

A influência do ciclo lunar na reprodução e tempo de incubação de ovos de *Macrobrachium amazonicum* (decapoda: palaemonidae)

Argemiro Midonês Bastos
Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Amapá
– IFAP
argemiro.bastos@ifap.edu.br.

jo.lima@embrapa.br.
Marcos Tavares-Dias
Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária – Embrapa Amapá
marco.tavares@embrapa.br.

Jô de Farias Lima
Empresa Brasileira de Pesquisa
Agropecuária – Embrapa Amapá

Resumo

O ciclo lunar tem efeito sobre o comportamento de camarões, mas pouco se conhece sobre essa influência na eclosão de larvas. Este estudo investigou o efeito das fases lunares na eclosão de larvas e no tempo de incubação de ovos de *Macrobrachium amazonicum*. De novembro a dezembro de 2014, foram observadas 155 fêmeas ovígeras. A eclosão de larvas ocorreu em 50% das fêmeas, com diferenças para o tempo médio de incubação. A maior quantidade de fêmeas com desova bem-sucedida ocorreu na lua minguante (41%) e a menor na lua crescente (13%). O menor período de incubação foi para fêmeas isoladas na lua crescente (8,2 dias) e o maior na lua nova (11,5 dias), enquanto que para fêmeas agrupadas a média foi de 9,5 dias para o menor período de incubação. Conclui-se que a lua minguante influencia de forma positiva na desova bem-su-

cedida, e o tempo de incubação dos ovos de *M. amazonicum* e a fertilidade são melhores na lua crescente.

Palavras-chave: Desova. Tempo de incubação. *Macrobrachium amazonicum*.

8.1 Introdução

A força de atração gravitacional que a lua exerce sobre a Terra tem influência sobre qualquer líquido existente no planeta, desde aqueles das camadas superficiais (rios, mares e oceanos) até os contidos no interior dos vegetais e do corpo do homem. Assim, a influência da lua nas atividades relacionadas à agricultura, pesca, clima e saúde do homem têm sido investigadas (MENIN et al., 2014).

Além disso, uma série de parâmetros geofísicos sutis, como as forças eletromagnéticas, passam por mudanças no ciclo lunar e, portanto, podem ter certa influência em determinados ciclos biológicos (FRANKE; HOERSTGEN-SCHWARK, 2013).

As fases da lua referem-se à mudança aparente da porção visível iluminada do satélite devido à variação da sua posição em relação à Terra e ao sol. O ciclo completo, denominado lunação, mês lunar ou mês sinódico, é de 29,53 dias, período no qual a lua passa da fase nova (seu crescimento), quando sua porção iluminada visível, para a fase crescente (quando passa a aumentar gradualmente) até que, duas semanas depois, ocorra a lua cheia (sua plenitude) e, por cerca de duas semanas, volta a diminuir (lua minguante) e o satélite entra novamente na fase nova (OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2013).

Nos crustáceos decápodes, o metabolismo e a reprodução estão relacionados ao ciclo de ecdise (troca do exoesqueleto) e ambos são influenciados por mudanças ambientais sazonais que tendem a favorecer a sobrevivência da prole. A importância relativa de fatores ambientais particulares pode variar entre diferentes espécies e ambientes (BAUER, 1992).

A ecdise é uma característica comum e frequente na vida dos crustáceos e pode ser influenciada por fatores fisiológicos e ambientais (CHARMATIER-DAURES; VERNET, 2004). Ciclos de muda podem estar associados às fases distintas de ciclos geofísicos (FRANKE; HOERSTGEN-SCHWARK, 2013). Em geral, os padrões temporais de muda e reprodução são controlados pela frequência e amplitude das mudanças de temperatura e comprimento da luz do dia, especialmente em espécies que habitam latitudes subtropicais e temperadas cujas estações climáticas são bem marcadas (ITUARTE et al., 2004). No entanto, a ecdise e a reprodução em crustáceos marinhos podem também ser associadas a ciclos mais curtos de periodicidades ambientais, tais como o ciclo lunar mensal, o semilunar, o ciclo de marés vivas-morta, o ciclo diário e o ciclo das marés (KLAPOW, 1972). Segundo

Franke e Hoerstgen-Schwark (2013), o significado adaptativo desses fenômenos, bem como a base subjacente dos mecanismos, ainda é pouco compreendido.

No caso dos camarões marinhos, estudos indicam que o incremento em massa corporal ocorre nas fases de lua cheia e lua nova (GRIFFITH; WIGGLESWORTH, 1993). No entanto, não há informações sobre a influência da lua na reprodução de *Macrobrachium amazonicum*, decápode nativo que possui grande importância econômica para a pesca na Amazônia e potencial para aquicultura na América do Sul (AYA-BAQUERO; VELASCO-SANTAMARÍA, 2013). Contudo, para produção em larga escala, é necessário compreender como fatores abióticos como as fases lunares podem influenciar na reprodução e no crescimento dessa espécie. Assim, o presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos da fase lunar na eclosão de larvas e no tempo de incubação dos ovos de *M. amazonicum*.

