

AVALIAÇÃO DA GÔNADA DE PEIXE MARINHO E DA BIOMASSA DE *Artemia* sp. COMO ITENS ALIMENTARES SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO DE *Litopenaeus vannamei*

Fernanda Guimarães de CARVALHO ^{1*}; Edegar Roberto ANDREATTA ²;
Débora Machado FRACALOSI ³

RESUMO

O desempenho reprodutivo, em cativeiro, de fêmeas de *Litopenaeus vannamei* foi avaliado por meio da substituição da biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho na dieta. Foram fornecidas três dietas: dieta Controle, constituída por lula, marisco, gônada de peixe marinho, biomassa de *Artemia* e ração comercial; e duas teste: Gônada, destituída de biomassa de *Artemia*; e *Artemia*, destituída de gônada de peixe marinho. Não houve diferença significativa entre as fêmeas alimentadas com as dietas experimentais ($p > 0,05$) em relação ao número de cópulas com desova/mês, número de ovos/desova, número de náuplios/desova, taxa de eclosão de ovos e taxa de metamorfose de náuplios a protozoa. A gônada de peixe marinho, em comparação com biomassa de *Artemia*, apresentou maiores concentrações de proteína bruta e lipídios (70,2% e 17,1%, respectivamente). Houve diferença significativa na composição nutricional total e no teor de ácidos graxos nos itens alimentares e nas dietas experimentais aplicadas ($p < 0,05$). A dieta Gônada alcançou os maiores resultados de proteína bruta (69,7%) e lipídios (8,34%). A concentração de ácido araquidônico foi maior na biomassa de *Artemia* (10%); contudo, em relação ao fornecimento total de ácidos graxos pelas dietas, na dieta *Artemia*, este ácido graxo esteve em menor concentração, com 1,61%. Na biomassa de *Artemia*, o ácido docosahexaenóico esteve ausente, enquanto que, na gônada de peixe marinho, o mesmo apresentou a maior concentração (18,1%). Estes resultados indicam a possibilidade de substituição da biomassa de *Artemia* por gônada de peixe marinho na dieta de reprodutores de camarão marinho.

Palavras-chave: Camarões marinhos; maturação em cativeiro; dieta de reprodutores

MARINE FISH GONADS AND *Artemia* sp. BIOMASS IN *Litopenaeus vannamei* BROODSTOCK DIET: EFFECT ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE

ABSTRACT

The reproductive performance of *Litopenaeus vannamei* in captivity was evaluated after replacing *Artemia* biomass with marine fish gonads. Three diets were used: one as Control, made up of squid, mussel, *Artemia* biomass, marine fish gonads and commercial feed; and two test diets: Gonad, without of *Artemia* biomass; and *Artemia*, without marine fish gonads. There were no statistically significant differences ($p > 0.05$) between diet treatments regarding the number of spawns/month, number of eggs/spawn, number of nauplii/spawn, hatching rate and nauplii-to-protozoae metamorphosis rate. In comparison to the *Artemia* biomass, marine fish gonads had higher concentrations of crude protein and total fat (70.2% and 17.1%, respectively). There were also statistical differences between feed items and experimental diets in the total nutritional composition and fatty acid profile ($p < 0.05$). The Gonad diet had highest concentrations of crude protein (69.7%) and total fat (8.34%). Arachidonic acid was more abundant in the *Artemia* biomass (10%), however, *Artemia* diet had the lowest concentration of this fatty acid, with 1.61%. *Artemia* biomass did not contain docosahexaenoic acid, whereas the marine fish gonads had a high content of this fatty acid (18.1%). These results indicate the possibility of replacing *Artemia* biomass by marine fish gonads in maturation diets for *L. vannamei*.

Key words: Marine shrimp; maturation; broodstock diets

Artigo Científico: Recebido em: 30/11/2009 – Aprovado em: 20/07/2010

¹ Núcleo de Pesca e Aqüicultura – Núcleo Sul, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Caixa Postal 21 – CEP: 89.245-000 – Araquari – SC – Brasil. e-mail: carvalhofernanda@ifc-araquari.edu.br

² Laboratório de Camarões Marinhos (LCM/UFSC), Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476 – CEP: 88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil

³ Laboratório de Biologia e Cultivo de Peixes de Água Doce (LAPAD/UFSC), Universidade Federal de Santa Catarina. Caixa Postal 476 – CEP: 88.040-900 – Florianópolis – SC – Brasil

INTRODUÇÃO

O crescimento da carcinicultura marinha no Brasil está atrelado ao intenso desenvolvimento tecnológico de laboratórios comerciais de reprodução de camarões marinhos, o que permite o fornecimento constante e eficaz de pós-larvas em grandes quantidades e com alta qualidade para as fazendas de cultivo de camarão (BROWDY, 1998). A nutrição das matrizes reprodutoras em cativeiro deve ser colocada em destaque, uma vez que interfere diretamente no desempenho reprodutivo dos organismos e, conseqüentemente, na qualidade das pós-larvas produzidas (BITTENCOURT, 2000; BRAY e LAWRENCE, 1992; BROWDY, 1998). Adicionalmente, a técnica de ablação unilateral do pedúnculo ocular, realizada nas fêmeas reprodutoras para intensificar a maturação ovariana em cativeiro, requer uma condição nutricional satisfatória, a fim de que a demanda adicional dos eventos reprodutivos possa ser atendida (HARRISON, 1997).

Em geral, a dieta fornecida ao plantel de reprodutores cultivado é composta por alimento artificial em conjunto com alimento natural de origem marinha, fresco e/ou congelado, tais como lula, bivalves, siris, peixes, poliquetos e o microcrustáceo *Artemia* sp, como forma de garantir a qualidade nutricional necessária ao plantel estocado (BRAY e LAWRENCE, 1992; TRUJILLO, 1996). Em relação à utilização de biomassa de *Artemia* sp na dieta de reprodutores de camarão, existem relatos na literatura relacionando o seu efeito positivo nas suas freqüências, tanto de cópula quanto de desovas, refletindo satisfatoriamente na qualidade dos náuplios obtidos (NAESSENS *et al.*, 1997).

