

# Níveis de vitamina E e de selênio para pós-larvas de *Macrobrachium amazonicum*

Fernanda Garcia Sampaio, Geisa Karine Kleemann, Marcelo Vinícius de Carmo e Sá, Alexandra da Silva Pereira, Margarida Maria Barros e Luiz Edivaldo Pezzato\*

Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, FMVZ, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu, C.P. 560, 18618-000, Botucatu, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: [epezzato@fca.unesp.br](mailto:epezzato@fca.unesp.br)

**RESUMO.** Esta pesquisa teve por objetivo determinar os melhores níveis dietários de vitamina E e de selênio para pós-larvas do camarão amazônico, *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea). Nesse sentido, pós-larvas com peso médio de 280mg e comprimento médio de 20,60mm foram mantidas em 28 aquários de 12L dotados de sistema de recirculação de água e de controle automático de temperatura, submetidas à esquema fatorial 3x2, em um delineamento inteiramente casualizado, com 1 tratamento adicional, totalizando 4 repetições por tratamento. As pós-larvas foram alimentadas com rações purificadas à base de albumina e de gelatina, contendo 3 níveis de vitamina E (100mg/kg, 200mg/kg e 400,00mg/kg), 2 níveis de selênio (0,50mg/kg e 1mg/kg) e 1 tratamento adicional (sem suplementação de selênio e de vitamina E). Após 30 dias, avaliou-se o ganho de peso, a conversão alimentar aparente, a taxa de sobrevivência e a concentração de selênio no filé. Observou-se que: 200mg de vitamina E/kg e 0,50mg de selênio/kg proporcionam melhores respostas de ganho de peso e de conversão alimentar aparente; 100mg de vitamina E/kg e 0,50mg de selênio/kg proporcionam melhor taxa de sobrevivência e, 200mg de vitamina E/kg e 1mg de selênio/kg proporcionam maior concentração de selênio no filé. Com base nesses resultados, recomenda-se 200mg de vitamina E/kg e 0,50mg de selênio/kg de ração, na alimentação de pós-larvas de camarão amazônico, de modo a proporcionar melhores resultados quanto ao desempenho produtivo.

**Palavras-chave:** camarão amazônico, antioxidantes, vitamina, mineral, dieta purificada, desempenho.

**ABSTRACT. Dietary level of vitamin E and selenium on diets for post larvae of *Macrobrachium amazonicum*.** The objective of this study was to determine the best dietary level of vitamin E and selenium on diets for Amazon prawn, *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea). Thus, post-larvae of 280mg average weight and 20.60mm average length were kept in 28 aquaria (12.00L) supplied with water. They were maintained in automatic control of temperature, in a completely randomized factorial experiment 3x2 design, plus an additional treatment, with four replications each treatment. The post-larvae were fed with purified diets supplemented with three vitamin E levels (100.00; 200.00 and 400.00mg/kg), two levels of selenium (0.50 and 1.00mg/kg) and an additional treatment (without vitamin E and selenium supplementation). After 30 days, the weight gain, apparent feed conversion, survival rate and muscle selenium concentration were evaluated. results indicated that diets supplemented with 200.00mg of vitamin E/kg and 0.50 selenium/kg provided the best weight gain and apparent feed conversion; 100.00mg of vitamin E/kg and 0.50mg of selenium/kg supplementation provided the best survival rate; and diets supplemented with 200.00mg of vitamin E/kg and 1.00mg of selenium/kg determined the highest muscle selenium concentration. The results indicated that diets supplemented with 200.00mg of vitamin E/kg and 0.50 selenium/kg can be recommended in diets to post larvae of Amazon prawn.

**Key words:** Amazon prawn, antioxidant, vitamin, mineral, purified diet, performance.

## Introdução

A produção mundial de rações para organismos aquáticos, estimada no ano de 1998 em 12,30 milhões de toneladas, correspondeu a aproximadamente 5% da produção mundial de rações, sendo que 14,10% foram destinados ao cultivo de camarões. Embora esses dados pareçam expressivos, vale ressaltar que a indústria de rações para a aquíicultura é relativamente jovem, além de, o conhecimento das exigências

nutricionais da maior parte das espécies aquáticas ser limitado, comparado às aves e a outros animais domésticos (Waldige, 2003). O maior custo da cadeia produtiva da carcinicultura é dependente da alimentação, dessa forma, a adequada formulação e o balanceamento das rações são indispensáveis para o sucesso dessa atividade (D'Abramo e Sheen, 1994).

Os camarões de água doce do gênero *Macrobrachium* apresentam considerável importância

econômica e ecológica, sendo bastante utilizados como fonte de proteína animal na dieta humana (Valenti, 1993). O camarão amazônico (*Macrobrachium amazonicum*) é o principal camarão de água doce explorado comercialmente no Brasil, pescado artesanalmente na região amazônica, com destaque para os estados do Pará e do Amapá (Odinetz-Collart, 1987).

