

Estimativa do tamanho das fêmeas com ovos de *Moina minuta* Hansen, 1899 (Cladocera, Crustacea) no lago Amapá, Rio Branco, Estado do Acre, Brasil

Erlei Cassiano Keppeler^{1*} e Elsa Rodrigues Hardy²

¹Curso de Pós-Graduação em Aqüicultura em Águas continentais, Unesp/SP, campus de Jaboticabal. Av. Jaime Ribeiro, nº. 888, Centro de Aqüicultura - Caunesp, 14.870.000, Jaboticabal, São Paulo, Brasil e Universidade Federal do Acre, campus Universitário, Distrito Industrial, 69.915.900, Rio Branco, Acre, Brasil. ²Centro de Pesquisas em Biologia Aquática- CPBA, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-Inpa, Av. Alameda Cosme Ferreira, 1756, 69083-000, Manaus, Amazonas, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: erlei@caunesp.unesp.br

RESUMO. *Moina minuta*, uma espécie tropical de Cladocera, foi selecionada para o estudo do tamanho médio de maturidade e produção de ovos da fêmea, por ser abundante e freqüente nas amostras, durante a fase de águas baixas do ano de 1997 e fase de águas altas em 1998, no lago Amapá, na Amazônia Ocidental. A primipara apresentou tamanhos de 330 μm e 340 μm , respectivamente, na fase de águas baixas e fase de águas altas. Os indivíduos de *M. minuta* alcançaram tamanho máximo nas águas altas (595 μm). O tamanho médio das fêmeas ovígeras, na fase de águas baixas, foi de 501 μm , produzindo em média 4,41 ovos/fêmea, enquanto que na fase de águas altas foi de 533 μm , com uma média de 4,84 ovos/fêmea. Os resultados, demonstrados através da análise do teste t e teste F de Fischer, mostraram que não houve diferenças estatísticas nos tamanhos dos indivíduos ($t = -10,69$, $F = 1,20$ e $P > 0,1227$), como também nos tamanhos das fêmeas ovígeras ($t = -4,45$, $F = 1,02$ e $P > 0,8906$), considerando os dois períodos sazonais estudados.

Palavras-chave: *Moina minuta*, fêmeas ovígeras, Amazônia.

ABSTRACT. Estimating the size of ovigerous females of *Moina minuta* (Cladocera - Crustacea) in Amapá Lake, Rio Branco, state of Acre, Brazil. *Moina minuta*, a tropical species of Cladocera, was selected for the study of medium size at maturity and female egg production, due to its abundance and frequency in samples during low-water season in 1997 and high-water season in 1998, in Amapá Lake, Western Amazonia. The primiparous female had a size of 330 μm and 340 μm in low and high water, respectively. *Moina* individuals reached maximum size during high water (595 μm). The medium size of the ovigerous females, in low water was 501 μm , producing an average of 4.41 eggs/female, while in high water, it was 533 μm , with an average egg production of 4.84 eggs/female. The results, analyzed by the t test and Fischer's F test, showed that there were no statistical differences in size among individuals ($t = -10.69$, $F = 1.20$ and $P > 0.1227$), nor among ovigerous females ($t = -4.45$, $F = 1.02$ and $P > 0.8906$), considering the two seasons.

Key words: *Moina minuta*, ovigerous females, Amazonia.

Introdução

Crescimento e reprodução são aspectos da história de vida do zooplâncton. A reprodução pode ser analisada através do padrão de crescimento juvenil e da alocação dos recursos energéticos para a reprodução ou para o crescimento, dependendo das condições ambientais existentes (Jayatunga, 1986; Caraballo, 1992).

Os cladóceros produzem, principalmente, ovos partenogenéticos. As fêmeas adultas carregam, em

uma câmara incubadora, vários ovos, dos quais eclodem em neonatas, após alguns estágios de desenvolvimento. Vários autores, como Jayatunga (1986), Hardy (1992) e Caraballo (1992), demonstraram que a concentração de alimento e a temperatura afetam o número de ovos produzidos pelas fêmeas, sendo o alimento o fator mais importante na determinação do número de ovos por desova. O tamanho e a fecundidade da primipara são importantes para avaliar as condições de alimento, temperatura e predação no meio (Santos-Silva *et al.*, 1989; Caraballo, 1992; Hardy, 1992). As variáveis

ambientais podem influenciar na taxa de reprodução de cladóceros (Lampert, 1988).

A quantidade de alimento disponível afeta diretamente o crescimento, a taxa de filtração, a taxa de assimilação, fecundidade, a viabilidade dos ovos, a taxa de mortalidade e a capacidade de evitar a predação por invertebrados (Caraballo, 1992).