Por outro lado, a administração de biomassa de *Artemia* implica em elevados custos, tanto para sua obtenção, quanto para sua conservação. A disponibilidade e a qualidade nutricional da artêmia variam de acordo com a época e local da sua obtenção, bem como com seus armazenamento e manuseio (HARRISON, 1990); além do mais, seu uso pode acarretar riscos de caráter sanitário aos organismos estocados, uma vez que podem ser veículo de introdução e propagação de doenças ao plantel cultivado (HARRISON, 1997).

Diante destas dificuldades, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da substituição de biomassa de *Artemia* sp por gônada de peixe marinho de origem regional sobre o desempenho reprodutivo do *Litopenaeus vannamei* em sistema de maturação em cativeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de execução e Material biológico

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos - LCM/UFSC, localizado na cidade de Florianópolis (SC). Foram utilizados reprodutores de camarão marinho, *Litopenaeus vannamei*, cultivados na Fazenda Experimental Yakult, com peso médio inicial de $44,8 \pm 8,5$ g. Os critérios utilizados para a seleção dos organismos foram: peso de machos e fêmeas (entre 40 e 50 g), a integridade dos apêndices, a ausência de áreas necrosadas no exoesqueleto, o estágio do ciclo de muda (intermuda), bem como a integridade do petasma e dos espermatóforos, no caso dos machos. No laboratório, os reprodutores selecionados foram submetidos a um período de aclimatação de 15 dias antes do fornecimento das dietas experimentais, durante o qual os mesmos foram alimentados com uma dieta padrão (Controle), constituída de lula (*Loligo* sp) e marisco (*Perna perna*), gônada de peixe marinho (de abrótea, *Urophycis brasiliiana*, ou de corvina, *Micropogon furnieri*), biomassa de *Artemia* sp. e ração comercial, sendo tais itens distribuídos em horários alternados ao longo do dia.

Dietas experimentais

Três dietas experimentais foram testadas: a dieta Controle, que representou a dieta padrão adotada no setor de Maturação em Cativeiro do LCM; a dieta Gônada, na qual foi excluída a biomassa de *Artemia* sp. da composição padrão; e a dieta *Artemia*, na qual foi excluída a gônada de peixe marinho. As dietas foram fornecidas até a saciedade aparente dos reprodutores, o que condicionou uma taxa diária de alimentação inicial de 3,4% da biomassa total, chegando a 5% ao final do experimento. Este total, por sua vez, foi dividido e distribuído em seis refeições ao longo do dia, em diferentes horários de alimentação, conforme manejo padrão adotado

pelo setor. A composição completa das dietas experimentais, bem como a distribuição das

refeições segundo seus horários ao longo do dia, estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição e horários de distribuição dos itens alimentares experimentais

ITENS ALIMENTARES	Percentual sobre a matéria seca total oferecida (%)			Horários de distribuição dos itens alimentares (h)		
	Controle	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle	Gônada	<i>Artemia</i>
Lula (60%) ^a + Mexilhão (40%) ^b	30,67	30,67	30,67	3:00	3:00	3:00
Gônada de peixe marinho ^a	12,72	12,72	-	9:00	9:00	-
Lula (50%) + Mexilhão (50%)	-	8,60	8,60	-	11:00	9:00
Biomassa de <i>Artemia</i> sp ^c	8,60	-	12,72	11:00	-	11:00
Ração ^d	8,67	8,67	8,67	14:00	14:00	14:00
Lula (60%) + Mexilhão (40%)	30,67	30,67	30,67	17:00	17:00	17:00
Ração	8,67	8,67	8,67	23:00	23:00	23:00
Total	100	100	100			

^a Leardini S/A (Navegantes, SC)

^b Produção artesanal (Florianópolis, SC)

^c Náuplios Aquacultura Lagda (Grosso, RN)

^d ZEIGLER: Ocean Maturation (Gardners, PA – USA. 40% proteína bruta, 9% lipídios, 4% fibra bruta, 12% umidade).

Delimitação e ambiente experimental

Para cada dieta experimental, foi destinado um tanque circular de fibra de vidro, de com 4 m de diâmetro e 0,45 m de profundidade de água. Cada um foi povoado com 50 fêmeas e 55 machos, sendo que cada fêmea foi considerada como uma unidade experimental. Cada tanque foi mantido sob aeração constante, com temperatura entre 28 e 29°C, salinidade entre 33 e 35, fotoperíodo invertido, com regime de 13h luz: 11h escuro, e taxa de renovação de água diária de 200% (BITTENCOURT, 2000). Diariamente, foram retirados restos de alimento e detritos. Verificou-se e registrou-se, ainda, as exúvias e a existência de mortalidade.

Procedimentos experimentais

Após a realização da ablação unilateral do pedúnculo ocular das fêmeas, iniciou-se o monitoramento diário da evolução da maturação gonadal, mediante visualização externa do tamanho e aspecto do tecido ovariano, e da ocorrência de cópulas nas fêmeas, por meio da observação da presença de espermátóforo aderido ao tético das mesmas. As fêmeas copuladas de cada tratamento foram retiradas e dispostas em

caixas de 200L para desova individual. Estas caixas, por sua vez, foram previamente identificadas e abastecidas com água oceânica, com temperatura entre 29 e 30°C e salinidade corrigida para 30, como forma de favorecer a fertilização dos ovos (TRUJILLO, 1996). Após um período de 6 horas, cada fêmea foi devolvida ao seu tanque de origem, o que foi possível mediante marcação individual das mesmas com anéis de silicone coloridos, dispostos na base de seu pedúnculo ocular remanescente (PALACIOS *et al.*, 1999).