Estudos sobre a nutrição de camarões revelaram que as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K são essenciais para a saúde e para as funções vitais do organismo animal, como o crescimento e a reprodução (New, 1976; Conklin, 1983; Kanazawa, 1985). Entretanto existem poucas informações sobre a importância dessas vitaminas na alimentação de camarões. As vitaminas lipossolúveis são normalmente armazenadas quando a inclusão na dieta excede as necessidades metabólicas. Nessa situação, animais podem acumular uma quantidade de vitamina nos tecidos que geram condição de toxicidade, por isso a necessidade da determinação dos níveis adequados de inclusão desses nutrientes na dieta (NRC, 1987).

Dentre os micronutrientes, a vitamina E é o mais importante antioxidante metabólico presente na membrana celular, protegendo-a da oxidação de ácidos graxos e do colesterol, além de diminuir ou inibir a produção e a ação dos radicais livres; enquanto o selênio é componente da metaloenzima glutathione peroxidase (GSH-Px), a qual, no citosol, catalisa as reações de conversão do peróxido de hidrogênio à água, destruindo os peróxidos formados (Noguchi, 1973). Como o efeito da vitamina E sobre a formação de peróxidos é limitado primariamente à membrana, tanto o selênio quanto a vitamina E parecem ser necessários à eliminação eficiente dos peróxidos. Esses dois nutrientes conjuntamente constituem os principais agentes antioxidantes no organismo (Devlin, 1998).

Segundo Harper (1973), o selênio não pode proteger os componentes teciduais ou celulares que apresentem baixa concentração da enzima glutathione peroxidase. No entanto, esses podem ser protegidos pela vitamina E, que atua como antioxidante por diferentes mecanismos, o qual não necessita da glutathione peroxidase. Segundo Watanabe et al. (1997), o selênio também apresenta a função de proteção contra a toxicidade de metais pesados, como o mercúrio e o cádmio.

A vitamina E apresenta-se na dieta como uma mistura de vários compostos estreitamente relacionados, chamados tocoferóis, sendo o  $\alpha$ -tocoferol o mais potente. O DL- $\alpha$ -tocoferol acetato é a forma sintética de vitamina E mais comumente utilizada na nutrição animal (NRC, 1983). Após a hidrólise desse éster, o  $\alpha$ -tocoferol é absorvido ao longo do intestino com a gordura da dieta (Bjørneboe,

1990).

O selênio está presente em vários ingredientes, e existem diversos compostos considerados fontes de suplementação desse mineral. O selenito e selenato são fontes inorgânicas de selênio, enquanto que o S-metionina, o Se-cistina e o Se-cisteína são compostos orgânicos desse mineral. Geralmente as dietas práticas, contendo acima de 15% de farinha de peixe, apresentam concentrações adequadas de selênio, não necessitando de suplementação. No entanto rações formuladas predominantemente com produtos de origem vegetal necessitam de suplementação desse mineral (Wang, 1997).

Viehoever e Cohen (1983) demonstraram que a vitamina E é exigida pelo crustáceo *Daphnia magna* para o crescimento normal, a regularidade da função ovariana, a atividade reprodutiva e a sobrevivência. He (1991) observou que o *Penaeus vannamei* apresentou redução do ganho de peso e altas taxas de mortalidade quando alimentados com ração deficiente em vitamina E, comparando-se ao tratamento suplementado com 1600mg de vitamina E/kg de ração, indicando a essencialidade da vitamina E para o crescimento adequado e a sobrevivência.

Gimenez (1998) avaliou a suplementação de 0mg, 100mg, 600mg e 1500mg de vitamina E/kg de ração e de 16mg de BHT/kg de ração para o camarão da Argentina (*Pleoticus muelleri*), não encontrando diferença quanto ao ganho de peso e à taxa de sobrevivência. Corbin (1993) recomendou para a fase de crescimento final do *Macrobrachium rosebergii* a inclusão de 4,10mg de vitamina E e de 0,10mg de selenito de sódio/kg de ração. Conklin (1997) relatou que a exigência de vitamina E para crustáceos é de aproximadamente 100mg/kg de ração, valor significativamente menor que os 300mg de vitamina E/kg de ração proposto por Akiyama (1992) para dietas comerciais.

Em zooplânctons dafnia, a deficiência de selênio resultou na deformação da cutícula. Na presença de níveis ideais de zinco, 1 ppb de selênio foi adequado para o crescimento normal da dafnia (Keating e Dagbusan 1984). Entretanto, na ausência de zinco, 5 ppb de selênio foram exigidos para eliminar os sintomas de deficiência desse mineral (Keating e Caffrey, 1989). Davis (1990) relatou máximo crescimento de juvenis de *P. vannamei*, quando alimentados com dieta purificada contendo 0,20mg de Se/kg e que, devido ao efeito tóxico, a suplementação de selênio acima de 0,30mg/kg deve ser evitada.