8.2 Materiais e métodos

Para o acasalamento de *M. amazonicum*, utilizaram-se animais adultos, oriundos de larvicultura realizada no período de junho a agosto de 2014, no Laboratório de Larvicultura da Embrapa Amapá (0° 0'50.07"S e 51° 5'8.58"O), Macapá, Estado do Amapá (Brasil). Os animais foram mantidos em quatro tanques de mil litros, com sistema de recirculação de água e aeração constante. Os tanques foram povoados com 88 machos do morfotipo Ciannamon Claw (CC) e 384 fêmeas em diferentes estágios de maturação gonadal, o que correspondeu a uma proporção sexual de 4,4 fêmeas para cada macho.

À medida que essas fêmeas de *M. amazonicum* ficaram ovígeras, foi registrada a fase da lua com base no calendário lunar 2014 do Observatório Nacional. As fêmeas foram então isoladas em recipientes plásticos de cor preta, com capacidade de dois litros de água doce, aeração constante e fotoperíodo de doze horas diárias de luz e doze horas de escuro. A alimentação consistiu de ração comercial peletizada (35% de proteína bruta), com oferta diária de dois pellets para cada fêmea. A cada três dias a água dos recipientes era totalmente substituída e os parâmetros de qualidade de água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica) foram medidos com o uso de uma sonda multiparâmetros (Horiba, modelo U-52G). A amônia total foi medida a cada três dias com auxílio de um fotômetro medidor de amônia, marca Hanna, Modelo HI 96715C.

A fertilidade foi determinada pelo método de amostragem, tendo como base a média aritmética da contagem do número de larvas presentes em dois mililitros utilizando-se vinte amostras, em seguida a média foi extrapolada para o volume real do recipiente que continha as larvas.

Todas as fêmeas foram agrupadas em classes de comprimento total e massa, para identificar possíveis padrões na desova, considerando as diferentes fases da lua.

Os grupos de classes apresentam intervalos de 5 milímetros de comprimento total e 0,5 grama de massa.

Para cada fêmea de *M. amazonicum* foram medidos a massa corporal (g) em balança de precisão (Marte, modelo BL 320H) e o comprimento total (mm), que se refere à extremidade livre do rostro até a extremidade livre do telso, usando um paquímetro digital (Starrett 150 mm). De posse desses dados, foram determinados a relação massa-comprimento e o fator de condição relativa (Kn). Para calcular a relação massa-comprimento foi usada a equação $M_t = aC_p^b$, onde M_t é a massa total em g, C_p é o comprimento padrão em mm, e a e b são constantes. Essas constantes foram estimadas pela regressão linear da equação transformada: $M = \log a + b \times \log C$. O nível de significância de r foi estimado e o valor de b testado por meio do teste- t para saber se $b = 3$ (LE CREN, 1951).

8.2.1 Análise e estatísticas dos dados

Para verificar as relações das desovas com o comprimento, a massa corporal, o fator de condição relativa e o tempo de incubação, foi usado o coeficiente de correlação de Pearson (ZAR, 2010). Além disso, foi usada regressão linear múltipla para verificar quais fatores apresentaram correlação com a desova das fêmeas de *M. amazonicum*.

O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para testar a normalidade nos conjuntos de dados, que foram então submetidos à Análise de Variância (ANOVA) fatorial, na qual comprimento, massa, fator de condição, tempo de incubação e número de larvas eclodidas foram utilizados como variável dependente e como fatores “Status”, com dois níveis (desovou e abortou), e “fases da lua”, com quatro níveis (nova, crescente, cheia e minguante), foram usadas como variável independente. Quando observadas diferenças entre os tratamentos, foi usado o teste de Tukey para comparação entre médias. Tais análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015) e utilizando 5% como valor de significância estatística.

8.3 Resultados e discussões

8.3.1 Parâmetros de qualidade de água

Observou-se que para todas as fases da lua, no período em que as fêmeas foram isoladas, não houve variações nos níveis médios de temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e amônia na água utilizada na incubação (Tabela 8.1).

Tabela 8.1 Valores médios \pm desvio padrão (DP) dos parâmetros de qualidade da água no período de incubação de *Macrobrachium amazonicum*. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey ($p>0,05$).

