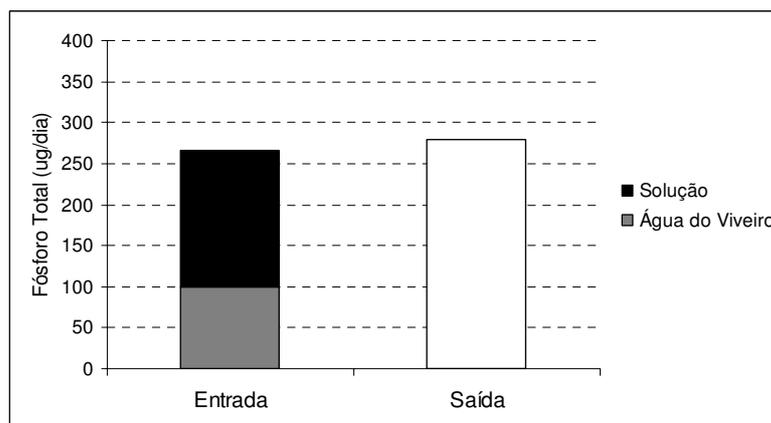


Figura 19 – Carga de PT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio.

Na figura 20 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 20,25 % aos trinta dias de cultivo.

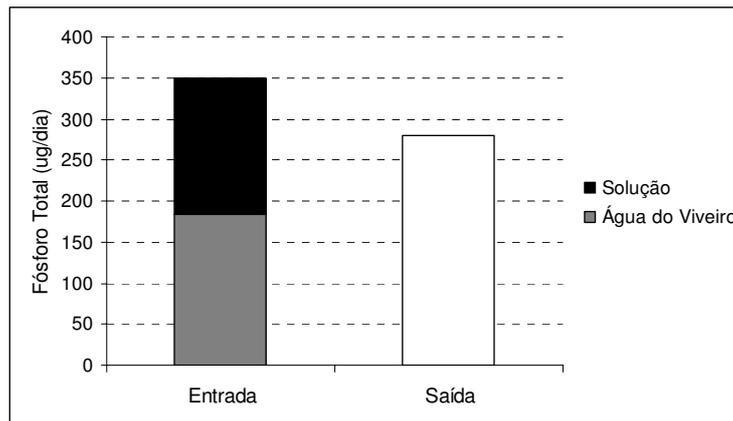


Figura 20 – Carga de PT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio.

Na figura 21 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo em relação à água de entrada sofreu uma redução de 21,95 % ao final do cultivo.

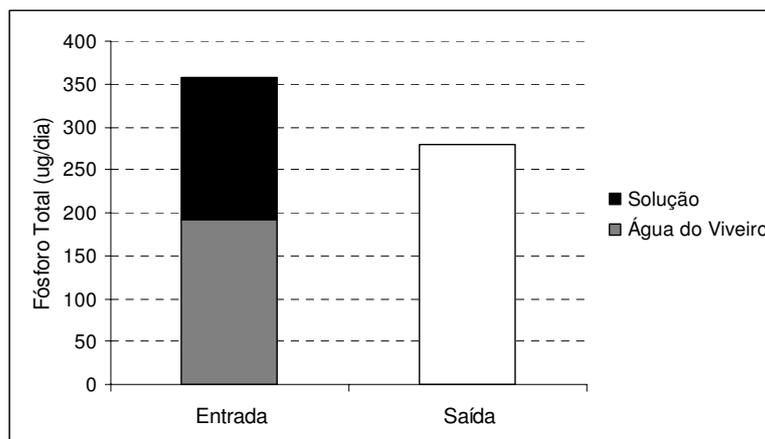


Figura 21 – Carga de PT na entrada (água do viveiro + solução nutritiva) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio.

Nas figura 22 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze e trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo permaneceu praticamente o mesmo em relação à água de entrada. Portanto pode-se observar que as plantas de agrião não absorveram a carga de NT nos quinze primeiros dias de cultivo.

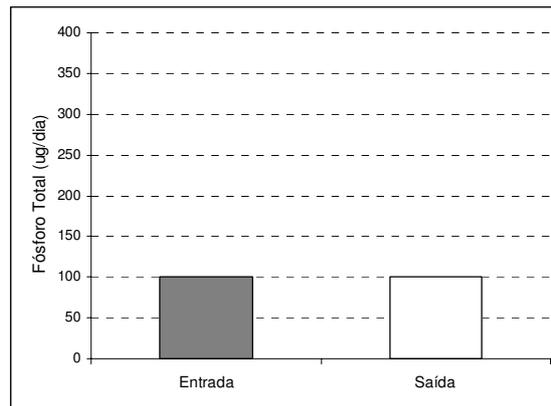


Figura 22 - Carga de PT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quinze dias após o plantio.

Na figura 23 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo apresentou menor valor em relação à água de entrada, sofreu uma ligeira redução (4,13 %) aos trinta dias de cultivo.

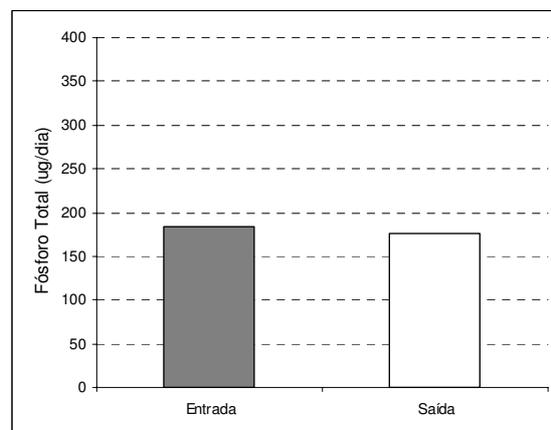


Figura 23 - Carga de PT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião trinta dias após o plantio.

Na figura 24 estão apresentados os valores das cargas PT na entrada e saída do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio. Pode-se constatar que o valor da carga de PT da saída do canal de cultivo apresentou menor valor em relação à água de entrada sofreu uma pequena redução (4,52 %) ao final do cultivo.

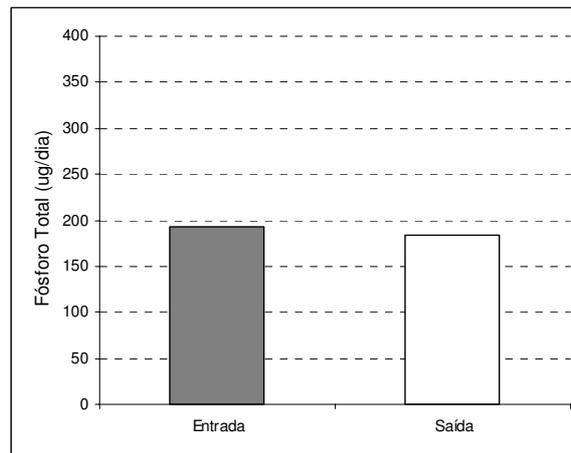


Figura 24 - Carga de PT na entrada (água do viveiro) e saída (água após servir a hidroponia) do canal de cultivo para as plantas de agrião quarenta e cinco dias após o plantio.

Discussão

O sistema hidropônico utilizado provocou aumentos de NT e PT na água utilizada no viveiro. Os aumentos deste estão relacionados à adição e solução nutritiva e não aproveitamento de parte da dieta fornecida aos camarões. De fato, uma fração da dieta consumida é eliminada como excretas ou fezes, o que proporciona a liberação de nitrogênio e fósforo na água (Sugiura et al., 1998). A dieta fornecida e não consumida sedimenta no fundo do viveiro e sofre decomposição, que promove a liberação na água de formas solúveis de N (nitrito, nitrato, amônia, aminoácidos) e P (ortofosfatos, fosfoproteínas, fosfolipídeos) (Mires, 1995).