A temperatura é um fator ambiental que influencia a fecundidade, um importante parâmetro do ciclo de vida, relacionando-se às adaptações fisiológicas, taxas de crescimento, desenvolvimento e reprodução. Burak (1997) investigou o efeito da temperatura de *Moina macrocopa*, em várias concentrações alimentares de *Scenedesmus* sp., em indivíduos da primeira geração (não adaptados) e da terceira geração (adaptados). Essa geração apresentou uma preferência trófica de 74,5 mg.L⁻¹ de peso seco dessa alga, a 20°C. Sakwinska (1998) afirma, ainda, que a temperatura e a predação são dois efeitos que apresentam interação, regulando o ciclo de vida de *Daphnia magna*, atuando na migração vertical diária desse cladóceros.

A análise da média do tamanho de indivíduos de uma população desses organismos é, em regiões tropicais, quase inexistente, bem como características populacionais e aspectos reprodutivos de *Moina*, que representa um gênero de uso potencial como alimento vivo na aquicultura.

Hardy (1992) estudou cladóceros “*in vitro*”, observando-os em condições controladas de temperatura, turbidez e alimento disponível, além de avaliações de sua produção no lago Jacaretinga. Caraballo (1992) observou “*in situ*” os principais fatores controladores do crescimento populacional de *Daphnia gessneri* e *Ceriodaphnia cornuta*, no lago Calado, durante o período de águas altas, realizando estudos da história de vida e dinâmica populacional dessas duas espécies.

Aspectos da história de vida de diversas espécies de *Moina* têm sido investigados, especialmente em condições experimentais de laboratório. Diaz-Castro e Hardy (1998) estudaram *Moina micrura*, submetendo essa espécie a diferentes dietas de algas, *Scenedesmus quadricauda*, *Ankistrodesmus gracilis* e *Pediastrum duplex*. A produção média de ovos foi menor e estatisticamente diferente, quando alimentada com *Scenedesmus quadricauda*, comparando-se as médias de ovos produzidas pelas demais espécies.

Este trabalho teve como objetivo contribuir com informações sobre a biologia de *Moina minuta*, em dois períodos do pulso de inundação (águas baixas e águas altas), considerando (i) o tamanho médio de maturidade e (ii) o número de ovos produzidos.

Material e métodos

O lago Amapá situa-se entre as coordenadas 10°2'36"S e 67°50'24"W (Figura 1), no município de Rio Branco, Estado do Acre, na Amazônia Sul-Occidental. Esse lago meândrico, forma geralmente encontrada nessa região, é afluente do rio Acre, caracterizado, segundo Sioli (1984), como um rio de água branca, de água turbida, que apresenta transparência entre 0,04 e 0,40 m, temperatura variando de 23,0 a 30,5°C, pH de 4,5 a 6,7 e oxigênio dissolvido com valores de 3,88 a 9,79 mg.L⁻¹ (Sendacz e Melo-Costa, 1991). Uma das principais características do lago estudado são as flutuações do nível da água, alterando os níveis hidrométricos, determinando, no lago Amapá, dois períodos hidrológicos: (1) águas baixas (maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro de 1997) e (2) águas altas (janeiro, fevereiro, março de 1998) influenciado pelo regime hidrológico do rio Acre, especialmente durante o período de águas altas.

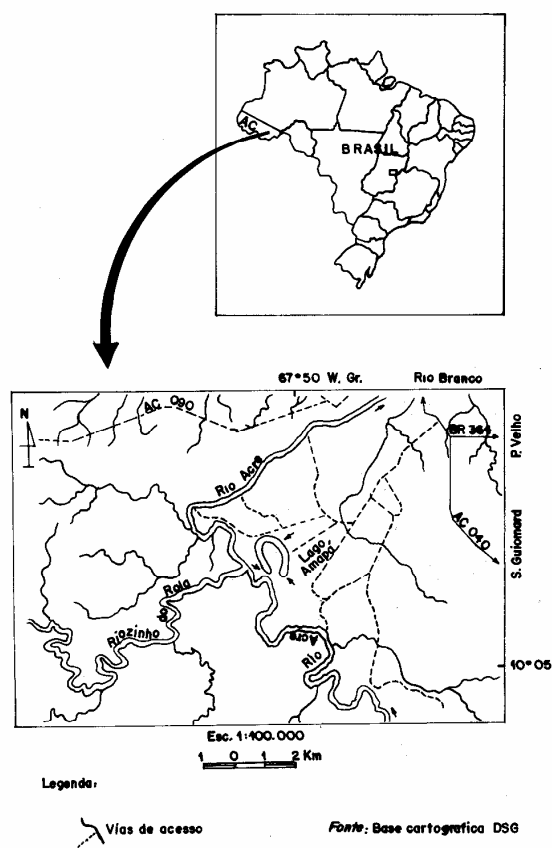


Figura 1. Localização do lago Amapá em Rio Branco, Estado do Acre, Brasil, com estações de coletas representadas por setas