Desse modo, o objetivo desta pesquisa foi avaliar diferentes níveis de suplementação de vitamina E e de selênio, bem como o sinergismo entre esses dois nutrientes, por meio de análises de desempenho produtivo e de concentração de selênio no filé de pós-larvas de camarão amazônico *Macrobrachium amazonicum*.

## Material e métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (AquaNutri), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual Paulista (Unesp), campus de Botucatu, laboratório associado ao Caunesp, Estado de São Paulo.

Foram utilizadas 168 pós-larvas de camarão amazônico, com peso e comprimento médio de 280mg e de 20,60mm, respectivamente, produzidos no Setor de Carcinicultura do Caunesp, Campus de Jaboticabal, São Paulo. As pós-larvas foram distribuídas em 28 aquários com capacidade de 12L cada um, em uma densidade de 6 indivíduos por aquário. Os aquários, abastecidos com sistema de recirculação de água, biofiltro e aquecedores, controlados por termostato digital, mantiveram a temperatura da água a 27°C.

As dietas purificadas (Tabela 1) à base de albumina e de gelatina, foram formuladas para apresentar 32% de proteína digestível e 3200 kcal de energia digestível/kg. No sentido de retratarem os 7 tratamentos, essas foram suplementadas de forma a apresentarem 3 níveis de vitamina E (100mg/kg,

200mg/kg e 400mg/kg de ração), 2 níveis de selênio (0,50mg/kg e 1mg/kg de ração) e 1 tratamento adicional, caracterizado pela ausência de suplementação de vitamina E e de selênio (Tabela 2). A fonte suplementar de vitamina E utilizada foi o DL- $\alpha$ -tocoferol, com atividade de 50% de vitamina E, enquanto para a suplementação de selênio utilizou-se o selenito de sódio, com 45% de atividade de selênio.

**Tabela 1.** Composição percentual da dieta.

| Ingrediente                                    | %      |
|------------------------------------------------|--------|
| Albumina                                       | 32,00  |
| Gelatina                                       | 7,70   |
| Amido de milho                                 | 44,18  |
| Óleo de soja                                   | 6,00   |
| $\alpha$ - celulose <sup>(1)</sup>             | 6,00   |
| Fosfato bicálcico                              | 3,00   |
| Suplemento mineral e vitamínico <sup>(2)</sup> | 0,50   |
| BHT <sup>(3)</sup>                             | 0,02   |
| Sal comum                                      | 0,50   |
| Total                                          | 100,00 |

<sup>1</sup> $\alpha$ -celulose: energia bruta = 3658,86 kcal/kg; proteína bruta = 1,80%; fibra bruta = 72,91%; cálcio = 0,28% e fósforo total = 0,08%; <sup>2</sup> Suplemento mineral e vitamínico (Supremais): níveis de garantia por kg do produto: Vit. A = 1200.000UI; vit. D3 = 200.000UI; vit. E = 12.000mg; vit. K3 = 2.400mg; vit. B1 = 4.800mg; vit. B2 = 4.800mg; vit. B6 = 4.000mg; vit. B12 = 4.800mg; ác. fólico = 1.200mg; pantotenato de Ca = 12.000mg; vitamina C = 48.000mg; biotina = 48mg; colina = 65.000mg; niacina = 24.000mg; ferro = 10.000mg; cobre = 600mg; manganês = 4.000mg; zinco = 6.000mg; iodo = 20mg; cobalto = 2mg e selênio = 20mg; <sup>3</sup>Butil Hidroxi Tolueno.