Parâmetros	Fases da lua			
	Nova	Crescente	Cheia	Minguante
Temperatura (°C)	28,70 \pm 0,12 ^a	28,04 \pm 0,39 ^a	28,42 \pm 0,23 ^a	28,49 \pm 0,22 ^a
pH	7,60 \pm 0,07 ^a	7,60 \pm 0,10 ^a	7,59 \pm 0,05 ^a	7,59 \pm 0,08 ^a
Oxigênio dissolvido (mg/L)	7,70 \pm 0,06 ^a	7,72 \pm 0,09 ^a	7,70 \pm 0,12 ^a	7,710 \pm 0,08 ^a
Condutividade elétrica (mS/cm)	0,16 \pm 0,01 ^a	0,16 \pm 0,02 ^a	0,16 \pm 0,02 ^a	0,16 \pm 0,01 ^a
Amônia total (mgL ⁻¹)	0,22 \pm 0,03 ^a	0,23 \pm 0,03 ^a	0,23 \pm 0,04 ^a	0,23 \pm 0,03 ^a

8.3.2 Massa-comprimento e fator de condição das fêmeas ovígeras de *M. amazonicum*

No período de 60 dias foram isoladas 155 fêmeas de *M. amazonicum*. O comprimento padrão variou de 45 a 120 milímetros e as maiores frequências ocorreram entre 80 e 95 milímetros. A massa variou de 1,20 a 13,5 gramas e as maiores frequências foram no intervalo de 4,5 a 7,0 gramas (Figuras 8.1A e 8.1B).

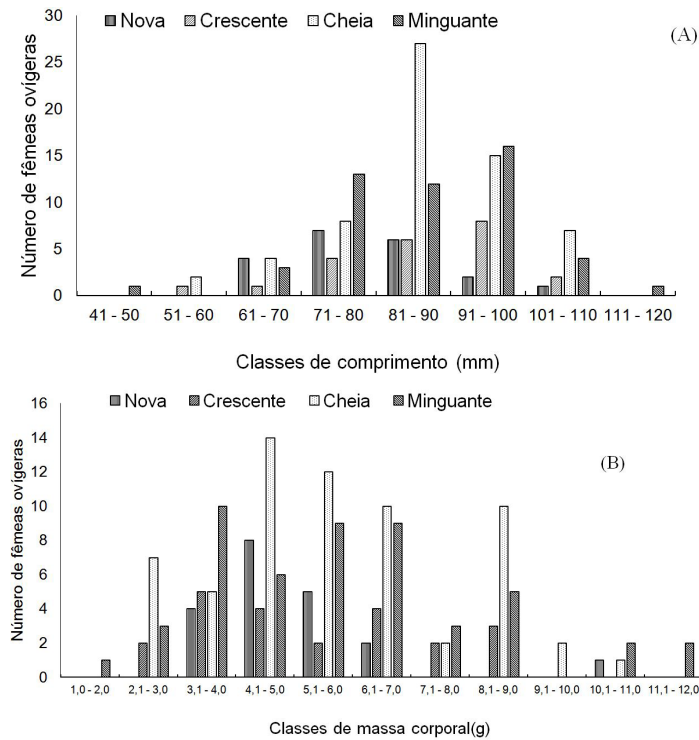


Figura 8.1 Histograma das classes de (A) comprimento padrão e (B) massa corporal de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* de acordo com a fase lunar.

O crescimento de *M. amazonicum* em todas as fases da lua foi alométrico negativo, similar ao descrito para essa mesma espécie capturada em região estuarina do estado do Pará (NÓBREGA et al., 2014). A relação massa-comprimento é uma importante ferramenta nos estudos de biologia, fisiologia e ecologia pesqueira, pois é útil para determinar a massa corporal, quando apenas as medidas de comprimento são avaliadas e permite comparações entre o crescimento de diferentes populações (DEEKAE; ABOWED, 2010).

O fator de condição foi maior na lua crescente, indicando que as fêmeas de *M. amazonicum*, nessa fase, possuíam melhores condições de reprodução. Ao testar a influência da fase da lua no número de fêmeas que tiveram larvas eclodidas usando o Kn parâmetro, observou-se interação entre as fases minguante-cheia e nova-crescente. Portanto, é possível que durante a atividade reprodutiva, em decorrência da mobilização das reservas energéticas, a lua exerça influência sobre as fêmeas ovígeras.

Não houve diferença estatística significativa tanto para o comprimento quanto para a massa entre as fases da lua. Os dados mostraram-se homogêneos para o comprimento e heterogêneos para a massa (Tabela 8.2).

Tabela 8.2 Média \pm desvio padrão (DP), mínimo (Min) e máximo (Max) do comprimento total (mm) e massa (g) de fêmeas de *M. amazonicum* desovada e Coeficiente de Variação (CV), de acordo com a fase da lua. Letras iguais, na mesma coluna, não indicam diferenças pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fases lunares	N	Comprimento (mm)			Massa corporal (g)		
		Média \pm DP	Min-Max	CV (%)	Média \pm DP	Min-Max	CV (%)
Nova	20	83,1 \pm 10,8 ^a	3,22-10,8	13,0	5,37 \pm 1,83 ^a	3,22-10,8	34,1
Crescente	22	84,2 \pm 12,2 ^a	2,10-8,94	14,5	5,51 \pm 2,02 ^a	2,10-8,94	36,7
Cheia	63	84,9 \pm 11,3 ^a	1,75-10,0	13,3	5,83 \pm 3,01 ^a	1,75-10,0	34,4
Minguante	50	84,0 \pm 13,0 ^a	1,20-13,3	15,5	5,95 \pm 2,46 ^a	1,20-13,3	41,4

A eclosão das larvas ocorreu em pouco mais da metade das fêmeas ovígeras isoladas e a Figura 8.2 mostra o percentual de eclosão segundo a fase da lua.