Diariamente após a devolução das fêmeas, seus ovos foram sifonados e transferidos para tanques cilíndrico-cônicos de incubação de 90L, onde foram contados por estimativa volumétrica. No dia seguinte, os náuplios resultantes da eclosão destes ovos foram quantificados da mesma forma que os ovos e seu estado geral observado microscopicamente.

Adicionalmente, também foi medida a taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa para cada tratamento. Para tanto, foram retiradas três amostras de 200 náuplios oriundos de cada tratamento, que foram transferidas para recipientes plásticos de 1 L, e lá mantidas com

aeração constante e temperatura entre 28° e 29°C até o dia seguinte, quando, então, a população final de larvas metamorfoseadas a protozoéa de cada desova, de cada tratamento, foi quantificada. Ao final do experimento, as fêmeas foram submetidas à biometria para avaliação de comprimento e peso finais.

Os itens alimentares das dietas experimentais foram submetidos a análises de umidade, cinzas, lipídios e proteína bruta. Para tanto, foram coletadas três amostras, entre 80 e 100 g, de cada item alimentar, as quais foram mantidas congeladas a -20°C até sua análise. Foi adotada a metodologia proposta pela AOAC (1999). A matéria seca foi obtida mediante secagem a 105°C, enquanto que as cinzas foram mensuradas por incineração a 550°C. Já o extrato etéreo foi obtido por extração em éter, enquanto a proteína bruta foi medida pelo método de Kjeldahl ($N \times 6,25$) após digestão ácida. Todas estas análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição de Organismos Aquáticos (LAPAD, UFSC). Após a obtenção dos dados nutricionais dos itens alimentares naturais, estes valores foram extrapolados, a fim de obter o fornecimento nutricional total por dieta experimental.

Ao final do experimento, estes mesmos itens alimentares também foram submetidos à análise do seu teor lipídico total e do seu perfil de ácidos graxos, as quais foram realizadas no Centro de Investigações Biológicas do Noroeste - Laboratório de Biotecnologia de Microalgas (La Paz, Baixa Califórnia Sul, México). Para tanto, foram coletadas duas amostras (50 a 100 g) de cada item, que foram liofilizadas e mantidas a -25°C até o seu processamento.

O teor de lipídio total foi obtido pelo sistema clorofórmio/metanol, enquanto que, para determinação do perfil de ácidos graxos, estes foram esterificados mediante adição de 5% de ácido clorídrico/metanol (PALAU *et al.*, 2003), sendo os metil-ésteres resultantes diluídos em hexano e analisados em cromatógrafo de gases (Hewlett Packard Sistema GCD Modelo G1800B) com detector de ionização eletrônica Espectrômetro de Massas. A coluna capilar de sílica utilizada foi Supelco Ômega Wax 250. O gás hélio foi utilizado como carreador, sendo que o processo foi mantido a velocidade de 90,9 cm

min⁻¹ e temperatura entre 110 a 220°C. Os ácidos graxos foram identificados através de comparação dos tempos de retenção obtidos nas amostras com valores de referência provenientes de ácidos graxos metil esterificados puros (Sigma Chemical Co. - St. Louis, EUA).

Análise estatística

Os dados médios do número de cópulas com desova, número de ovos e de náuplios por desova, taxa de eclosão dos ovos e a taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa, resultantes de cada tratamento, bem como do teor de umidade, cinzas, gordura e proteína bruta dos itens alimentares naturais das dietas experimentais, e os dados de percentual de ácidos graxos destes mesmos itens, foram submetidos à Análise de Variância unifatorial (ANOVA, $p < 0,05$) para detecção de diferença significativa entre os mesmos. Na existência desta, foi aplicado teste TUKEY para separação de médias. Os resultados de taxa de eclosão dos ovos e taxa de metamorfose de náuplios a protozoéa, umidade, cinzas, gordura, proteína bruta e ácidos graxos foram transformados em arco-seno antes de serem analisados (ZAR, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo de todo o período experimental, a temperatura média do ambiente de cultivo manteve-se em $28,25 \pm 0,27^\circ\text{C}$, intervalo considerado adequado para sistemas de maturação em cativeiro de *Litopenaeus vannamei* (BRAY e LAWRENCE, 1992). Na Tabela 2 encontram-se os resultados finais de sobrevivência e peso final das matrizes utilizadas neste experimento, onde se pode observar uma menor sobrevivência de fêmeas em relação aos machos em todos os tratamentos. Isso costuma ser comum em sistemas fechados de reprodução de camarões devido, provavelmente, à aplicação da ablação unilateral no pedúnculo ocular das fêmeas, aliada à intensa manipulação das mesmas (BUENO, 1990). A Tabela 3 apresenta os resultados resumidos do fornecimento nutricional total por dieta experimental aplicada, na qual se pode observar a presença de diferenças significativas ($p < 0,05$). Em relação à proteína bruta, a dieta de melhor desempenho foi a Gônada, com um percentual de 69,7%,

enquanto que a dieta Controle foi a que forneceu as menores concentrações (62,2%). Já em relação à concentração de lipídios, a dieta *Artemia* foi a de menor concentração, com 7,01%, enquanto as demais dietas obtiveram concentrações estatisticamente similares (8,34%, para a dieta

gônada, e 8,27%, para a dieta Controle). Contudo, apesar dessas diferenças, pode-se dizer que as dietas oferecidas no presente estudo alcançaram teores satisfatórios de proteínas e lipídios (BRAY *et al.*, 1990; HARRISON, 1990, 1997).

Tabela 2. Sobrevivência (%) e peso final (g) dos machos e fêmeas de *L. vannamei* alimentadas com as dietas experimentais

PARÂMETROS	MACHOS			FÊMEAS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
Sobrevivência (%)	85,5	85,5	92,7	66	62	56
Peso final (g) (média \pm d.p.)	-	-	-	57,0 \pm 2,7	53,1 \pm 4,6	49,4 \pm 4,0

Conforme pode ser visto na Tabela 3, não foram detectadas diferenças significativas nos resultados médios relativos aos parâmetros reprodutivos por dieta experimental ($p > 0,05$). Essa similaridade estatística, nesses parâmetros, pode ser decorrente do efeito da variabilidade genética entre as fêmeas reprodutoras. Sobre esse

aspecto, BROWDY (1998) e BRAY *et al.* (1990) explicam que, dentro de uma mesma população de camarões, apenas uma pequena parcela das fêmeas reprodutoras é responsável por boa parte da produção de um plantel, o que afeta significativamente o desempenho reprodutivo dos sistemas comerciais de camarões.