**Tabela 2.** Composição percentual e químico-bromatológico dos tratamentos experimentais.

| Ingredientes                           | 0,00mg Se <sup>a</sup><br>0,00mg<br>Vit E <sup>b</sup> | 0,50mg Se<br>100,00mg<br>Vit E | 0,50mg Se<br>200,00mg<br>Vit E | 0,50mg Se<br>400,00mg<br>Vit E | 1,00mg Se<br>100,00mg<br>Vit E | 1,00mg Se<br>200,00mg<br>Vit E | 1,00mg Se<br>400,00mg<br>Vit E |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Albumina                               | 32,11                                                  | 32,11                          | 32,11                          | 32,11                          | 32,11                          | 32,11                          | 32,11                          |
| Gelatina                               | 7,70                                                   | 7,70                           | 7,70                           | 7,70                           | 7,70                           | 7,70                           | 7,70                           |
| Amido de Milho                         | 44,16                                                  | 44,14                          | 44,12                          | 44,08                          | 44,14                          | 44,12                          | 44,08                          |
| Celulose                               | 6,00                                                   | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           |
| Óleo de soja                           | 6,00                                                   | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           | 6,00                           |
| Fosfato bicálcico                      | 3,00                                                   | 3,00                           | 3,00                           | 3,00                           | 3,00                           | 3,00                           | 3,00                           |
| Supl vitam/min <sup>(1)</sup>          | 0,50                                                   | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           |
| Cloreto de sódio                       | 0,50                                                   | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           | 0,50                           |
| Antioxidante (BHT)                     | 0,02                                                   | 0,02                           | 0,02                           | 0,02                           | 0,02                           | 0,02                           | 0,02                           |
| DL- $\alpha$ -tocoferol <sup>(2)</sup> | 0,00                                                   | 0,02                           | 0,04                           | 0,08                           | 0,02                           | 0,04                           | 0,08                           |
| Selenito de sódio <sup>(3)</sup>       | 0,00                                                   | 0,00011                        | 0,00011                        | 0,00011                        | 0,00022                        | 0,00022                        | 0,00022                        |
| Total                                  | 100,00                                                 | 100,00                         | 100,00                         | 100,00                         | 100,00                         | 100,00                         | 100,00                         |
| ED (kcal/kg) <sup>(4)</sup>            | 3023                                                   | 3157                           | 3089                           | 3170                           | 3056                           | 3078                           | 3153                           |
| Proteína Bruta(%)                      | 32,06                                                  | 31,88                          | 31,91                          | 32,83                          | 31,72                          | 31,68                          | 32,06                          |
| Proteína Digestível(%)                 | 29,13                                                  | 29,11                          | 29,72                          | 30,26                          | 29,36                          | 28,92                          | 29,12                          |
| Selênio (mg/kg)                        | 0,11                                                   | 1,48                           | 1,67                           | 1,70                           | 1,54                           | 1,70                           | 1,71                           |
| Vitamina E (mg/kg)                     | *nd                                                    | 47,00                          | 180,00                         | 166,00                         | 58,00                          | 102,00                         | 172,00                         |

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral: níveis de garantia por kg de premix SUPRE MAIS Produtos bioquímicos LTDA: ácido fólico 1200mg; pantotenato de cálcio 12000mg; vit B 4800mg; vit. B<sub>2</sub> 4800mg; vit B<sub>6</sub> 4800mg; vit. B<sub>12</sub> 4800mg; niacina 24000mg; vit. A 1200000UI; vit. K 2400mg; vit D<sub>3</sub> 200000UI; vit C 48000mg; cobalto 2mg; cobre 600mg; ferro 10000mg; iodo 20mg; manganês 4000mg; zinco 6000mg; selênio e vitamina E ausentes. <sup>2</sup>Níveis adequados à pesquisa. <sup>3</sup>DL- $\alpha$ -tocoferol (50% ativo); <sup>4</sup>Selenito de sódio (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) (45% ativo), <sup>5</sup>Energia Digestível (kcal/ED/kg); \*nd = não detectado. <sup>a</sup>Selênio; <sup>b</sup> Vitamina E.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 3x2, com 1 tratamento adicional, totalizando 7 tratamentos, com 4 repetições cada. As análises químicas dos ingredientes e das dietas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/Unesp, campus de Botucatu, Estado de São Paulo. A determinação das concentrações de selênio nas rações e nos filés, por espectrofotometria de absorção atômica, foi feita no Laboratório de Química do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, campus de Botucatu, Estado de São Paulo.

Os ingredientes foram moídos, pesados, homogeneizados em misturador automático e extrusados em equipamento próprio para dietas purificadas (*Ação Científica*). Após a extrusão, os grânulos foram secos a 55°C, fracionados de forma a apresentarem diâmetro de 1mm e armazenados a -18°C.

As dietas foram fornecidas *ad libitum*, 4 vezes ao dia, às 8h, às 12h, às 14h e às 18h. Registrou-se diariamente a temperatura da água e, semanalmente, determinou-se os níveis de oxigênio dissolvido. Os aquários foram periodicamente submetidos à limpeza, tendo as excretas retidas dos aquários e as eventuais

sobras de alimentos foram eliminadas mediante sifonagem. Ao final de 30 dias, foram determinados o ganho de peso, a conversão alimentar aparente, a taxa de sobrevivência e a concentração de selênio do filé. O ganho de peso foi avaliado com base na biomassa total de cada aquário.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), para experimento em arranjo fatorial, utilizando-se do programa estatístico SAS (SAS, 1995). Os valores das variáveis em porcentagem foram transformados pela expressão  $y = \sqrt{x}$ , sendo x o valor da variável expresso em porcentagem.

## Resultados e discussão

Os parâmetros de qualidade de água mantiveram-se estáveis e nas faixas de conforto para a espécie, segundo recomendações de Valenti (1998). Foram registradas médias para a temperatura de  $27^{\circ}\text{C} \pm 0,22^{\circ}\text{C}$  e para o oxigênio dissolvido de

$5,50\text{mg/L} \pm 0,50\text{mg/L}$ .