O sistema hidropônico instalado sobre o berçário de camarão-da-amazônia utilizado no experimento apresenta capacidade de tratar o efluente de viveiros de manutenção de berçário de *M. amazonicum*, pois possibilita que as concentrações das formas de N e P e do efluente tratado (canal de cultivo) sejam iguais ou inferiores às concentrações da água do viveiro.

O cultivo hidropônico de agrião foi mais eficiente, pois foi capaz de remover parte do NT, e PT da água utilizada no canal de cultivo. O cultivo hidropônico de alface foi capaz de remover apenas as cargas de PT durante o cultivo. Este último cultivo não foi eficiente para remover a concentração de NT, pois foi observado um acréscimo deste nutriente quando se adicionou solução nutritiva e concentrações iguais deste nutriente quando não se utilizou solução nutritiva.

Os maiores valores de remoção pelo sistema de tratamento foram obtidos pelas plantas de agrião para o NT na primeira quinzena de cultivo (40,25% com adição de solução nutritiva e 37,27% pelo controle). Estes valores foram semelhantes à remoção efetuada em sistemas de tratamentos de efluentes utilizando macrófitas aquáticas em carcinicultura com exceção do sistema controle (15,0% pelo controle, 41,0% por *E.*

crassipes, 39,0% por *P. stratiotes*, 42,5% por *E. crassipes* + *P. stratiotes* e 40,1% por *P. stratiotes* + *E. crassipes*) (Henry-Silva, 2005).

Entre as cargas de PT as maiores de remoções foram obtidas pelas plantas de alfaces durante todo o cultivo (26,96% pela adição de solução nutritiva e 13,72% pelo controle). Estes valores foram inferiores a remoção efetuada por em sistemas de tratamentos de efluentes utilizando macrófitas aquáticas em viveiros de manutenção de reprodutores para esta mesma espécie (41,9% pelo controle, 71,6% por *E. crassipes*, 69,9% por *P. stratiotes*, 72,5% por *E. crassipes* + *P. stratiotes* e 72,1% por *P. stratiotes* + *E. crassipes*) (Henry-Silva, 2005).

Este sistema hidropônico removeu até 466 mg/dia de NT com plantas de agrião e 0,68 µg/dia de PT com plantas de alface. Estes valores foram inferiores a remoção efetuada em wetlands utilizadas no tratamento de efluentes de carcinicultura (4,81 g/dia para as cargas de NT e 1,40 g/dia para as cargas de PT) (Biudes, 2007).

Apesar dos resultados não ter apresentado significância (Tabela 2) para tipo de planta na remoção e N e P, pode-se observar que o agrião removeu em média 189,8 mg/dia de N enquanto que em média a alface não foi capaz de remover o N da água tratada por sistema hidropônico. A análise de variância deste parâmetro não detectou significância ($P=0,0669$), devido provavelmente, ao elevado desvio padrão entre as médias.

Os resultados de tratamento com sistema hidropônico apresentaram eficiências inferiores na redução de N e P se comparados aos tratamentos com macrófitas aquáticas. No entanto, é importante ressaltar que o berçário secundário foi realizado no período de inverno os juvenis não são alimentados com grandes quantidades de ração, sendo assim o lançamento de nutrientes nesta fase de cultivo foi menor se confrontados com a fase de crescimento final e manutenção de reprodutores. Portanto pode-se afirmar, que o

sistema de tratamento por hidroponia de alface e agrião foram capazes de reduzir teores de N e P da água de criação do berçário secundário de camarão-da-amazônia.

Conclusões

O cultivo hidropônico de agrião removeu os nutrientes do sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia, possibilitando que as concentrações de NT da água pós sistema hidropônico fossem menores do que as da água do viveiro durante os período do experimento;

A adição de solução nutritiva no cultivo hidropônico de alface e agrião permitiu um maior decréscimo de PT pelas plantas em relação aos tratamentos sem adição de solução nutritiva;

O cultivo hidropônico de alface e agrião removeu apenas parte da concentração de PT adicionado por meio de gotejamento de solução nutritiva, deixando a água pós sistema hidropônico com maior concentração de PT em relação a água do viveiro;

As plantas de alface e agrião removeram maior concentração de NT nos primeiros quinze dias de cultivo.

Referências bibliográficas

BIUDES, J. F. V. 2007. Uso de wetlands construídas no tratamento de efluentes de Carcinicultura. Tese (doutorado). Centro de Aqüicultura da Unesp. Jaboticabal, SP 103f.

GRAVES, C. J. 1983. The nutrient film technique. In: JANICK, J., ed. Horticultural Reviews. Westport, Connecticut, The AVI Publishing, v.5, cap.1, p 1-44.

HENRY-SILVA, G. G. 2005. Tratamento de efluentes de carcinicultura por macrófitas aquáticas, interações ecológicas e valor nutritivo da biomassa vegetal para tilápia do nilo. (Tese: Doutorado). Centro de Aqüicultura da Unesp, Jaboticabal-SP, 132f.

LEWIS, W. M., YOPP, J. H., SCHRAMM, JR, H. L. BRANDERBURG, A. M. 1978. Use of hidroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. Transactions of American Fisheries Society. v.107, n.1, p.92-99.

MIRES, D. 1995. Aquaculture and the aquatic environment: mutual impact and preventive management. The Israeli Journal of Aquaculture, Bamidgeh, v.3-4, n. 47, p 163-172.

QUILLERÉ, I., ROUX, L., MARIE, D., ROUX, Y., GOSSE, F., MOROT-GAUDRY, J. F. 1995. An artificial productive ecosystem based on a fish/bacteria/plant association. 2. Performance. Agriculture, Ecosystems and Environment.v.53, p.19-30.

RAKOCY, J. E. 1992. Waste management in integrate recirculating systems. Kingshill: University of the Virgin Islands Agricultural Experiment Station, 1992. 23p.

RAKOCY, J. E., HARGREAVES, J. A., BAILEY, D.S. 1993 a. Nutrients accumulation in a recirculating aquaculture system intregated with hydroponic vegetable production. In: Techniques For Modern Aquacultural – Aquacultural Engineerring Conference, Spokane. Proceedings... ASAE, 1993. p. 148-158.

RAKOCY, J. E., HARGREAVES, J. A. 1993 b. Integration of vegetable hydrpaponics with fish culture: a review. In: Techniques For Modern Aquacultural – Aquacultural Engineerring Conference, Spokane. Proceedings... ASAE, 1993. p. 112-136.

SEAWRIGHT, D. E., STICKNEY, R. R., WALKER, R. B. 1998. Nutrient dynamics in integrated aquaculture-hydroponics systems. *Aquaculture*, v. 160, p.215-237.

SUGIURA, S.H.; DONG, F. M.; RATHBONE, C. K. e HARD, R. W. 1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*, 159: 177-202.

CAPÍTULO IV – APROVEITAMENTO DO EFLUENTE DO BERÇÁRIO SECUNDÁRIO DO CAMARÃO-DA-AMAZÔNIA COM ADIÇÃO DE SOLUÇÃO NUTRITIVA PARA PRODUÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E AGRIÃO (*Rorippa nasturtium aquaticum*) HIDROPÔNICO.