Tabela 3. Resultado resumido de desempenho reprodutivo de fêmeas de *L. vannamei* submetidas às três dietas experimentais (média \pm d.p.)

PARÂMETROS REPRODUTIVOS	DIETAS EXPERIMENTAIS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
Cópulas com desova por mês	1,22 \pm 0,14	1,25 \pm 0,14	1,29 \pm 0,16
Ovos por desova ($\times 10^3$)	225,9 \pm 35,71	214,8 \pm 31,8	209,8 \pm 28,78
Náuplios por desova ($\times 10^3$)	95,2 \pm 70,7	90,9 \pm 50,4	67,4 \pm 40,0
Taxa de eclosão (%)	51,1 \pm 17,05	45,1 \pm 22,62	34,2 \pm 12,15
Taxa de metamorfose de náuplios para protozoa (%)	73,8 \pm 3,72	83 \pm 4,62	86,2 \pm 7,79

Em relação ao número médio de cópulas com desova por fêmea, ao final do experimento, as fêmeas alimentadas com a dieta Gônada apresentaram uma média mensal de 1,22 cópulas, enquanto que as alimentadas com a dieta *Artemia* apresentaram 1,25, e as alimentadas com a dieta Controle, 1,29 (Tabela 3), resultados estes considerados dentro da faixa normal para a espécie (PALACIOS *et al.*, 1999). Adicionalmente, nas três dietas observou-se um aumento no número de cópulas com desova por fêmea ao longo do tempo a partir da terceira semana (Figura 1a).

No que diz respeito ao número médio semanal de ovos por fêmea por dieta

experimental, observou-se que as fêmeas alimentadas com a dieta Gônada, *Artemia* e Controle alcançaram, respectivamente, uma média de 225,9 $\times 10^3$, 214,8 $\times 10^3$ e 209,8 $\times 10^3$ ovos por desova (Tabela 3). Em todos os tratamentos, foi observada queda no número médio de ovos, especialmente entre a segunda e a quarta semana, quando então se observou um ligeiro incremento nestes números (Figura 1b). Por outro lado, em peneídeos, o número médio de ovos liberados por desova varia de 50 a 300 $\times 10^3$ (BRAY e LAWRENCE, 1992); os resultados do presente estudo, portanto, encontram-se dentro da faixa esperada para a espécie aqui analisada.

O resultado médio final do número de náuplios por desova por dieta experimental foi $95,2 \times 10^3$, $90,9 \times 10^3$ e $67,4 \times 10^3$ para as fêmeas alimentadas com as dietas Gônada, *Artemia* e Controle, respectivamente (Tabela 3). Como pode ser visualizado na Figura 1c, as fêmeas submetidas à dieta Gônada foram as que obtiveram resultados mais homogêneos; contudo,

foram as que alcançaram o menor crescimento neste índice ao longo das semanas. Da mesma forma, as fêmeas alimentadas com a dieta *Artemia* apresentaram um grande crescimento no número médio de náuplios por desova nas três primeiras semanas. A partir daí, observou-se uma queda nas suas médias semanais, até o ponto de igualar-se aos demais tratamentos.