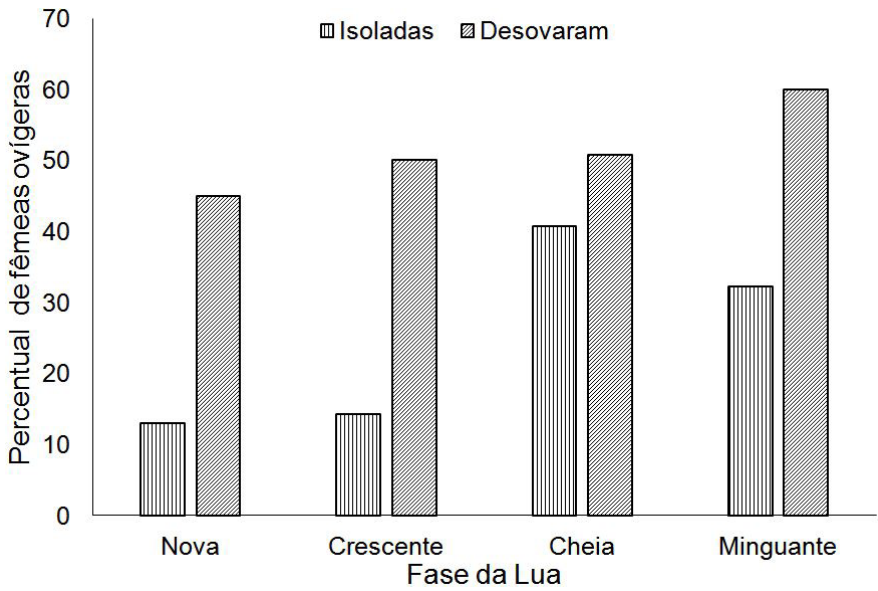


Figura 8.2 Percentual de fêmeas de *M. amazonicum* isoladas que tiveram larvas eclodidas durante 60 dias de experimento, de acordo com as fases da lua.

As equações que descrevem a relação massa-comprimento das fêmeas de *M. amazonicum*, em cada fase lunar, mostrou crescimento do tipo alométrico negativo, que indica maior incremento na massa corporal que no comprimento. O Kn foi maior na lua minguante e menor na lua crescente (Tabela 8.3).

Tabela 8.3. Equações da relação massa-comprimento e fator de condição relativa (Kn) para as fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* de acordo com a fase da lua. Letras diferentes, na mesma coluna, indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Fase da lua	Equação crescimento	Kn	b	R²
Nova	$M = 2E-04C^{2,315}$	$1,00 \pm 0,08a$	2,3150	0,9106
Crescente	$M = 6E-05C^{2,5563}$	$0,98 \pm 0,07a$	2,5563	0,9348
Cheia	$M = 3E-05C^{2,7216}$	$0,99 \pm 0,06b$	2,7216	0,9368
Minguante	$M = 2E-05C^{2,8306}$	$1,01 \pm 0,06b$	2,8306	0,9613
Agrupado	$M = 4E-05C^{2,6901}$	$1,00 \pm 0,06$	2,6901	0,9424

Houve presença de fêmeas ovígeras em quase todos os dias do período do experimento. A primeira desova ocorreu cinco dias após o isolamento das fêmeas e a última após treze dias (Figura 8.3).

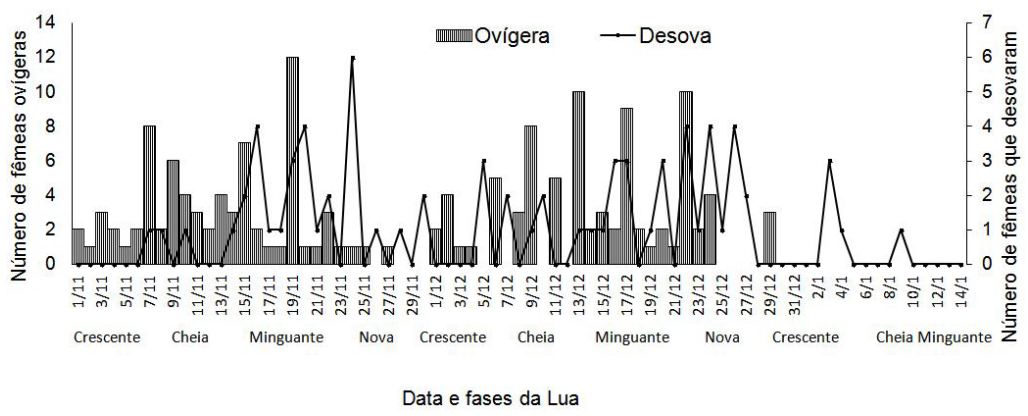


Figura 8.3 Número de fêmeas ovíferas de *M. amazonicum* isoladas e número de fêmeas que tiveram larvas eclodidas após o período de isolamento.