Resumo - O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de aproveitamento do efluente do berçário de camarão-da-amazônia e a necessidade de suplementação nutritiva para o cultivo hidropônico do agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) e alface (*Lactuca sativa* L.). O experimento foi desenvolvido no Setor de Carcinicultura do Centro de Aqüicultura da UNESP – Jaboticabal, SP, durante o período de inverno. Três viveiros utilizados como berçário secundário de camarões-da-amazônia (*Macrobrachium amazonicum*) foram aproveitados para a montagem das bancadas hidropônicas, no interior de um ambiente protegido. Cada bancada continham seis canais de cultivo feitos em tubos de PVC de 4” de diâmetro e 6 m de comprimento, cortados longitudinalmente e espaçados em 30 cm. Foi utilizado o sistema hidropônico “Nutrient Film Thecnic”, no qual a água dos berçários de camarão era bombeada e permanecia nos canais hidropônicos durante intervalos de 15 minutos pré-determinados através de um temporizador, e após isso, retornavam para os viveiros. As mudas de alface e agrião foram transplantadas para o sistema com 25 dias após a semeadura e permaneceram por 45 dias até serem colhidas. Foram testados cinco tratamentos com seis repetições, para avaliar os efeitos da solução nutritiva na fitomassa das plantas produzida (Tratamentos: T - Testemunho; DP- Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG- Duas pulverizações semanais com gotejamento; UP -Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG- Uma pulverizações semanais sem gotejamento). A análise (ANOVA) dos valores médios fitomassa fresca e seca das folhas

do agrião demonstrou que o tratamento UPG proporcionou maior valor de matéria fresca e seca da plantas em relação aos demais tratamentos e as plantas atingiram o peso comercial em qualquer tratamento. Para as plantas de alface as análises apresentaram diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados com exceção da fitomassa fresca da raiz. Os resultados mostraram que as plantas que receberam duas pulverizações semanais com gotejamento (DPG) apresentaram aumento na produção total, mas as plantas não atingiram o peso comercial.

Palavras-chave: *Rorippa nasturtium aquaticum*, *Lactuca sativa*, aquaponia, solução nutritiva, efluente, *Macrobrachium amazonicum*.

Abstract

The objective this work was to evaluate the potential of exploitation of effluent of *Macrobrachium amazonicum* nursery and nutritional necessity for the of the watercress (*Rorippa nasturtium aquaticum*) and lettuce (*Lactuca sativa* L.) on hydroponics culture. The experiment was developed in the Setor de Carcinicultura do Centro de Aquicultura da UNESP - Jaboticabal, SP, in winter. Three ponds nursery were used was to install for hydroponics systems. The systems contained six culture canals of made PVC. Was used the hydroponics system "Nutrient Film Thecnic", in which the water of the nurseries was pumped and remained in the hydroponics canals during intervals of 15 minutes daily pay-definitive through a timer, and after this, returned for the nursery. The lettuce and watercress were planted for the system with 25 days after the sowing and had remained per 45 days until being harvested. Five treatments with six repetitions were tested, to evaluate the effect of the nutritional solution in on the plants produced (Treatments: T - Control; DP - Two sprayings without dripping to week; DPG - Two sprayings with dripping to week; UP - A spraying without dripping to week; UPG- sprayings without dripping to week). The analysis (ANOVA) of the average values cool and dries of the watercress demonstrates that UPG greater value of cool substance and dries of the plants in relation too many treatments and the plants had reached the commercial weight in any treatment. For lettuce the analyses had presented significant differences for all the parameters evaluated with exception of cool of the root. The results showed that the plants that had received two weekly sprayings with dripping (DPG) had presented increase in the total production, but the plants had not reached the commercial weight.

Keywords: *Rorippa nasturtium aquaticum*, *Lactuca sativa*, aquaponic.

Introdução

A aquaponia é o sistema de produção de peixes em cativeiro integrado com a hidroponia, de forma que haja benefícios para ambos (Rakocy et al., 2004). De acordo com Diver (2006) esta atividade está ganhando atenção como um sistema biointegrado de produção de alimentos e que poderia ser realizados em sistemas de circulação fechados. Entre as vantagens da aquaponia, incluem-se o prolongado reuso da água e a integração dos sistemas de produção de organismos aquáticos e plantas que permite uma diminuição dos custos (Alder *et al.* 2000) e melhora a rentabilidade dos sistemas de aqüicultura.

Cortez (1999) em um estudo sobre cultivo de alface hidropônica associado à criação de matrinxãs (*Brycon cephalus*), afirmou que a produção e a qualidade deste vegetal foram semelhantes aos valores obtidos na hidroponia convencional. O autor relatou também, que o sistema tornou-se viável desde que se adotou a complementação mineral, principalmente de potássio e magnésio para o pleno desenvolvimento da planta.

Estudos desenvolvidos nos Estados Unidos (Rakocy et al., 1993) e na Europa (Quilleré *et al.*, 1995) indicam a possibilidade da piscicultura intensiva em pequenos tanques, associados ao cultivo de vegetais na hidroponia. Esta integração procura permitir a utilização, pelas plantas, dos resíduos (excrementos de peixes e sobras de alimentos) no efluente, sendo uma forma de melhorar a qualidade da água.

Neste trabalho foi utilizado o sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia integrado à hidroponia de alface e agrião. Esta integração visa combinar a produção de alimentos, minimizando o uso de fertilizantes e o melhor aproveitamento da água, os quais são os fatores mais limitantes ao processo produtivo em diversas regiões.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no Setor de Carcinicultura pertencente ao Centro de Aqüicultura da UNESP, Campus de Jaboticabal, cujas coordenadas são 21°15' de latitude sul e 48°18' de longitude oeste, com uma altitude média de 590 m, durante o período de inverno (06 de junho a 06 de setembro de 2005).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi construído um ambiente protegido sobre três viveiros, os quais juntos compõem o sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia e serão chamados apenas de viveiros 1, 2 e 3 . Sobre estes viveiros foram construídas as bancadas de hidropônicas (Figura 1 e 2).



Figura 1 – Montagem das bancada de cultivo hidropônico dentro do viveiro berçário.



Figura 2 - Hidroponia de alface e agrião sobre o berçário secundário de camarão-da-amazônia.

O croqui da área experimental do sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia associado a hidroponia está representado na Figura 3.

O seqüenciamento das atividades foi a seguinte:

- Construção do ambiente protegido sobre o sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia nos viveiros 1, 2 e 3 (Figura 2).
- Construção da estrutura hidropônica nos viveiros (Figura 1),
- Abastecimento dos viveiros.
- Povoamento dos viveiros com juvenis I de camarão-da-amazônia (80 juvenis/m²).
- Transplante das mudas de alface e agrião nos canais de cultivo.



Figura 3 – Croqui da área experimental do sistema de berçário secundário sob ambiente protegido.

Estrutura hidropônica:

As bancadas hidropônicas foram construídas sobre os viveiros 1, 2 e 3 em ferro do tipo metalão, com 6,0 m de comprimento, 2,0 m de largura e 1,5 m de altura.

Os canais de cultivos foram confeccionados a partir de tubos de P.V.C. de 4 polegadas (0,1 m), com 6 m de comprimento cortados longitudinalmente e colocados sobre as bancadas espaçados de 0,3 m. Ao longo dos canais de cultivo foram colocadas placas de P.V.C. de 0,005 m de espessura e 0,1 m de largura, perfuradas a cada 0,3 m em orifícios circulares de 2" (0,05 m), definindo-se assim o espaçamento da cultura de 0,3 m (espaçamento entre canais) por 0,3 m (espaçamento entre orifícios) ao longo do canal.