A Tabela 3 apresenta os resultados de ganho de peso (GP), da conversão alimentar aparente (CAA), da taxa de sobrevivência (TS) e da concentração de selênio no filé (SF) das pós-larvas do *Macrobrachium amazonicum*, arraçadas com as dietas contendo diferentes níveis de vitamina E e de selênio, por 30 dias.

Os valores médios de ganho de peso (em mg) revelaram, por meio da análise de variância (Teste F), diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. O desdobramento dos graus de liberdade dos fatores (vitamina E e selênio) revelou diferença ( $p < 0,05$ ) para o ganho de peso das pós-larvas, em função dos níveis da vitamina E das rações. Pode-se observar, ainda, diferença significativa ( $p < 0,01$ ) quanto ao ganho de peso, como o resultado dos níveis de selênio das rações. Entretanto não houve diferença ( $p > 0,05$ ) entre o tratamento de controle (ausência de suplementação de vitamina E e selênio) e os demais tratamentos.

**Tabela 3.** Ganho de peso (GP), conversão alimentar aparente (CAA), taxa de sobrevivência (TS) e concentração de selênio no filé (SF) de pós-larvas de camarão do Amazonas, *Macrobrachium amazonicum*, arraçadas com dietas contendo diferentes níveis de vitamina E e de selênio (média  $\pm$  desvio padrão).

| Tratamento           |                 | Resultado             |                    |                                          |                                     |
|----------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| Vitamina E (mg/kg)   | Selênio (mg/kg) | GP <sup>(1)</sup> (%) | CAA <sup>(2)</sup> | Taxa de Sobrevivência <sup>(3)</sup> (%) | SF (Se/filé) <sup>(4)</sup> (mg/kg) |
| 0,0                  | 0,0             | 37,50 $\pm$ 1,91      | 1,99 $\pm$ 0,13    | 58,33 $\pm$ 9,62                         | 0,22 $\pm$ 0,00                     |
| 100,0                | 0,5             | 39,75 $\pm$ 3,20      | 1,92 $\pm$ 0,04    | 70,83 $\pm$ 8,33                         | 0,21 $\pm$ 0,06                     |
| 100,0                | 1,0             | 33,25 $\pm$ 2,36      | 2,03 $\pm$ 0,19    | 58,33 $\pm$ 9,62                         | 0,20 $\pm$ 0,04                     |
| 200,0                | 0,5             | 44,00 $\pm$ 3,36      | 1,92 $\pm$ 0,19    | 50,00 $\pm$ 0,00                         | 0,20 $\pm$ 0,05                     |
| 200,0                | 1,0             | 36,50 $\pm$ 2,38      | 2,00 $\pm$ 0,05    | 41,66 $\pm$ 9,62                         | 0,27 $\pm$ 0,01                     |
| 400,0                | 0,5             | 37,00 $\pm$ 4,08      | 2,23 $\pm$ 0,31    | 66,66 $\pm$ 0,00                         | 0,18 $\pm$ 0,00                     |
| 400,0                | 1,0             | 34,25 $\pm$ 3,95      | 2,05 $\pm$ 0,11    | 58,33 $\pm$ 9,62                         | 0,15 $\pm$ 0,02                     |
| Controle x Fatores   |                 | ns                    | ns                 | ns                                       | ns                                  |
| Efeito vitamina E    |                 | ( $p < 0,05$ )        | ns                 | ( $p < 0,01$ )                           | ns                                  |
| 100,0                |                 | 36,50 ab              | 1,98               | 64,58 a                                  | 0,20                                |
| 200,0                |                 | 40,25 a               | 1,96               | 45,83 b                                  | 0,24                                |
| 400,0                |                 | 35,62 b               | 2,14               | 62,49 a                                  | 0,17                                |
| Efeito Selênio       |                 | ( $p < 0,01$ )        | ns                 | ( $p < 0,01$ )                           | ns                                  |
|                      | 0,5             | 40,25 a               | 2,03               | 62,49 a                                  | 0,20 a                              |
|                      | 1,0             | 34,67 b               | 2,03               | 52,77 b                                  | 0,20 a                              |
| Vitamina E x Selênio |                 | ns                    | ns                 | ns                                       | ns                                  |

Valores na coluna seguidos de letras iguais não diferem entre si (Tukey,  $p > 0,05$ );<sup>1</sup> GP (mg) = ganho de peso = peso final - peso inicial;<sup>2</sup> CAA = conversão alimentar aparente = ração consumida (mg) / ganho de peso (mg);<sup>3</sup> TS (%) = taxa de sobrevivência = número de indivíduos inicial - número de indivíduos final;<sup>4</sup> SF (mg/kg) = concentração de selênio no file.

Ao se comparar as médias pelo teste de Tukey, observa-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para ganho de peso quando considerados os níveis de vitamina E, sendo o pior ganho de peso para os indivíduos que receberam a dieta contendo 400mg de vitamina E/kg. Pode-se considerar que a dieta contendo 200mg de vitamina E/kg resultou em tendência de melhor ganho de peso.