8.3.3 Tempo de incubação e desova

Houve diferença na desova das fêmeas nas fases nova-crescente e nova-minuante (Figura 8.4).

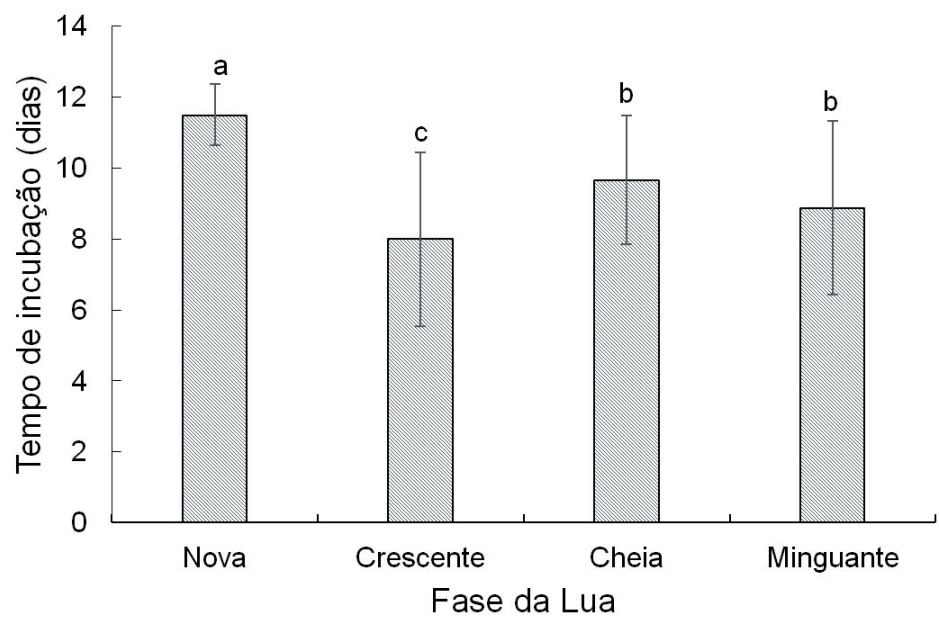


Figura 8.4 Boxplot do período médio de incubação das fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* durante 60 dias de isolamento, segundo a fase da lua. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Os dados de fertilidade não apresentaram diferença ($p<0,05$) quando consideradas as fases da lua. A fertilidade apresentou correlação positiva a com o comprimento ($r= 0,8405$) e a massa corporal ($r= 0,8091$) das fêmeas de *M. amazonicum* (Tabela 8.4) (Figuras 8.5A e 8.5B).

Tabela 8.4 Coeficiente de correlação de Pearson da taxa de fertilidade como o comprimento (C) de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum*, de acordo com a fase da lua.

Fase da lua	Equação de fertilidade	r (comprimento)	r (massa)	R ²
Nova	$F = 34,133C - 1946,1a$	0,90	0,88	0,8115
Crescente	$F = 39,165C - 2422,1a$	0,97	1,00	0,5995
Cheia	$F = 29,479C - 1545,8a$	0,82	0,80	0,6732
Minguante	$F = 29,865C - 1642,9a$	0,84	0,84	0,7702
Agrupado	$F = 30,791C - 1680,8$	0,84	0,81	0,7064