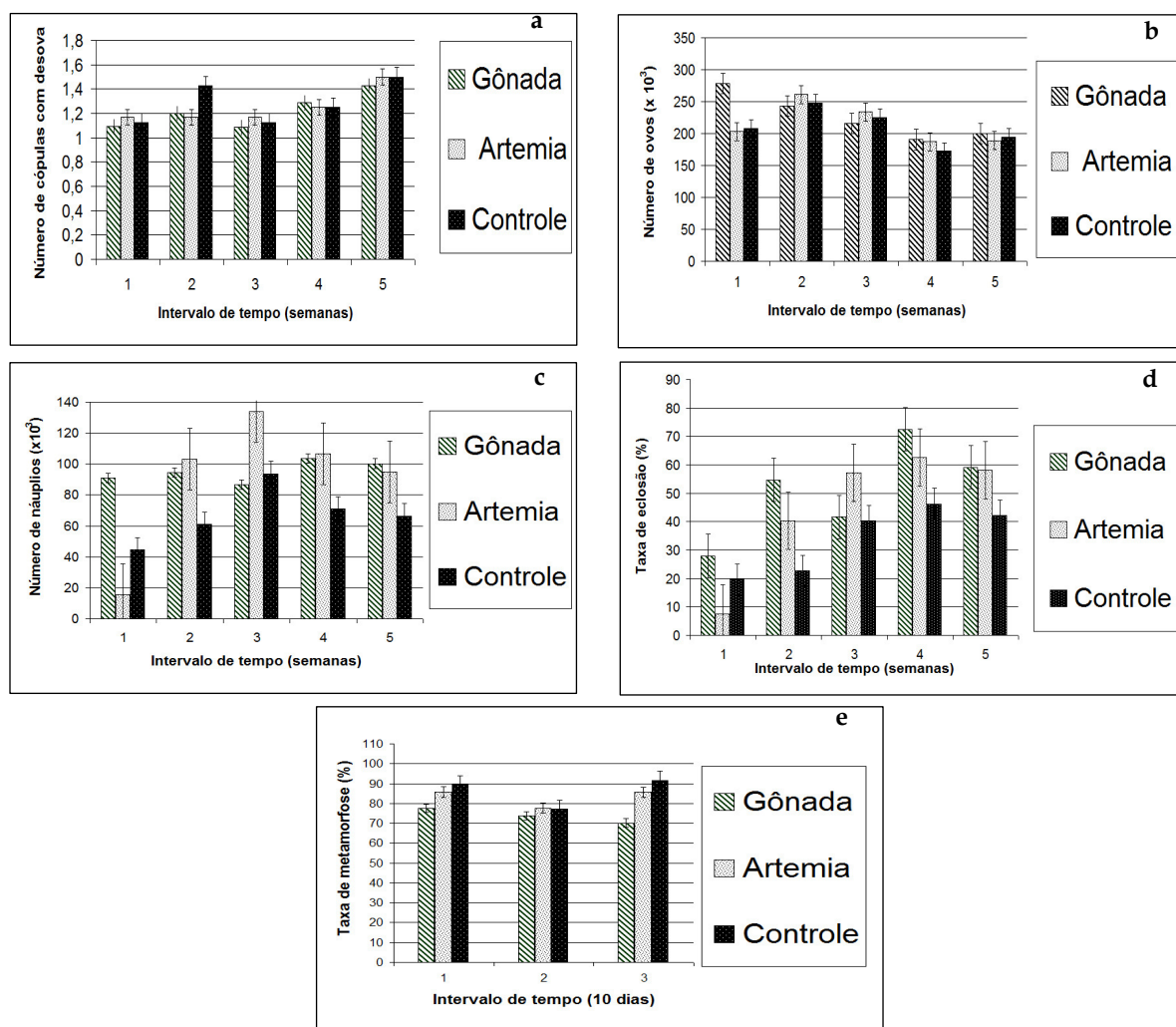


Figura 1. Desempenho reprodutivo de fêmeas de *L. vannamei* submetidas às dietas experimentais (barras indicam erro padrão): a) Número de cópulas com desova; b) Número de ovos por desova; c) Número de náuplios por desova; d) Taxa de eclosão de ovos por tratamento; e) Taxa de metamorfose de náuplios a protozoa por tratamento.

Apesar da similaridade estatística das três dietas em relação ao número de náuplios por desova, pôde-se observar uma ligeira superioridade nos tratamentos onde a biomassa de *Artemia* sp. esteve presente. Isso sugere que a biomassa de *Artemia* sp. possua uma característica

que seja diferencial na reprodução de camarões marinhos. WOUTERS *et al.* (2001b) explicam que os hormônios reprodutivos presentes neste item alimentar possa ter um efeito positivo no sistema endócrino de camarões marinhos, uma vez que crustáceos em geral compartilham dos mesmos

hormônios envolvidos na reprodução. Contudo, ainda sobre este parâmetro, BRAY *et al.* (1990) observaram tendência de queda no número médio de náuplios ao longo do tempo em seus trabalhos, enquanto PALACIOS e RACOTTA (2003), em seus estudos com *L. vannamei*, obtiveram resultados heterogêneos. Especificamente em relação ao número médio de náuplios por desova, PALACIOS e RACOTTA (2003) determinaram valores médios entre 64 e 93 x 10³ náuplios desova⁻¹ para *L. vannamei*. Já no que se refere a estratégias alimentares e ao uso de biomassa de *Artemia* sp. em dietas de reprodutores de *L. vannamei*, BITTENCOURT (2000), ao compará-la com minhocas terrestres, observou valores médios entre 36 e 50 x 10³ náuplios desova⁻¹, sem diferença significativa entre os itens alimentares. Estes resultados são coerentes com os obtidos no presente trabalho.

Sobre a taxa de eclosão de ovos entre as dietas experimentais (Figura 1d), para a dieta Gônada, foi observada uma taxa média final de eclosão de 51,1%, enquanto que, para a dieta *Artemia*, a taxa média final de eclosão foi de 45,1% e, para a dieta Controle, 34,2% (Tabela 3). Em todas as dietas observou-se crescimento neste índice até a quarta semana, quando então se percebeu uma estabilização nestes dados. NAESSENS *et al.* (1997), comparando a eficácia de biomassa de *Artemia* e poliquetos marinhos sobre a eficiência reprodutiva de *L. vannamei*, mencionam valores

entre 40,5% e 43,1%, os quais são muito próximos dos obtidos nesse trabalho.

Em relação à taxa de metamorfose de náuplios para protozoa, apesar da similaridade estatística entre as três dietas (Figura 1e - $p > 0,05$), observou-se que, com a dieta Gônada houve maior homogeneidade neste período de tempo, apresentando, contudo, resultados inferiores. Com as dietas *Artemia* e Controle observou-se uma média de taxa de metamorfose de 83 e 86,2%, respectivamente, enquanto a dieta Gônada proporcionou uma média de 73,8% (Tabela 3). WOUTERS *et al.* (1999), ao avaliar a importância da biomassa de *Artemia* sp., citam taxas médias de metamorfose entre 41,1% e 71,8% para camarões *L. vannamei* quando este item alimentar é incluído na dieta de reprodutores, resultados esses inferiores aos alcançados por este estudo.

Foram detectadas diferenças significativas nos teores de matéria seca, proteína bruta, gordura e cinzas entre os itens alimentares naturais utilizados neste trabalho, bem como os resultados de fornecimento nutricional total por dieta experimental (Tabelas 4 e 5 respectivamente; $p < 0,05$). De todos os itens, a biomassa de *Artemia* apresentou menor concentração dos nutrientes avaliados, com exceção do teor de cinzas, na qual se observam valores bastante altos, tanto individualmente quanto no fornecimento nutricional total por dieta experimental, provavelmente devido à contaminação com areia nas amostras.