Utilizou-se nesta pesquisa o sistema hidropônico NFT (Nutrient Film Thecnic) (Graves, 1983), no qual a solução nutritiva, e neste caso, a água do viveiro, percorre o sistema radicular das plantas em tempos pré-determinados, alternando os períodos de nutrição e de aeração das raízes para as realizações de suas funções vitais.

A circulação da solução nutritiva nos canais de cultivo foi possível pela instalação de um conjunto moto-bomba da marca ANAUGGER (Figura 4) com vazão de 500 a 1500L.h⁻¹ e regulada para fornecer uma vazão de 4L.min⁻¹ por canal, portanto para cada bancada a vazão utilizada foi de 24L.min⁻¹. Para o sistema NFT, a capacidade de vazão foi dimensionada de acordo com o número de canais que foram irrigados (seis em cada bancada).



Figura 4 - Conjunto de moto-bomba ANAUGGER.

Para acionar o conjunto moto-bomba foi utilizado um programador de tempo da marca COHEL que propiciava a circulação da solução nutritiva a intervalos regulares de 15 minutos.

Os tratamentos estudados foram assim definidos:

T - Testemunha, sem pulverização e sem gotejamento da solução nutritiva;

DP - Duas pulverizações semanais e sem gotejamento da solução nutritiva;

DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento da solução nutritiva;

UP - Uma pulverização semanal e sem gotejamento da solução nutritiva;

UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento da solução nutritiva,.

A solução nutritiva utilizada para pulverizações e ou gotejamento foi formulada a partir dos nutrientes e quantidades apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Nutrientes utilizados para a formulação da solução nutritiva utilizada no cultivo hidropônico de alface e agrião.

Adubos	Quantidade g/200L
Nitrato de cálcio (CaNO ₃)	150
Nitrato de potássio (KNO ₃)	100
Mono Amônio fosfato (MAP)	36
Sulfato de Magnésio (MgSO ₄)	80
Sulfato de Manganês (MnSO ₄)	100
Sulfato de Cobre (CuSO ₄)	100
Sulfato de Zinco (ZnSO ₄)	100
Molibdênio (Mo)	100
Ferro (Fe)	7

Para os tratamentos com gotejamento foi colocada uma garrafa PET de 2,0 L em três canais de cultivo e com um mecanismo de regulação de vazão do tipo hospitalar (Figura 5). Para a aplicação da solução nutritiva, regulou-se a vazão para a aplicação do volume ao longo do dia, sendo abastecida para uma ou duas aplicações por semana, dependendo do tratamento, ou seja, nos tratamentos DPG e UPG.



Figura 5 - Garrafa Pet com regulador de vazão (tipo hospitalar) para a aplicação da solução nutritiva por gotejamento.

Para os tratamentos com pulverização utilizou-se uma bomba costal que era abastecida com 12 litros e com a mesma solução nutritiva descrita na Tabela 1. Este

volume era aplicado sobre as plantas em função dos tratamentos, ou seja, nos DP, DPG, UP, e UPG, sendo duas aplicações semanais no DP e DPG e uma no UP e UPG.

Foram cultivadas 120 plantas por bancada. Em todos os canais de cultivo circulava água dos viveiros que após serem bombeadas pelo conjunto moto-bomba retornavam ao mesmo viveiro por gravidade, pois as bancadas foram instaladas com 2% de declividade, entre o ponto de entrada da solução nutritiva e o de drenagem.

Produção da alface e agrião.

As mudas de alface da variedade Vera (*Lactuca sativa* L.), e agrião (*Rorippa nasturtium aquaticum*) foram produzidas no Setor de Horticultura do Colégio Técnico Agrícola da UNESP, Campus de Jaboticabal, em sistema hidropônico com bandejas de poliestireno. Para o preenchimento das células foi utilizado um substrato comercial, no qual foi colocada uma semente, coberta posteriormente por vermiculita. Após 25 dias, as mudas foram transplantadas para as bancadas de cultivo onde permaneceram por 45 dias, completado este período as plantas foram colhidas e avaliadas quanto:

- a) Número de folhas,
- b) Peso fresco e seco da fitomassa da parte aérea (folhas e talos),
- c) Peso fresco e seco da fitomassa das raízes.

Para a avaliação dos itens b e c foi utilizada uma balança eletrônica da marca LIDER com precisão de 0,01g. As plantas após serem colhidas, o número de folhas determinados e separadas a parte aérea e raízes foram pesadas para a determinação do peso da fitomassa fresca. Em seguida, estas partes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e colocadas em estufas de aeração forçada, com temperatura a 70°C para secagem, sendo determinado com uso da mesma balança, descrita anteriormente, o peso da fitomassa seca das partes aéreas e raízes.

Para a avaliação dos tratamentos em cultivo hidropônico da alface e do agrião foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, sendo cada planta amostrada uma repetição. Para analisar a variação da fitomassa fresca dos diferentes tratamentos foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Resultados

Desenvolvimento do agrião cultivado em condições hidropônicas integrado ao berçário secundário de camarão-da-amazônia.

Observou-se que o tratamento (UPG) apresentou maiores valores médios de fitomassa fresca para planta inteira, talo e folhas do agrião (Tabela 2), porém não diferiu estatisticamente do tratamento (DPG) para planta inteira e folha. Em geral o tratamento (UPG) também apresentou um aumento nos valores médios de fitomassa fresca para raiz, entretanto não foi estatisticamente diferente dos tratamentos do T, DPG e UP, provavelmente devido ao alto coeficiente de variação destes resultados.

Tabelas 2 - Médias dos pesos Fitomassas Frescas (FF) das plantas inteira, raízes, talos e folhas avaliadas para o agrião

Estatística	Parâmetros			
	FF Planta (g)	FF Raiz (g)	FF Talo (g)	FF Folha (g)
T	314,2 ± 77,2 b	95,4 ± 40,1 ab	94,7 ± 14,0 b	112,0 ± 22,4 b
DP	299,0 ± 51,1 b	59,4 ± 6,3 b	109,0 ± 24,2 b	109,8 ± 19,5 b
DPG	371,5 ± 80,5 ab	136,3 ± 28,5 a	103,1 ± 14,2 b	121,4 ± 32,9 ab
UP	320,3 ± 127,4 b	138,3 ± 63,3 a	74,8 ± 33,1 b	104,8 ± 39,8 b
UPG	504,7 ± 130,4 a	160,8 ± 57,4 a	160,7 ± 40,9 a	170,4 ± 46,9 a
<i>Coeficiente de Variação (%)</i>				
	27,1	38,2	25,2	27,4
<i>Análise de Variância: Valores de P</i>				
	0,0077	0,0052	0,0002	0,0160

Tratamentos: T-Sem pulverização sem gotejamento; DP-Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG-Duas pulverizações semanais com gotejamento; UP-Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG-Uma pulverizações semanais com gotejamento.

Valores são Médias ± Desvio Padrão

Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A análise dos valores médios da fitomassa fresca e seca das folhas do agrião está apresentada na Figura 6, a qual demonstra que o UPG apresentou maior valor de matéria fresca e seca da plantas em relação aos demais tratamentos. Os valores médios da fitomassa fresca variaram de 104,8 a 170,5 g e da fitomassa seca oscilou entre 7,2 e 11,6 g nos cinco tratamentos testados.