Observa-se, ainda, por meio do teste de Tukey (Tabela 3), que houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) quanto ao ganho de peso, quando considerados os níveis de selênio, com pior ganho para o tratamento contendo 1mg de selênio/kg de ração. Cabe destacar que o maior ganho de peso foi proporcionado pelo tratamento cuja dieta continha 0,50mg de selênio/kg. Por outro lado, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) quanto ao ganho de peso, como resultado da

interação vitamina E *versus* selênio.

Para melhor visualizar essas diferenças, adotou-se o índice relativo de comparação (IRC%), quando se atribuiu o valor 100% à média de ganho de peso dos camarões arraçados com a dieta que continha 200mg de vitamina E e 0,50mg de selênio/kg. Assim, pode-se verificar que os camarões arraçados com essa dieta obtiveram, em comparação àqueles arraçados com as dietas contendo 0mg ou 1mg de selênio/kg, maiores ganhos de peso, em cerca de 6,83% e de 13,86%, respectivamente. Da mesma forma, em comparação àqueles arraçados com as dietas que continham 0mg, 100mg ou 400mg de vitamina E/kg, os mesmos obtiveram melhores resultados de ganho de peso, em cerca de 6,83%, de 9,32% e de 11,50%, respectivamente.

A concentração de 200mg de vitamina E/kg de

ração proporcionou melhor ganho de peso das pós-larvas, discordando do valor de 100mg de vitamina E/kg de ração para crustáceos, recomendado por Conklin (1997), e dos 300mg de vitamina E/kg de ração propostos por Akiyama (1992).

A inclusão de 0,50mg de selênio/kg de ração proporcionou melhor ganho de peso, discordando da concentração encontrada por Davis (1990), que, utilizando dietas purificadas com juvenis de *Peanaes vannamei*, obteve melhores respostas de ganho de peso, quando os camarões receberam dietas contendo 0,20mg selênio/kg de ração.

Os resultados médios do índice de conversão alimentar aparente das pós-larvas de camarões, arraçadas com as diferentes rações (Tabela 3), mostraram que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos. O desdobramento dos graus de liberdade dos fatores (selênio e vitamina E) revelou que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) para a conversão alimentar das pós-larvas, em função dos diferentes níveis de vitamina E, de selênio e da interação entre esses fatores. A comparação dos resultados do tratamento controle (ausência de suplementação de vitamina E e de selênio) *versus* os fatores também demonstrou não haver diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos.

Embora os diferentes níveis de vitamina E das rações não tenham resultado em diferenças significativas para a conversão alimentar aparente (Tabela 3), pode-se inferir que as dietas com 200mg de vitamina E/kg tenderam a melhores respostas. Utilizando-se o IRC e atribuindo 100% ao nível de inclusão de 200mg de vitamina E/kg de ração, pode-se verificar que esse, quando comparado aos níveis de 0mg, 100mg e 400mg de vitamina E/kg, apresentou melhor conversão alimentar, respectivamente de 1,53%, 1,02% e 9,18%.

Através da Tabela 3, verifica-se que os diferentes níveis de inclusão de selênio às rações resultaram em semelhantes índices de conversão alimentar. Pode-se observar que os índices de conversão alimentar, em função dos níveis de selênio presentes nas rações, mostraram-se com pequena tendência de variação. Por outro lado, embora a análise de variância da interação da vitamina E *versus* selênio não tenha apresentado diferenças significativas entre as médias de conversão alimentar, pode-se inferir que as pós-larvas arraçadas com as rações que continham 200mg de vitamina E/kg e 0,50mg de selênio/kg, apresentaram tendência para melhor conversão alimentar. Para destacar essa tendência, atribuiu-se o índice 100% à média de conversão apresentada pelo tratamento de 200mg de vitamina E/kg e 0,50mg de selênio/kg de ração, quando se pode constatar que esse foi melhor que o controle por volta de 3,65%.

Através da Tabela 3, pode-se observar que as médias de taxa de sobrevivência das pós-larvas de

camarão, quando submetidas à análise de variância (Teste F), revelaram diferença estatisticamente significativa ( $p<0,01$ ) entre os tratamentos. Constatou-se que o desdobramento dos graus de liberdade dos fatores (vitamina E e selênio) revelou diferença significativa ( $p<0,01$ ) para a sobrevivência das pós-larvas, em função dos diferentes níveis de vitamina E e, também, em consequência dos diferentes níveis de inclusão de selênio nas rações ( $p<0,01$ ).

Entretanto não foram observadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) quando se compararam as taxas médias de sobrevivência, proporcionadas pelo tratamento controle, às médias dos demais tratamentos. De forma semelhante, pode-se também observar que não foram constatadas diferenças significativas ( $p>0,05$ ) quanto à sobrevivência, resultantes da interação entre a vitamina E e o selênio das rações.