Tabela 4. Composição nutricional dos itens alimentares naturais utilizados nas dietas experimentais (n = 3) (média ± d.p.). Sobrescritos (a,b,c) indicam presença de diferença significativa

ITENS ALIMENTARES	Matéria seca (%)	NUTRIENTES SOBRE MATÉRIA SECA		
		Proteína bruta (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
Lula	16,2 ^b ± 2,0	86,6 ^a ± 4,7	3,4 ^c ± 1,1	6,7 ^b ± 1,4
Mexilhão	22,8 ^a ± 1,7	63,5 ^b ± 0,9	11,2 ^{ab} ± 1,8	8,4 ^b ± 2,3
Biomassa de <i>Artemia</i>	9,3 ^c ± 1,3	61,0 ^b ± 1,9	6,4 ^b ± 2,0	25,4 ^a ± 5,9
Gônada de peixe marinho	20,2 ^{ab} ± 0,9	70,2 ^b ± 3,4	17,1 ^a ± 4,1	4,9 ^b ± 1,3

No que diz respeito à proteína bruta, sabe-se que, durante o desenvolvimento embrionário e naupliar, as exigências deste nutriente são especialmente altas, tendo em vista seu papel estrutural e energético ao longo desta fase (HARRISON, 1990; WOUTERS *et al.*, 2001b;

RACOTTA *et al.*, 2003). No geral, pode-se dizer que, tanto as dietas quanto os itens oferecidos no presente estudo foram abundantes neste nutriente; contudo, é importante chamar a atenção ao fato de que, dentre todos os itens, a biomassa de *Artemia* foi o que apresentou os menores

índices de proteína bruta. Os teores médios deste nutriente, encontrados neste item no presente estudo (61%), estão dentro da faixa normal descrita na literatura para o mesmo (DHONT e SORGELOOS, 2002). Em relação ao perfil nutricional individual total das dietas experimentais, a dieta Gônada foi a que alcançou o melhor desempenho, com 69,7% de concentração (Tabela 5). Já a dieta *Artemia* foi estatisticamente comparável, tanto com a dieta Gônada, quanto com a dieta Controle.

Em relação à concentração de lipídios, sabe-se que os lipídios são uma importante fonte energética para os crustáceos; adicionalmente, a síntese “de novo” de ácidos

graxos essenciais nestes organismos é deficitária ou mesmo inexistente, o que torna fundamental sua inclusão na dieta oferecida aos organismos cultivados (HARRISON, 1997; WOUTERS *et al.*, 2001a e b). Das três dietas avaliadas neste estudo, a *Artemia* alcançou desempenho inferior, com 7,01% de concentração, enquanto as dietas Gônada, com 8,34%, e a dieta Controle, com 8,27%, foram estatisticamente similares entre si (Tabela 5). Já em relação aos itens analisados, a biomassa de *Artemia* foi a que apresentou os menores valores (6,4%) expressos na matéria seca. Por outro lado, a gônada de peixe apresentou a maior concentração (17,1%).

Tabela 5. Fornecimento nutricional total na matéria seca das dietas experimentais (n = 3) (média ± d.p.). Sobrescritos (a,b,c) indicam presença de diferença significativa

NUTRIENTES AVALIADOS	Dietas experimentais		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
Proteína bruta (%)	69,7 ± 2,14 ^a	66,1 ± 2,64 ^{ab}	62,2 ± 2,21 ^b
Lipídios (%)	8,34 ± 0,5 ^a	7,01 ± 0,54 ^b	8,27 ± 0,34 ^a
Cinzas (%)	4,92 ± 0,82	5,76 ± 1,02	4,69 ± 0,76

Foi detectada diferença significativa entre os perfis de ácidos graxos, tanto dos alimentos naturais utilizados nas dietas experimentais, quanto no fornecimento total de ácidos graxos pelos itens alimentares por dieta experimental (Tabelas 6 e 7 - p < 0,05). Dentre os ácidos graxos como um todo, os poliinsaturados da série n-3 (PUFA n-3), principalmente os altamente insaturados (HUFA, 20:5 n-3 e 22:6 n-3), são os que possuem maior valor nutricional para crustáceos (D'ABRAMO, 1997; WOUTERS *et al.*, 2001b). Dentre os PUFA, sabe-se que o ácido araquidônico (ARA, 20:4 n-6) e o ácido eicosapentaenóico (EPA, 20:5 n-3) são precursores de prostaglandinas, que são fundamentais nos processos reprodutivos. Além do mais, proporcionam uma maior eficiência da vitelogênese e são componentes essenciais das membranas celulares (XU *et al.*, 1994; D'ABRAMO, 1997; CAHU, 1998; WOUTERS *et al.*, 2001a e b). Já o ácido docosahexaenóico (DHA, 22:6 n-3) é importante no desenvolvimento do sistema nervoso central de crustáceos, bem como aumenta a viabilidade de seus ovos, juntamente com o EPA

(MILLAMENA e PASCUAL, 1990; XU *et al.*, 1994; HARRISON, 1997; CAVALLI *et al.*, 2001; WOUTERS *et al.*, 2001b). Em relação aos alimentos naturais, o ácido graxo 20:4 n-6 (ácido araquidônico, ARA) foi abundante na biomassa de *Artemia* (10%) se comparado com a sua concentração nos demais itens (3,3% na gônada de peixe, 2,9% no mexilhão e 1% na lula). Por outro lado, o ácido docosahexaenóico (22:6 n-3, DHA) foi abundante na gônada de peixe (18,1%), mas esteve ausente na biomassa de *Artemia*.

Em relação ao total de HUFA de todos os itens avaliados, a biomassa de *Artemia* foi a de menor concentração. Deve-se, inclusive, salientar que, nas amostras de biomassa de *Artemia* analisadas, não foi detectada a presença de DHA. A boa qualidade nutricional da gônada de peixe marinho, detectada neste trabalho, pode ser atribuída ao fato de se tratar de estruturas reprodutivas de organismos marinhos. Logo, este item pode ser uma significativa fonte de nutrientes de alto valor para camarões como os da espécie utilizada neste trabalho, o que reforça sua aplicabilidade na dieta de sistemas de reprodução em cativeiro.