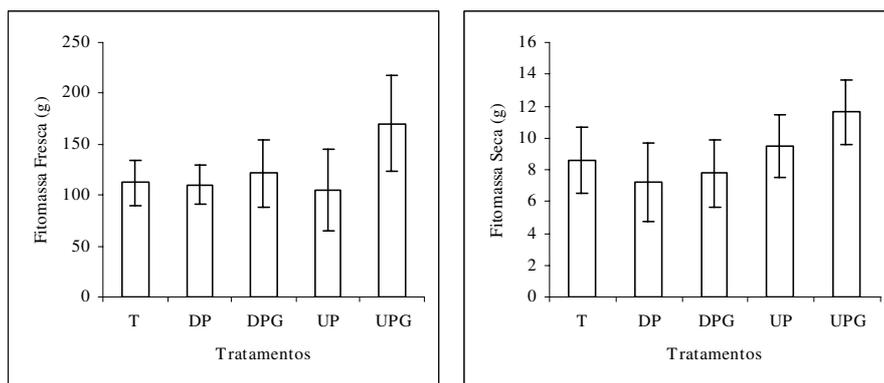


Figura 6 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca das folhas das plantas de agrião em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

As análises dos valores de fitomassa fresca e seca da raiz do agrião estão apresentadas na Figura 7, a qual demonstra que o UPG foi que apresentou maior valor de matéria fresca e o DPG apresentou uma elevação da matéria seca da plantas em relação aos demais tratamentos. Os valores médios da fitomassa fresca variaram de 59,4 a 160,8 g e os da fitomassa seca oscilaram entre 4,3 e 6,9 g.

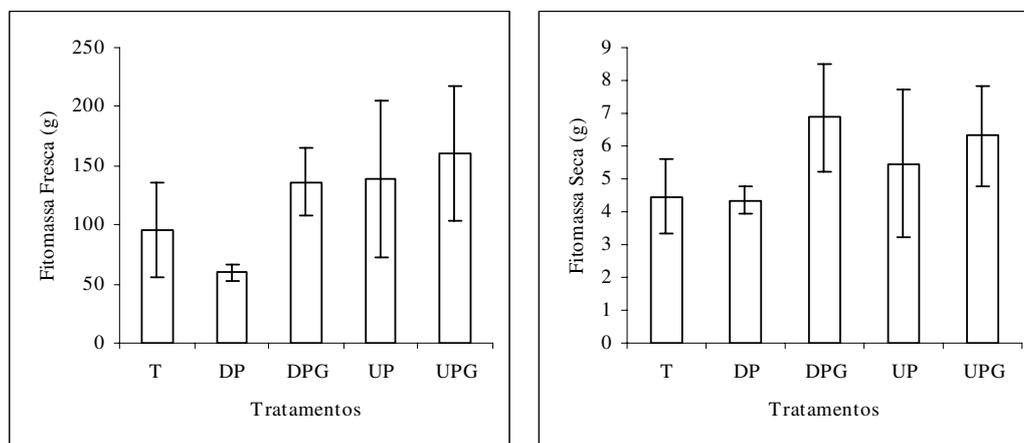


Figura 7 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca da raiz das plantas de agrião em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios da fitomassa fresca e seca do talo das plantas de agrião estão apresentados na Figura 8, a qual mostra que o UPG foi o que apresentou maior valor de matéria fresca e seca das plantas em relação aos demais tratamentos. Os valores médios da fitomassa fresca variaram de 74,8 a 160,7 g e os da fitomassa seca oscilaram entre 5,0 e 8,6 g nos cinco tratamentos testados.

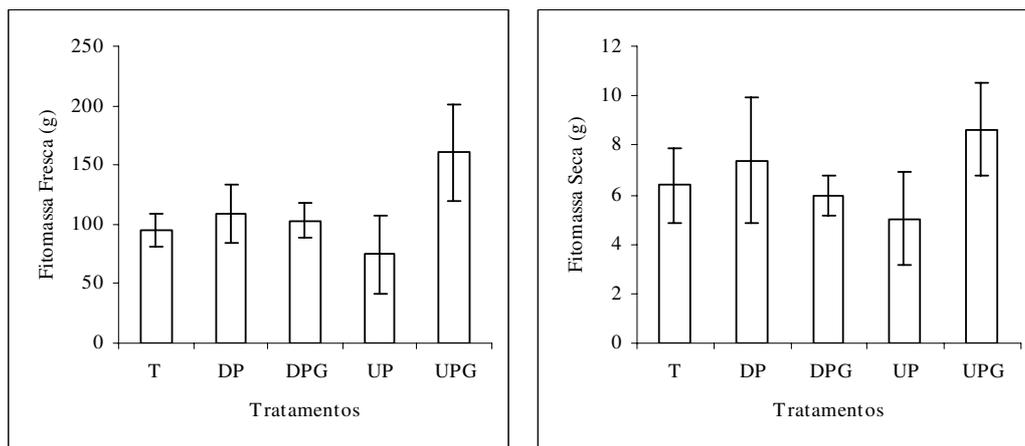


Figura 8 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca do talo do agrião nos diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios do número de folhas do agrião estão apresentados na Figura 9, o qual demonstra que o UPG foi que apresentou maior número de folhas em relação aos demais tratamentos. O número de folhas variou de 562 a 768 entre os tratamentos testados.

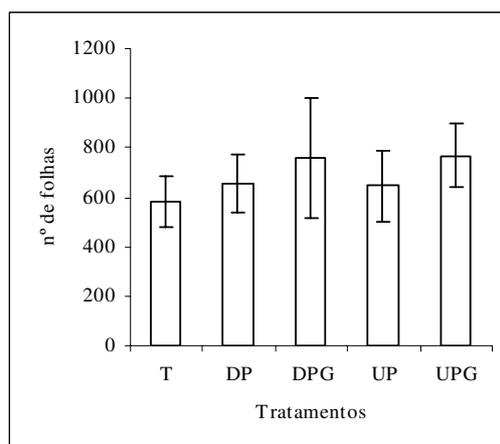


Figura 9 – Valores médios e desvio padrão do número de folhas das plantas de agrião em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios da fitomassa fresca e seca do agrião (planta inteira) estão apresentados na Figura 10, a qual mostra que o UPG foi o que apresentou maior valor médio de matéria fresca e seca das plantas em relação aos outros tratamentos. Os valores médios da fitomassa fresca variaram de 299,1 a 504,8 gramas e da fitomassa seca oscilou entre 18,9 e 26,6 gramas nos cinco tratamentos testados.

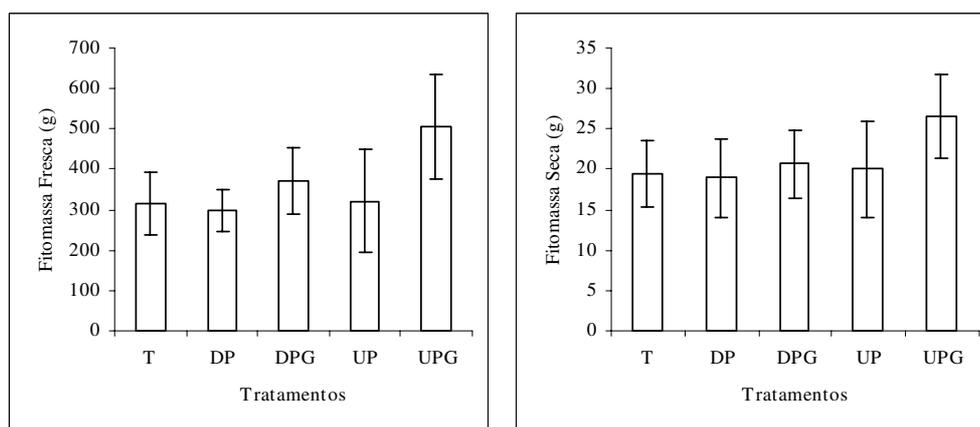


Figura 10 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca das plantas de agrião (planta inteira) em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

O peso médio da fitomassa fresca das folhas e talos das plantas de agrião (parte comercializada) está apresentado na Tabela 3. Esta duas partes juntas pesaram entre 206,7 a 331,3 g nos cinco tratamentos estudados. Pode-se observar que o agrião atingiu a faixa ideal de comercialização em todos os tratamentos. Inclusive no tratamento testemunho (T), onde não houve adição de solução nutritiva.