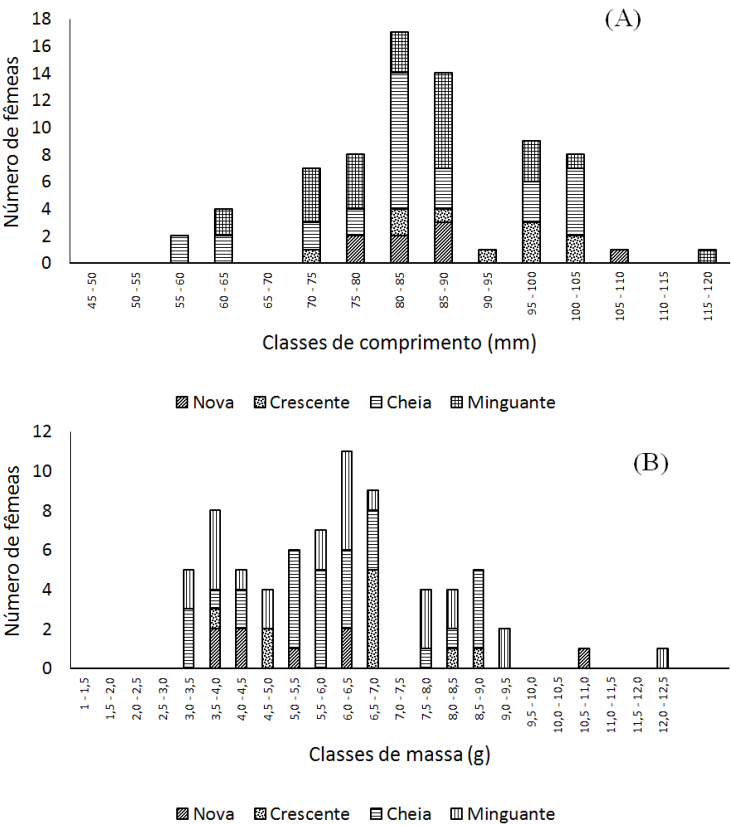


Figura 8.5 Fertilidade de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* de acordo com as classes de (A) comprimento total e (B) massa corporal durante as diferentes fases da lua, em um período de 60 dias.

Não houve diferença no número de larvas eclodidas. A maior taxa de eclosão de larvas ocorreu na lua crescente, 1.122 larvas e a menor na lua minguante, 908 larvas (Figura 8.6).

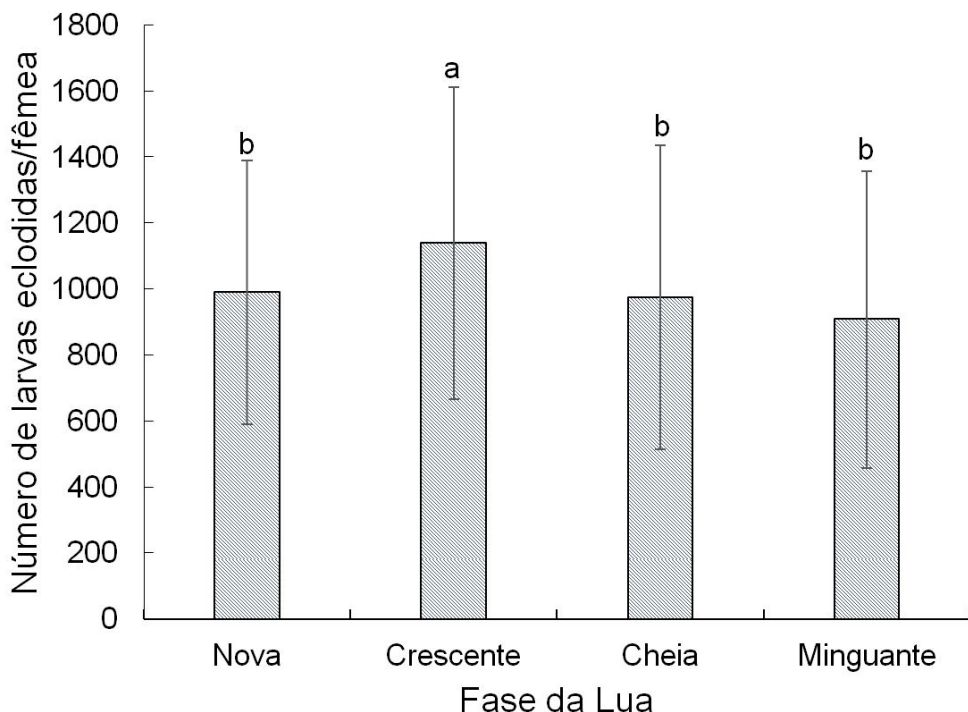


Figura 8.6 Número de larvas eclodidas (fertilidade) de fêmeas de *Macrobrachium amazonicum*, segundo a fase da Lua. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

8.4 Discussão

Os parâmetros de qualidade da água neste estudo mantiveram-se dentro dos padrões recomendados para cultivo de *M. amazonicum* (VALENTI; MORAES-RIO-DADES, 2001; PRETO et al., 2011; AYA-BAQUERO; VELASCO-SANTAMARÍA, 2013). A utilização da água proveniente dos tanques onde estavam os reprodutores, utilizada na renovação da água de cultivo para incubação das fêmeas a cada três dias, e o controle da quantidade de ração diária possibilitaram a manutenção dos níveis adequados de pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e amônia.

Macrobrachium amazonicum pode atingir até 17 centímetros de comprimento, mas pode ser considerado adulto a partir de 4,5 centímetros quando inicia a maturidade reprodutiva (DA SILVA et al., 2004). No estuário amazônico,

há uma leve predominância de fêmeas na população, principalmente no período reprodutivo (LIMA, 2014). Para fêmeas de *M. amazonicum* cultivadas na Colômbia, Aya-Baquero e Velasco-Santamaría (2013) descreveram comprimento total variando de 4,0 a 5,8 centímetros. Porém, na natureza há registro de indivíduos capturados medindo com 15 centímetros de comprimento total (LIMA, 2014). No nordeste do Brasil, há registro de capturas de animais com comprimento entre 4,5 e 10,5 centímetros (SAMPAIO et al., 2007). Em cativeiro, são relatados valores médios inferiores aos encontrados em ambiente natural, por exemplo, Lobão et al. (1986) avaliaram a fertilidade em fêmeas de *Macrobrachium amazonicum* com comprimentos entre 3,8 e 6,7 centímetros. Neste estudo, o comprimento total das fêmeas variou de 4,8 a 12 centímetros. Além disso, houve correlação positiva do comprimento total com a massa corporal dos camarões, como esperado.