Tabela 6. Percentagem de ácidos graxos no lipídio total dos itens alimentares naturais adotados nas dietas experimentais (n=2) (média ± d.p.). Sobrescritos (a,b,c) indicam presença de diferença significativa

ÁCIDOS GRAXOS	ITENS ALIMENTARES			
	Gônada de peixe marinho	Biomassa de <i>Artemia</i>	Mexilhão	Lula
16:0	26,2 ^b ± 1,0	19,0 ^c ± 0,3	32,3 ^a ± 1,2	32,9 ^a ± 1,5
16:1 (n-7)	13,5 ^a ± 9,6	14,1 ^a ± 0,1	13,4 ^a ± 1,4	0,3 ^b ± 0,5
18:0	4,4 ^b ± 0,4	10,3 ^a ± 0,2	4,8 ^b ± 0,1	5,2 ^b ± 0,8
18:1 (n-5)	18,9 ^a ± 8,9	19,6 ^a ± 0,1	3,7 ^b ± 0,2	3,0 ^b ± 1,1
18:2 (n-6)	0,9 ^b ± 0,7	6,2 ^a ± 0,0	1,0 ^a ± 1,4	<0,10 ^b ± 0,0
20:1 (n-11)	<0,10 ^c ± 0,0	<0,10 ^c ± 0,0	1,8 ^b ± 1,1	5,9 ^a ± 0,1
20:4 (n-6)	3,3 ^b ± 0,1	10,0 ^a ± 0,2	2,9 ^b ± 0,4	1,0 ^c ± 1,5
20:5 (n-3)	7,4 ^b ± 0,8	9,9 ^b ± 0,1	21,7 ^a ± 4,4	17,0 ^a ± 0,2
22:6 (n-3)	18,1 ^{ab} ± 7,4	<0,10 ^c ± 0,0	9,7 ^b ± 4,9	33,4 ^a ± 4,5
Outros¹	6,0 ^b ± 3,4	10,0 ^a ± 1,8	6,4 ^b ± 0,6	1,1 ^c ± 1,6
PUFA² total	34,5 ^c ± 1,8	43,3 ^a ± 4,3	36,7 ^{bc} ± 1,7	51,4 ^a ± 2,9
Total PUFA n-6	4,2 ^b ± 0,4	16,2 ^a ± 0,2	3,8 ^b ± 0,7	1,0 ^c ± 0,9
Total PUFA n-3	13 ^b ± 2,4	14,7 ^b ± 4,0	14,1 ^b ± 0,8	21,6 ^a ± 4,4
Total HUFA³	32,2 ^b ± 3,7	20,0 ^b ± 5,8	34,5 ^b ± 0,3	51,4 ^a ± 2,9

¹Outros: 13:0; 14:0; 15:0; 16:2; 17:0; 18:3 n-3; 19:0; 20:0; 22:5 n-3²PUFA: ácidos graxos poliinsaturados (com mais de 2 duplas ligações na cadeia)³HUFA: ácidos graxos altamente insaturados (com mais de 4 duplas ligações na cadeia)**Tabela 7.** Fornecimento total de ácidos graxos na matéria seca pelos itens alimentares naturais por dieta experimental (n=2) (média ± d.p.). Sobrescritos (a,b,c) indicam presença de diferença significativa

ÁCIDOS GRAXOS	DIETAS EXPERIMENTAIS		
	Gônada	<i>Artemia</i>	Controle
16:0	24,7 ± 0,43	18,5 ± 1,6	22,9 ± 1,22
16:1 (n-7)	8,7 ^a ± 2,0	5,68 ^b ± 1,1	8,4 ^a ± 1,46
18:0	3,86 ± 0,01	3,06 ± 0,38	3,83 ± 0,48
18:1 (n-5)	6,87 ^a ± 2,1	2,57 ^b ± 0,69	7,25 ^a ± 3,03
18:2 (n-6)	0,1 ^b ± 0,0	0,57 ^a ± 0,23	0,75 ^a ± 0,34
20:1 (n-11)	1,67 ± 0,46	1,67 ± 0,46	1,47 ± 0,39
20:4 (n-6)	2,14 ± 0,02	1,61 ± 0,42	2,29 ± 0,45
20:5 (n-3)	13,1 ± 1,42	11,5 ± 2,11	11,9 ± 1,64
22:6 (n-3)	13,9 ^a ± 0,8	9,25 ^b ± 1,15	12,8 ^a ± 1,0
Outros¹	4,25 ± 0,92	3,0 ± 0,45	4,2 ± 0,46
PUFA² total	31,6 ^a ± 0,29	24,1 ^b ± 1,84	30,1 ^a ± 2,36
Total PUFA n-6	2,8 ^{ab} ± 0,74	2,2 ^b ± 0,16	3,06 ^a ± 0,1
Total PUFA n-3	28,9 ± 1,04	21,5 ± 1,1	26,65 ± 1,7
Total HUFA³	30,24 ^a ± 1,56	22,5 ^b ± 1,54	28,03 ^a ± 2,43

¹Outros: 13:0; 14:0; 15:0; 16:2; 17:0; 18:3 n-3; 19:0; 20:0; 22:5 n-3²PUFA: ácidos graxos poliinsaturados (com mais de 2 duplas ligações na cadeia)³HUFA: ácidos graxos altamente insaturados (com mais de 4 duplas ligações na cadeia)