Por outro lado, quando se comparou a taxa média de sobrevivência das pós-larvas de camarão em função dos níveis de inclusão de vitamina E, observou-se que as rações contendo 100mg e 400mg de vitamina E/kg resultaram em semelhantes taxas de sobrevivência ( $p>0,05$ ), sendo estas superiores ( $p<0,05$ ) à taxa proporcionada pelo tratamento com 200mg de vitamina E/kg. De forma semelhante, pode-se observar (Tabela 3) diferença significativa ( $p<0,01$ ), por meio do teste de Tukey, para a taxa de sobrevivência, quando considerados os níveis de selênio, ocorrendo maior sobrevivência no tratamento com 0,50mg de selênio/kg.

Para melhor visualizar essas diferenças, através do IRC, atribuiu-se o índice 100% à média da taxa de sobrevivência das pós-larvas que receberam a ração que continha 100mg de vitamina E e 0,50mg de selênio/kg. Assim, verificou-se que tais níveis proporcionaram melhores respostas de sobrevivência, de 6,66% e de 15,55%, respectivamente, quando comparados àqueles tratamentos contendo 0mg ou 1mg de selênio/kg e, também, superiores, em cerca de 9,68%, 29,03% e 3,24%, respectivamente, àqueles arraçados com 0mg, 200mg e 400mg de vitamina E/kg de ração.

Os resultados médios dos valores de concentração de selênio no filé das pós-larvas de camarão, arraçadas com as rações dos diferentes tratamentos (Tabela 3), quando submetidos à análise de variância (ANOVA), não mostraram diferença significativa ( $p>0,05$ ). O desdobramento dos graus de liberdade dos fatores revelou não haver diferença significativa ( $p>0,05$ ) para a concentração de selênio no filé das pós-larvas, em função dos diferentes níveis de vitamina E, de selênio e da interação entre esses fatores. Não houve, ainda, diferença significativa ( $p>0,05$ ) quanto à comparação dos valores médios da concentração de selênio nos filés das pós-larvas arraçadas com as rações do tratamento controle, em

relação aos demais tratamentos.

Embora não tenha existido diferença significativa para a concentração do selênio no filé, em função dos níveis de vitamina E das rações, pode-se inferir que as pós-larvas que receberam rações contendo 200mg de vitamina E/kg tenderam a apresentar concentrações mais elevadas de selênio no filé. Aplicando-se o IRC às médias de concentração de selênio nos filés dos diferentes tratamentos e atribuindo-se o índice 100% à média do tratamento de 200mg de vitamina E/kg de ração, pode-se constatar que esse tratamento resultou em maior concentração, a qual foi superior às médias dos tratamentos de 0mg, de 100mg e de 400mg de vitamina E/kg, em 8,33%, 16,67% e 29,17%, respectivamente. Aplicando-se o mesmo índice à concentração de selênio nos filés, em função dos níveis de suplementação de selênio nas rações, e atribuindo-se o índice 100% ao tratamento controle, pode-se observar que esse resultou em maior concentração, em cerca de 10% desse mineral nos filés, se comparada aos arraçoados com 0,50mg ou 1mg de selênio/kg de ração.

Embora a análise de variância da interação vitamina E e selênio não tenha revelado diferença significativa para a concentração de selênio no filé das pós-larvas, pode-se inferir que as pós-larvas alimentadas com 200mg de vitamina E/kg e 1mg de selênio/kg de ração, apresentaram tendência para maior concentração de selênio no filé. Apesar de semelhantes, as concentrações de selênio nos filés das pós-larvas arraçadas com o tratamento controle apresentaram tendência de concentrações de selênio 18,52% menores, quando comparadas aos demais tratamentos, através do IRC.

Nas condições em que se realizou a presente pesquisa, constatou-se que as pós-larvas do *Macrobrachium amazonicum* alimentadas com as dietas contendo 200mg de vitamina E/kg e de 0,50mg de selênio/kg tiveram melhor ganho de peso e de conversão alimentar aparente, já com as rações com 100mg de vitamina E e de 0,50mg de selênio/kg obtiveram melhor taxa de sobrevivência e, por fim, com as dietas com 200mg de vitamina E e de 1mg de selênio/kg alcançaram maior concentração de selênio no filé.

Com base nos resultados deste estudo, recomendamos a utilização de 200mg de vitamina E/kg e de 0,50mg de selênio/kg de ração, na alimentação de pós-larvas de camarão amazônico, de forma a proporcionar melhores resultados quanto ao desempenho produtivo, através do ganho de peso e da conversão alimentar.

### Agradecimentos

À Indústria Supramais Produtos Bioquímicos Ltda., pelo apoio científico.