Uma análise de variância revelou que o tempo médio para a eclosão de larvas foi diferente entre as quatro fases da lua. Verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) no período de incubação para fêmeas isoladas na lua crescente. Esse período, em média, é quatro dias inferior ao observado para as desovas ocorridas na lua nova. O tempo médio de incubação das fêmeas neste estudo foi de 8,8 dias, enquanto para essa mesma espécie cultivada na Colômbia, o tempo de incubação foi de dezenove dias (AYA-BAQUERO; VELASCO-SANTAMARÍA, 2013). A comparação com outros estudos é prejudicada, pois eles não registraram a fase da lua quando da eclosão de larvas. No entanto, os resultados sugerem que o desenvolvimento embrionário de *M. amazonicum* é influenciado pela fase da lua.

Quanto à taxa de eclosão, ela é influenciada por fatores bióticos (tamanho, qualidade do ambiente, latitude, temperatura, qualidade e quantidade do alimento) e abióticos, principalmente as condições fisiológicas dos animais (AYA-BAQUERO; VELASCO-SANTAMARÍA, 2013). Ao testar a influência do ciclo lunar no número de fêmeas que tiveram larvas eclodidas, conclui-se que as fases da lua não influenciaram esse parâmetro.

O sucesso reprodutivo de machos depende da sua capacidade de encontrar e fecundar o maior número de fêmeas receptivas (CORREA; THIEL, 2003). Entretanto, fatores como crescimento e mortalidade atuam diferentemente em machos e fêmeas, podendo alterar a proporção sexual esperada em ambiente natural, que é 1:1. Assim, uma proporção maior de fêmeas pode ser vantajosa para o sucesso da cópula. Outro fator que contribui para aumentarmos a proporção em criação intensiva é que *M. amazonicum* tem baixa fertilidade quando comparada a outras espécies de *Macrobrachium* (SILVA; SAMPAIO; SANTOS, 2004). Oliveira (2010), por exemplo, encontrou maior índice de fertilidade para fêmeas de *M. amazonicum* ao utilizar a proporção de um macho para seis fêmeas (1:6).

A fertilidade das fêmeas está relacionada ao tamanho (comprimento e massa corporal) dos animais. Para *M. amazonicum*, o período de reprodução é contínuo, com picos nos meses de abril-maio, setembro-outubro e dezembro-janeiro (SILVA et al., 2007). Além disso, a síntese de hormônios sexuais (estradiol, progesterona e testosterona) pode causar variação na fertilidade dos animais (MACIEL; VALENTI, 2009).

Neste estudo, foi utilizada a proporção de um macho para quatro fêmeas (1:4), e os resultados não indicaram qualquer diferença na fecundidade entre as fases da lua durante o período do experimento.

O número de larvas eclodidas variou de 908 a 1.122, com taxa de eclosão de 50%, indicando correlação positiva entre o tamanho em comprimento e massa corporal com o número de larvas. Esse número foi maior que o descrito por (AYA-BAQUERO; VELASCO-SANTAMARÍA, 2013) para *M. amazonicum* (102 a 703 larvas). Lobão et al. (1986) relataram variação de 21 a 1.848 larvas. Ademais, a fertilidade média foi maior para fêmeas isoladas na lua crescente.

8.5 Considerações finais

O cultivo de *M. amazonicum* pode ser uma grande oportunidade para a introdução da carcinicultura no estado do Amapá, uma vez que as condições climáticas conferem grande potencial para cultivo dessa espécie nativa, necessitando produção de larvas. O conhecimento da influência do ciclo lunar no processo reprodutivo dessa espécie irá contribuir para o estabelecimento de larviculturas que maximizem a produção de larvas a partir do manejo e da seleção de reprodutores. Este estudo mostra que o ciclo lunar influencia positivamente a taxa de eclosão de larvas, o tempo de incubação dos ovos de *M. amazonicum* e a fertilidade. Os resultados contribuem para melhoria do conhecimento da espécie e aplicação das informações em cultivo intensivo. No entanto, é recomendável que estudos futuros avaliem a influência do ciclo lunar em possíveis alterações dos hormônios responsáveis pela ecdise e pela reprodução.

8.6 Agradecimentos

Os autores agradecem a Evandro Freitas dos Santos, Stig Silva Duarte, Elane Santos e Tainá Carvalho por sua colaboração nos ensaios de laboratório. Este trabalho foi financiado pela Fundação de Pesquisa do Estado do Amapá (Fundação de Pesquisa do Estado do Amapá-FAPEAP) e por uma bolsa de pesquisa do CNPq produtividade com o Dr. M. Tavares-Dias.