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados pelo presente estudo, pode-se concluir, portanto, que é possível a substituição de biomassa de *Artemia* sp. por gônada de peixe marinho, sem maiores comprometimentos ao desempenho reprodutivo de *Litopenaeus vannamei* em cativeiro.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS 1999 *Official methods of analysis of AOAC International* (edited by Patricia Cunniff). Sixteenth edition, 5th revision, v.1. 2000p.
- BITTENCOURT, M. 2000 Avaliação da influência de três estratégias alimentares no desempenho reprodutivo do camarão *Litopenaeus vannamei* em cativeiro. Florianópolis. 53p. (Dissertação de Mestrado em Aquicultura. Universidade Federal de Santa Catarina).
- BRAY, W.A.; LAWRENCE, A.D.; LESTER, L.J. 1990 Reproduction of eyestalk-ablated (*Lito*)*Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 21(1): 41-52.
- BRAY, W.A. and LAWRENCE, A.D. 1992 Reproduction of *Penaeus* species in captivity. In: FAST, A. and LESTER, L.J. (eds.) *Marine Shrimp culture: Principles and Practices*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. p.93-170.
- BROWDY, C.L. 1998 Recent developments in penaeid broodstock and seed production technologies: improving the outlook for superior captive stocks. *Aquaculture*, Amsterdam, 164: 3-21.
- BUENO, S.L.S. 1990 Maturation and spawning of the white shrimp (*Lito*)*Penaeus schimitti* Burkenroad, 1936, under large scale rearing conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 21(3): 170-179.
- CAHU, C. 1998 Diets for shrimp broodstock and their effect on larval quality. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL DE NUTRICIÓN ACUÍCOLA, 4., 15-18/nov./1998. *Anais...* Parte I. La Paz, BCS. p.65-72.
- CAVALLI, R.O.; TAMTIN, M.; LAVENS, P.; SORGELOOS, P. 2001 Variations in lipid classes and fatty acid content in tissues of wild *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) females during maturation. *Aquaculture*, Amsterdam, 193: 311-324.
- D'ABRAMO, L.R. 1997 Triacylglycerols and Fatty Acids. In: D'ABRAMO, L.R.; CONKLIN, D.E.; AKIYAMA, D.M. (eds.) *Crustacean Nutrition*. Advances in World Aquaculture, v. 6. The World Aquaculture Society, Baton Rouge. p.71-84.
- DHONT, J. and SORGELOOS, P. 2002 Applications of *Artemia*. In: ABATZOPOULOS, TH.J.; BEARDMORE, J.A.; CLEGG, J.S.; SORGELOOS, P. (eds.) *Artemia: basic and applied Biology*. Denmark: Kluwer Academic Publishers. p.251-277.
- HARRISON, K.E. 1990 The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: a review. *Journal of Shellfish Research*, Groton, Connecticut, USA, 9(1): 1-28.
- HARRISON, K.E. 1997 Broodstock Nutrition and Maturation Diets. In: D'ABRAMO, L.R.; CONKLIN, D.E.; AKIYAMA, D.M. (eds.) *Crustacean Nutrition*. Advances in World Aquaculture, v. 6. The World Aquaculture Society, Baton Rouge. p.390-408.
- MILLAMENA, O.M. and PASCUAL, F.P. 1990 Tissue lipid content and fatty acid composition of *Penaeus monodon* Fabricius broodstock from the wild. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 21(2): 116-121.
- NAESSENS, E.; LAVENS, P.; GOMEZ, L.; BROWDY, C.L.; McGOVERN-HOPKINS, K.; SPENCER, A.W.; KAWAHIGASHI, D.; SORGELOOS, P. 1997 Maturation performance of (*Lito*)*Penaeus vannamei* co-fed *Artemia* biomass preparations. *Aquaculture*, Amsterdam, 155: 87-101.
- PALACIOS, E.; RACOTTA, I.; Acuacultores de La Paz (APSA) 1999 Spawning frequency analysis of wild and pond-reared Pacific white shrimp (*Lito*)*Penaeus vannamei* broodstock under large scale hatchery

- conditions. *Journal of the World Aquaculture Society*, Baton Rouge, 30(2): 180-191.
- PALACIOS, E. and RACOTTA, I. 2003 Effect of number of spawns on the resulting spawn quality of 1-year-old pond-reared (*Lito*)*Penaeus vannamei* (Boone) broodstock. *Aquaculture Research*, Oxford, 34(5): 427-435.
- PALAU, L.C.; LÓPEZ, O.A.; RODRÍGUEZ, J.A.; ANGEL, J.A. Del; VEGA, B.O.A. 2003 Cromatografía de gases - espectrometria de masas, aplicado a la identificación y cuantificación de ácidos grasos. CIBNOR: Programa de Capacitación y Entrenamiento técnico especializado. La Paz, BCS - México. 56p. il.
- RACOTTA, I.S.; PALACIOS, E.; IBARRA, A.M. 2003 Shrimp larval quality in relation to broodstock condition. *Aquaculture*, Amsterdam, 227: 107-130.
- TRUJILLO, L.R. 1996 Técnicas e procedimentos empregados na maturação de camarões peneídeos. In: GESTEIRA, T.C.V. and NUNES, A.J.P. (eds.) In: WORKSHOP DO ESTADO DO CEARÁ SOBRE CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO, 1., 10-13/set./1996. *Anais...* Grupo de Estudos de Camarão Marinho - GECMAR: Fortaleza - CE. Brasil, p.67-85.
- WOUTERS, R.; GOMEZ, L.; LAVENS, P.; CALDERON, J. 1999 Feeding enriched *Artemia* biomass to (*Lito*)*Penaeus vannamei* broodstock: its effect on reproductive performance and larval quality. *Journal of Shellfish Research*, Groton, Connecticut, 18(2): 651-656.
- WOUTERS, R.; LAVENS, P.; MOLINA, C.; CALDERÓN, J. 2001a Lipid composition and vitamin content of wild female *Litopenaeus vannamei* in different stages of sexual maturation. *Aquaculture*, Amsterdam, 198: 307-323.
- WOUTERS, R.; LAVENS P.; NIETO, P.; SORGELOOS, P. 2001b Penaeid shrimp broodstock nutrition: an updated review on research and development. *Aquaculture*, Amsterdam, 202: 1-21.
- XU, X.L.; JI, W.J.; CASTELL, J.D.; O'DOR, R.K. 1994 Influence of dietary lipid sources on fecundity, egg hatchability and fatty acid composition of Chinese prawn [(*Marsu*)*Penaeus chinensis*] broodstock. *Aquaculture*, Amsterdam, 119: 359-370.
- ZAR, J.H. 1996 Biostatistical analysis. 3rd edition. New Jersey: Prentice Hall. 662p.