Tabela 3 – Valores médios da Fitomassa fresca das folhas e talos, as quais juntas correspondem às partes comercializadas do agrião (maço).

Agrião	T	DP	DPG	UP	UPG
Fitomassa fresca folhas (g)	112,0	109,8	121,5	104,8	170,5
Fitomassa fresca talos (g)	94,7	109,0	103,1	74,8	160,7
Total (g)	206,7	218,8	224,6	179,6	331,3

Desenvolvimento da alface cultivada em hidroponia integrada ao berçário secundário de camarão-da-amazônia.

A análise de variância apresentou diferenças significativas para todos os parâmetros avaliados com exceção da fitomassa fresca da raiz (Tabela 4). Os resultados mostraram que a alface que recebeu duas pulverizações semanais (DP e DPG) apresentou menor desenvolvimento do que as que receberam apenas uma pulverização igualando os resultados com o tratamento controle (T). As plantas que receberam a solução nutritiva por gotejamento (DPG e UPG), também tiveram seu desenvolvimento melhor em relação as que não receberam o gotejamento (DP e UP) dentro dos tratamentos de pulverização.

O tratamento DPG foi o que apresentou os melhores resultados estatisticamente ($p < 0,05$) quando comparados aos demais tratamentos para as médias da fitomassa fresca da planta inteira, talo e folhas da alface, enquanto que para a fitomassa fresca da raiz os resultados não foram estatisticamente diferentes (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias do peso das Fitomassas Frescas (FF) das plantas inteira, raízes, talos e folhas avaliadas para a alface.

Estatística	Parâmetros				
	Tratamentos	FF Planta (g)	FF Raiz (g)	FF Talo (g)	FF Folha (g)
T		43,8 ± 9,3 b	19,5 ± 4,1	2,6 ± 0,7 b	21,8 ± 5,7 b
DP		60,2 ± 20,1 b	31,0 ± 19,3	2,7 ± 0,7 b	25,8 ± 2,6 b
DPG		94,9 ± 26,3 a	28,9 ± 6,5	6,3 ± 2,5 a	59,9 ± 19,0 a
UP		36,3 ± 7,2 b	16,4 ± 1,6	2,3 ± 0,6 b	17,8 ± 4,9 b
UPG		44,8 ± 5,2 b	21,0 ± 2,8	2,1 ± 0,3 b	21,6 ± 2,5 b
Coeficiente de Variação (%)		28,3	40,3	39,0	31,7
Análise de Variância: Valores de P		< 0,0001	0,0561	< 0,0001	< 0,0001

Tratamentos: T - Sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas pulverizações semanais com gotejamento. UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverizações semanais com gotejamento;

Valores são Médias ± Desvio Padrão

Médias seguidas com letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os valores médios da fitomassa fresca e seca das folhas das plantas de alface estão apresentados na Figura 11 a qual mostra que o DPG apresentou um aumento da matéria fresca e seca das plantas. Os valores da fitomassa fresca variaram de 17,9 a 59,9 gramas e a fitomassa seca oscilou entre 2,0 e 3,1 gramas nos cinco tratamentos testados.

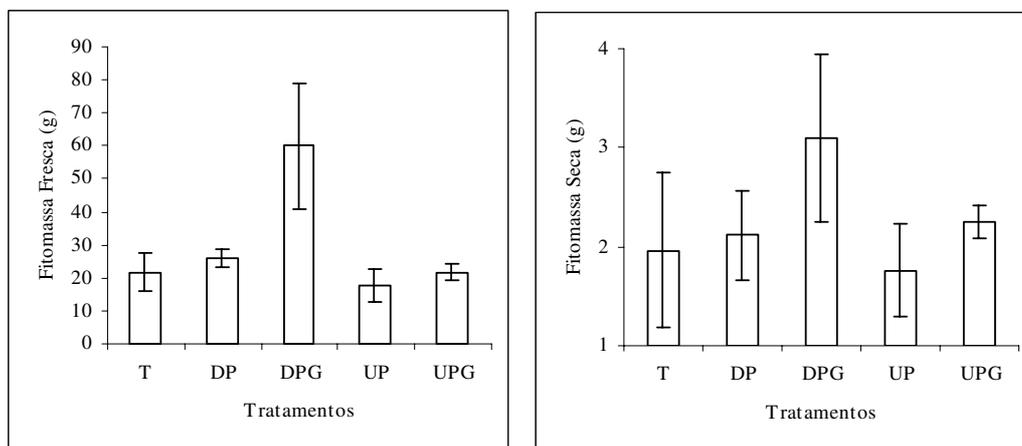


Figura 11 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca das folhas da alface em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios da fitomassa fresca e seca da raiz da alface estão apresentados na Figura 12, a qual mostra que o DP apresentou uma elevação da matéria fresca e o DPG apresentou um acréscimo da matéria seca das plantas em relação aos outros tratamentos. Os valores da fitomassa fresca variaram de 16,4 a 31,0 gramas e a fitomassa seca oscilou entre 1,2 e 2,4 gramas nos cinco tratamentos testados.

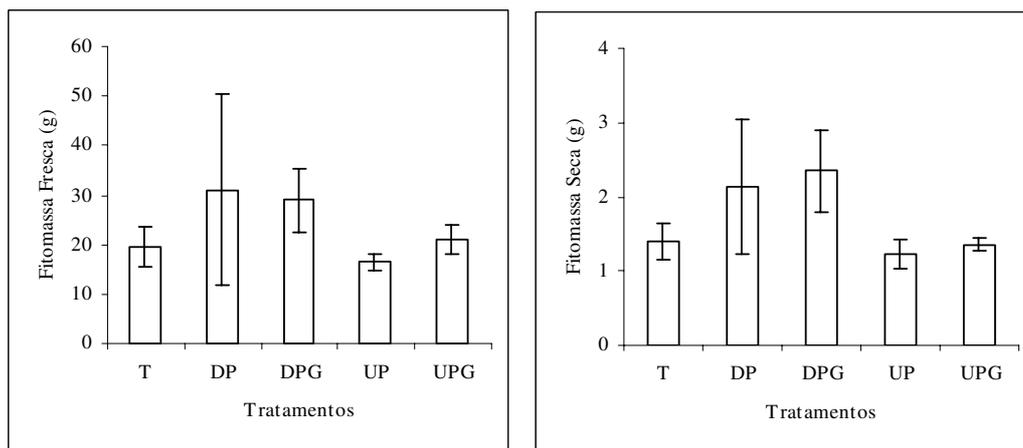


Figura 12 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca da raiz da alface em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios da fitomassa fresca e seca do talo das plantas de alface estão apresentados na Figura 13, a qual mostra que o DPG foi o que apresentou maior valor de matéria fresca e seca da plantas em relação aos outros tratamentos. Os valores médios da fitomassa fresca variaram de 2,2 a 59,9 gramas e da fitomassa seca oscilaram entre 0,3 e 0,6 gramas nos cinco tratamentos testados.