8.7 Referências

- AYA-BAQUERO, E.; VELASCO-SANTAMARÍA, Y. Fecundidad y fertilidad de *Macrobrachium amazonicum* (Héller 1862) (Decápoda, Palaemonidae) del Piedemonte Llanero Colombiano. **Revista MVZ**, Córdoba, 2013, p. 3773-3780.
- BAUER, R. T. Testing generalizations about latitudinal variations in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and carideans shrimp species. **Invertebrate Reproduction & Development**, 1992. p. 193-202.
- CHARMATIER-DAURES, M.; VERNET, G. Moulting, autotomy, and regeneration. **Crustacea**, 2004. p. 161-255.
- CORREA, C.; THIEL, M. Mating systems in caridean shrimp (Decapoda: Caridea) and their evolutionary consequences for sexual dimorphism and reproductive biology. **Revista Chilena de Historia Natural**, n. 76, p. 187-203, 2003.
- DA SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S.; SANTOS, J. A. Fecundity and Fertility of *Macrobrachium amazonicum* (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, 2004, p. 489-500.
- DEEKAE, S. N.; ABOWED, J. F. N. *Macrobrachium macrobrachion* (Herklots, 1851) length-weight relationship and Fulton's condition factor in Luubara creek, Ogoni Land, Niger Delta, Nigeria. **International Journal of Animal and Veterinary Advances**, 2010, p.155-162.
- FRANKE, R.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G. Lunar-Rhythmic Molting in Laboratory Populations of the Noble Crayfish *Astacus astacus* (Crustacea, Astacidea): An Experimental Analysis. **PLoS ONE**, 2013, p. 1-11.
- GRIFFITH, D. R. W.; WIGGLESWORTH, J. M. Growth rhythms in the shrimp *Penaeus vannamei* and *L. schmitti*. **Marine Biology**, v. 115, 1993, p. 285-299.
- HECKLER, G. S. et al. Biologia populacional e reprodutiva do camarão sete-barbas na baía de Santos, São Paulo. **Boletim do Instituto de Pesca**, 2013, p. 283-297.
- ITUARTE, R. B.; SPIVAK, E. D.; LUPPI, T. A. Female reproductive cycle of the southwestern Atlantic estuarine crab *Chasmagnathus granulatus* (Brachyura: Grapsoidea: Varunidae). **Science Marine**, 2004, p. 127-137.

- KLAPOW, L. A. Fortnightly molting and reproductive cycles in the Sand Beach isopod *Excirolata Chiltoni*. **Biological Bulletin**, 1972, p. 568-591.
- LE CREN, E. D. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). **Journal of animal Ecology**, n. 20, 1951, p. 201-219.
- LIMA, J. D. F. Reproductive aspects of *Macrobrachium amazonicum* (Decapoda: Palaemonidae) in the State of Amapá, Amazon River mouth. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 2, 2014, p. 245-254.
- MACIEL, C. R.; VALENTI, W. C. Biology, Fisheries and Aquaculture of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum*: A Review. **Nauplius**, 2009, p. 61-79.
- MENIN, L. F. et al. Influência das fases lunares no desenvolvimento das culturas de rúcula (*Eruca sativa* Hill) e rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2014, p. 117-123.
- NÓBREGA, P. S. V.; BENTES, B.; MARTINELLI-LEMO, J. M. Population structure and relative growth of the Amazon shrimp *Macrobrachium amazonicum*. (Heller, 1862) (Decapoda: Palaemonidae) on two islands in the fluvial-estuarine plain of the Brazilian Amazon. **Nauplius**, 2014. 13-20.
- OBSERVATÓRIO NACIONAL. **Fases da Lua**. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2013. p. 49
- OLIVEIRA, W. D. S. Efeito da proporção sexual no comportamento reprodutivo do camarão-de-água-doce *Macrobrachium amazonicum* em cativeiro. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras dos Trópicos), Manaus, 2010.
- PRETO, B. L. et al. Production strategies for short term grow-out of the Amazon River prawn *Macrobrachium amazonicum* (Heller 1862) in ponds. **Pan-Amarecian Journal of Aquatic Sciences**, 2011, p. 1-8.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. [S.l.]: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>.
- SAMPAIO, C. M. S. et al. Reproductive cycle of *Macrobrachium amazonicum* females (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal Biology**, 2007, p. 551-559.

SILVA, M. C. N.; FRÉDOU, F. L.; FILHO, J. S. R. Estudo do crescimento do camarão *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). **Ciência & Desenvolvimento**, Belém, 2007, p. 85-104.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, C. M. S.; SANTOS, J. A. Fecundity and fertility of *Macrobrachium* (Crustacea, Palaemonidae). **Brazilian Journal of Biology**, 2004, p. 489-500.

VALENTI, W. C.; MORAES-RIODADES, P. M. C. Freshwater prawn farming in Brazil. **Global Aquaculture Advocate**, 2001, p. 52-53.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5. ed. Illinois: Pearson, 2010. 960 p.