### Referências

- AKIYAMA, D. M. et al. Penaeid shrimp nutrition. In: FAST, E. W.; LESTER, L. J. *Marine shrimp culture: principles and practices*. Amsterdam: The Netherlands Elsevier Science Publishers, B.V., Netherlands, 1992. p.535-568.
- BJØRNEBOE, A. et al. Absorption, transport and distribution of vitamin E. *J. Nutr.*, Bethesda, v.120, p.233-242, 1990.
- CONKLIN, D. E. The role of micronutrients in the biosynthesis of the crustacean exoskeleton. In: PRUDER, G. D. et al. *International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Biophysiological Approaches to Shellfish*, 2., 1983 *Proceedings...* Louisiana: Baton Rouge, 1983. p. 146-165.
- CONKLIN, D. E. Vitamins. In: D'Abramo, L.R. et al. *Crustacean Nutrition (EU)*. Louisiana: WAS, 1997. p. 123-149.
- CORBIN, J. S. et al. Feeding practices and nutritional considerations for *Macrobrachium rosenbergii* culture in Hawaii. In: Mc VEY, U. *CRC Handbook of Mariculture*. Florida: Boca Raton, 1993.v.1, p.391-412.
- D'ABRAMO, L. R.; SHEEN, S. S. Nutritional requirements, feed formulation practices for intensive culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Rev. Fish. Sci.*, Philadelphia, v.2, p.1-21, 1994.
- DAVIS, D. A. *Dietary mineral requirements of Penaeus vannamei: Evaluation of the essentiality for thirteen minerals and the requirements for calcium, phosphorus, copper, iron, zinc and selenium*. 1990. These (PhD) - Texas A&M University, Austin: College Station, Texas, 1990.
- DEVILIN, T. M. *Manual de bioquímica com correlações clínicas*. 4.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.
- GIMENEZ, A. V. F. Alimentacion del lagostino *Pleoticus muelleri* bte, (Decapoda, Penaeoidea) con distintos niveles de vitamina E. I – Influencia sobre el crecimiento y la supervivencia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICUTURA, 10., 1998, Recife. *Anais...* Recife: ABRAq, 1998. v.2, p.49.
- HARPER, H. A. *Review of physiological chemistry*. 15ed. Los Altos: Lange Medical Publications, 1973.
- HE, H. et al. Evaluation of dietary essentiality of fat-soluble vitamins, A, D, E and K for penaeid shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, Amsterdam, v.103, p.177-185, 1991.
- KANAZAWA, A. Nutrition of penaeid prawn and shrimp. In: TAKI, Y. et al. *International Conference on Culture of Penaeid Prawns/Shrimps*.1., 1985, Iloilo. *Proceedings...* Iloilo: Aquacult. Department Southeast Asian Fishers Developmental Center, 1985. p. 123-130.
- KEATING, K. I.; CAFFREY, P. B. Selenium deficiency induced by zinc deprivation in a crustacean. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, Washington, DC, v. 86, p.6436-6440, 1989.
- KEATING, K. I.; DAGBUSAN, B. C. Effect of selenium deficiency on cuticle integrity in the Cladocera (Crustacea). *Proc. Natl. Acad. Sci.*, Washington, DC., v. 81, p.3433-3437, 1984.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients requirements of domestic animals, nutrients requirements*

- of warm water fishes and shellfishes. Washington: National Academy Press, 1983.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Vitamin Tolerance of Animals*. Washington: National Academy Press, 1987.
- NEW, M. B. A review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture*, Amsterdam, v.9, p.101-144, 1976.
- NOGUCHI, T. *et al.* Mode of action of selenium and vitamin E in prevention of exudative diathesis in chicks. *J. Nutr.*, Bethesda, v.103, p.1502-1511, 1973.
- ODINETZ-COLLART, O. La pêche crevettiere de *Macrobrachium amazonicum* (Palaemonidae) dans li Bas-Tocantins, après la fermeture du barrage de Tucurui (Brésil). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, Bondy, 20, n.2, p.131-144, 1987.
- SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. *Use's guide, version 6. 4 ed.*, Cary: SAS®/STAT, SAS Institute, 1995.
- VALENTI, W. C. Freshwater prawn culture in Brazil. *World Aquacult.*, Baton Rouge, v.24, n.1, p.29-34, 1993.
- VALENTI, W. C. *Criação de camarão em águas interiores*. Jaboticabal: Funep, 1998.
- VIEHOEVER, A.; COHEN, I. The responses of daphnia to vitamin E. *Am. J. Parm.*, Philadelphia, v.110, p.297-315, 1983.
- WALDIGE, V. A indústria de rações: a situação atual e as perspectivas. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, v.13, n.76, p.37-45; 2003.
- WANG, C. *Comparison of organic and inorganic sources as selenium for growth, glutathione peroxidase activity and imune responses in channel catfish*. 1997. Thesis (Doctoral) - Auburn University, Auburn, 1997.
- WATANABE, T. *et al.* Trace minerals in fish nutrition. *Aquaculture*, Amsterdam, v.151, p.185-207, 1997.

Received on October 30, 2003.

Accepted on February 20, 2004.