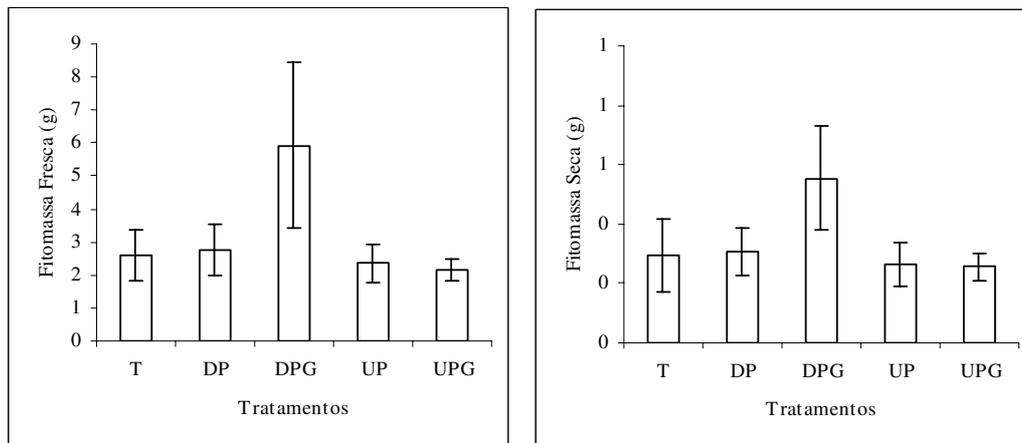


Figura 13 - Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca do talo da alface em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios do número de folhas da alface estão apresentados na Figura 14, a qual mostra que o DPG apresentou um maior número médio de folhas das plantas, seguidamente dos tratamentos UPG, um DP e UP. O número de folhas variou entre os tratamentos de 13 a 18.

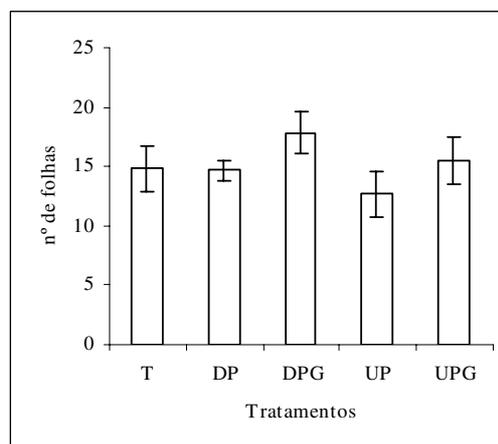


Figura 14 – Valores médios e desvio padrão do número de folhas da alface em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios da fitomassa fresca e seca da alface (planta inteira) estão apresentados na Figura 15, a qual mostra que o tratamento DPG foi o mais eficiente para a cultura, pois apresentou um aumento nos valores médios de matéria fresca e seca das plantas. Os valores da fitomassa fresca variaram de 36,4 a 95,0 gramas e a fitomassa seca oscilou entre 3,2 e 6,0 gramas nos cinco tratamentos testados.

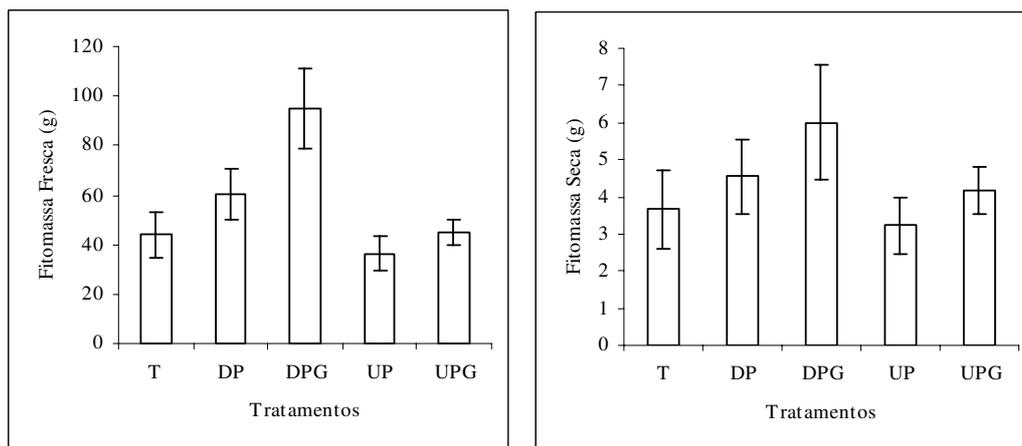


Figura 15 – Valores médios e desvio padrão da fitomassa fresca e seca da alface (planta inteira) em diferentes tratamentos (T - Testemunha, sem pulverização sem gotejamento; DP - Duas pulverizações semanais sem gotejamento; DPG - Duas Pulverizações semanais e com gotejamento; UP - Uma pulverização semanal sem gotejamento; UPG - Uma pulverização semanal e com gotejamento).

Os valores médios dos parâmetros avaliados no experimento com alface mostram resultados diferentes entre os tratamentos estudados. É possível notar que o DPG (duas Pulverizações semanais e com gotejamento) mostrou um aumento da produção total, com um valor médio da planta inteira de 95g.

Discussão

O clima também influencia a produção de hortaliças. No verão as chuvas demasiadas danificam as hortaliças e criam condições favoráveis para o aparecimento de doenças. Por outro lado, o frio e o vento do inverno acabam prolongando o ciclo das hortaliças (Purquerio & Tivelli, 2007). Durante o experimento não foi observado nenhum tipo de doença nas plantas e o ciclo foi considerado normal, em torno de 45 dias.

De acordo com Bernardes (1997) um maço de alface produzido no sistema de hidroponia convencional, em espaçamento 0,27 x 0,27m deve atingir um peso de 250 a 300g aos 40-45 dias, para a obtenção de um bom retorno econômico. No experimento realizado a alface da variedade Vera não atingiu esta faixa ideal para a comercialização. Foram obtidos valores médios de 95g mesmo usando a solução nutritiva. Comparando outros sistemas integrados com piscicultura, a produção obtida neste experimento não pode ser considerada boa, pois Rakocy et al., (1989) obtiveram valores médios variando de 98 a 131 g, em um período de 42 dias. Cortez et al., (2000) testando duas soluções nutritivas, obtiveram um peso médio de 388g para o cultivar Verônica e 441g para a cultivar Tainá, em um período de 52 dias. Já Parker *et al.* (1990), sem a adoção de complementação mineral, obtiveram um peso médio de 50g por planta, que também não foi satisfatório.

Cortez (1999) ainda relata ter conseguido uma variação do número médio de folhas entre 17 e 39 para a alface cultivada pelo sistema integrado de hidroponia e criação de peixes. Neste experimento o número de folhas de alface oscilou entre 13 e 18.

O agrião pode ser colhido após 70 a 75 dias da sementeira. Suas folhas são cortadas com 10 cm de rama, pois cada planta admite até quatro cortes (Fazendeiro

2007). O maço desta hortaliça é comercializado na faixa de 120 a 400g (CEAGSP, 2007). O peso médio da fitomassa fresca das folhas e talos juntos (parte comercializada do agrião) observado foi 216,5g, 169,5g; 252,8g; 243,2g; 331,3g para os T, DP, DPG, UP e UPG respectivamente. No experimento realizado o agrião atingiu a faixa ideal de comercialização em todos os tratamentos. Inclusive no tratamento testemunho (T), onde não houve adição de solução nutritiva. Portanto pode-se relatar que é possível a utilização das águas servidas do berçário secundário de camarão-da-amazônia para a nutrição da hidroponia de agrião sem a suplementação nutritiva sob ambiente protegido.

A variação nos valores de peso médio das plantas de alface e agrião verificado entre os sistemas integrados pode estar relacionada a fatores como qualidade e quantidade de alimento fornecido aos juvenis de camarão durante o período de berçário secundário, uso ou não de suplementação mineral para o cultivo hidropônico, além das condições de temperatura e fotoperíodo da região de produção.

Conclusões

A água residual do sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia foi suficiente para atender a demanda do agrião por nutrientes.

A suplementação mineral, aplicada no agrião, via foliar e/ou por gotejamento, acresceu a fitomassa fresca da planta, e conseqüentemente aumentou a produção. Mas não foi necessária a suplementação para se conseguir o peso comercial desta hortaliça.

As plantas de alface produzida no mesmo sistema hidropônico obtiveram valores médios inferiores se comparados ao cultivo hidropônico convencional com uso de solução nutritiva. Para uma melhor produtividade talvez fosse necessário à utilização de uma maior quantidade de suplementação mineral.

Referências bibliográficas

ADLER, PR; HARPER, JK; WADE, EM; TAKEDA, F; SUMMERFELT, ST. 2000. Economic Analysis of an Aquaponic System for the Integrated Production of Rainbow Trout and Plants. International Journal of Recirculating Aquaculture, v. 1.

BERNARDES, L. J. L. 1997. Hidroponia alface: uma história de sucesso. Charqueada. Estação Experimental de Hidroponia. 130p.

CEAGESP. 2007. Cotações de verduras. Disponível em: www.ceagesp.gov.br/cotacoes/. Acesso em 21 de fevereiro de 2007.

CORTEZ, G. E. P. 1999. Cultivo de alface por hidroponia associado à criação de peixes. (Tese: Doutorado), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Jaboticabal, SP. 96f.

CORTEZ, G. E. P.; ARAUJO, J. A. C.; BERLLINGIERI, P. A. 2000. Cultivo de alface em hidroponia associado à criação de peixes. I. Qualidade da água. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 2000, São Pedro. Horticultura Brasileira. Brasília. v. 18. p. 192-193.

DIVER, S. 2006. Aquaponics - Integration of Hydroponics with Aquaculture. . ATTRA - National Sustainable Agriculture Information Service. 28p.

FAZENDEIRO 2007. Guia de produção. Horticultura e Olericultura. Disponível em: <http://clubedofazendeiro.com.br/GuiaProd/> . Acesso em 16 de fevereiro de 2007.

GRAVES, C. J. 1983. The nutrient film technique. In: JANICK, J., ed. Horticultural Reviews. Westport, Connecticut, The AVI Publishing, v.5, cap.1, p 1-44.

PARKER, D.; ANOUT, A.; DICKENSON, G. 1990. Experimental results integrated fish/plant production system. Tucson: University of Arizona. Environmental Research Laboratory, report 34-90. 12p.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. 2007. Manejo do ambiente em cultivo protegido. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/tecnologias/MANEJO_Cultivo_Protegido, acesso em 23 de fevereiro de 2007.

QUILLERÉ, I., ROUX, L., MARIE, D., ROUX, Y., GOSSE, F., MOROT-GAUDRY, J. F. 1995. An artificial productive ecosystem based on a fish/bacteria/plant association. 2. Performance. Agriculture, Ecosystems and Environment.v.53, p19-30.

RAKOCY, J. E., HARGREAVES, J. A., BAILEY, D. S. 1989. Effects of hydroponics vegetable production on water quality in a closed recirculating system. Journal World Aquaculture Society. v.20, n.3, p.64A.

RAKOCY, J. E., HARGREAVES, J. A., BAILEY, D.S. 1993. Nutrients accumulation in a recirculating aquaculture system integrated with hydroponic vegetable production. In: TECHNIQUES FOR MODERN AQUACULTURAL – AQUACULTURAL.

RAKOCY, J. E., SHULTZ, R. C., BAILEY, D. S.; THOMAN, E. S. 2004. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. Acta Horticulturae (ISHS) 648:63-69 (http://www.actahort.org/books/648/648_8.htm).

WILLEY, R. W. 1979. Intercropping – its importance and research needs. Part – Competition and yield advantage. Field Crops Abstracts, Wallingford, v.32, n.2, p. 1-10.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho levam a concluir que:

Foi possível a realização do berçário secundário do camarão-da-amazônia sob ambiente protegido durante o período de inverno na região de Jaboticabal, SP, pois o ambiente protegido eleva a temperatura mínima e máxima da água do sistema integrado de berçário do camarão-da-amazônia *Macrobrachium amazonicum*;

O berçário secundário praticado sobre ambiente protegido foi uma experiência positiva, pois os juvenis demonstraram ganho de peso, sobrevivência e conversão alimentar aparente apropriada durante a maioria do período do experimento;

A água, após abastecer o sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia, apresentou alterações nos valores médios das variáveis físico-químicas;

Houve um aumento nos valores de condutividade elétrica, turbidez, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, fósforo total, fósforo dissolvido e fósforo-ortofosfato e uma redução nos valores de pH, oxigênio dissolvido, material em suspensão e clorofila-a no efluente, indicando que a atividade do berçário secundário do camarão-da-amazônia piorou a qualidade ecológica da água dos viveiros, após quarenta e cinco dias de cultivo;

O cultivo hidropônico de agrião removeu os nutrientes do sistema de berçário secundário do camarão-da-amazônia, possibilitando que as concentrações de NT da água pós sistema hidropônico fossem menores do que as da água do viveiro durante os período do experimento;

A adição de solução nutritiva no cultivo hidropônico de alface e agrião permitiu um maior decréscimo de PT pelas plantas em relação aos tratamentos sem adição de solução nutritiva;

O cultivo hidropônico de alface e agrião removeu apenas parte da concentração de PT adicionado por meio de gotejamento de solução nutritiva, deixando a água pós sistema hidropônico com maior concentração de PT em relação a água do viveiro;

As plantas de alface e agrião removeram maior concentração de NT nos primeiros quinze dias de cultivo;

A água residual do sistema de berçário secundário de camarão-da-amazônia foi suficiente para atender a demanda do agrião por nutrientes;

A suplementação mineral, aplicada no agrião, via foliar e/ou por gotejamento, acresceu a fitomassa fresca da planta, e conseqüentemente aumentou a produção. Mas não foi necessária a suplementação para se conseguir o peso comercial desta hortaliça;

As plantas de alface produzida no mesmo sistema hidropônico obtiveram valores médios inferiores se comparados ao cultivo hidropônico convencional com uso de solução nutritiva. Para uma melhor produtividade talvez fosse necessário à utilização de uma maior quantidade de suplementação mineral.

Levando em conta estas considerações, pode-se inferir que sistema integrado do berçário secundário do camarão-da-amazônia com o cultivo hidropônico de hortaliças foi uma atividade positiva, mas são necessários estudos mais aprofundados para melhorar seus resultados e avaliar a viabilidade econômica de desta integração.