As amostras de cladóceros foram utilizadas para a determinação em *Moina minuta* da média de maturidade e produção de ovos dessa espécie, durante 20 dias, em intervalos geralmente semanais

(exceto em setembro e outubro), contemplando dois períodos, fase de águas baixas (08/05 a 30/10/97) e fase de águas altas (05/01 a 26/02/98). Com o auxílio de uma rede de zooplâncton de 55 μm de abertura de malha, os organismos foram coletados, em um total de 12 a 24 arrastos verticais. O maior número de arrastos ocorreu na fase de águas altas devido à diluição da coluna da água, em consequência da entrada da água do rio Acre no lago Amapá.

No laboratório, foram separados de 70 a 100 indivíduos vivos por coleta, analisados preferencialmente vivos, anestesiados com água carbonatada. Os organismos foram separados, utilizando-se microscópio estereoscópio marca DF Vasconcelos, modelo n°. 3618 e, posteriormente, mensurados, desde o final da carapaça até a parte superior do olho, em microscópio óptico marca Carl Zeiss acoplado à câmara clara, a qual serviu, juntamente com a régua milimetrada, para a medida. Também foram verificados e contados os ovos e/ou embriões presentes nesses organismos. Além disso, foram quantificados Chaoborídeos e *Moina minuta* para correlacionar a predação nesse grupo.

Foram analisados, na maioria das coletas (18), alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos. No campo, a transparência da água foi obtida por intermédio da leitura do disco de Secchi. As amostras de água foram coletadas com uma Garrafa de Van Dorn em duas diferentes profundidades: na superfície e meio (até a zona fótica) da coluna da água. São apresentados os valores médios desses dois pontos, representando os fatores abióticos desse estudo. A temperatura foi determinada com um termômetro de mercúrio, a condutividade elétrica e o pH, respectivamente, com pH-mêtro marca

OP110 Radelkis-Budapest e condutivímetro modelo LF37 Leitfähigkeit.

O oxigênio dissolvido foi medido pelo método Winkler modificado (Golterman, 1969). Para a determinação da clorofila-*a*, foram filtrados previamente 300 mL da água coletada em filtro GF/F Watmann, analisados de acordo com Golterman *et al.* (1978) e APHA (1992).

A análise estatística dos dados foi realizada por meio do teste t de Student e F exato de Fischer, mediante a utilização do SAS system (vs. 5; SAS Institute, 1998), para a comparação das médias dos tamanhos dos indivíduos de *Moina* sem ovos e com ovos, considerando os dois períodos sazonais estudados. A regressão linear, para correlação do tamanho e do número de ovos, foi realizada com o auxílio do programa STATISTICA (vs. 5; Tulsa, 1994).

Resultados

Variáveis ambientais

As médias e respectivos desvios das variáveis ambientais e biológicas relativas à superfície e ao meio da coluna de água encontram-se na Tabela 1.

A temperatura mínima, durante todo o período de estudo, foi de 25,8°C em 02/07 e máxima de 32°C em 30/10. A temperatura média, no decorrer das coletas efetuadas, foi de 28,6°C.

Os valores de transparência da coluna da água variaram na fase de águas baixas, de 0,15 m em 15/05, a 0,45 m em 26/06, com uma média de 0,28 m para o período de águas baixas. No período de águas altas, a variação foi de 0,33 m em 19/01 a 0,63 m em 16/02. A maior transparência ocorreu nesse período, principalmente após a mistura da água entre o lago Amapá e o rio Acre.

Tabela 1. Parâmetros físicos, químicos e biológicos determinados no lago Amapá, Estado do Acre, em duas fases marcantes do ciclo hidrológico em 1997 e 1998

	Temp (°C)	Clorf ($\mu\text{g.L}^{-1}$)	pH	Cond ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	Alc (mEq.L ⁻¹)	OD (mg.L ⁻¹)	Transp (m)	Prof (m)	N (m)
08/05	27,4 $\pm$ 0,3	8,4 $\pm$ 2,2	6,7 $\pm$ 0,2	59,5 $\pm$ 1,3	14,2 $\pm$ 4,5	3,5 $\pm$ 1,4	0,26 $\pm$ 0,02	2,5 $\pm$ 1,2	0,00 $\pm$ 0,0
15/05	27,7 $\pm$ 1,0	32,5 $\pm$ 0,4	7,0 $\pm$ 0,0	31,7 $\pm$ 8,1	6,4 $\pm$ 2,5	4,8 $\pm$ 0,0	0,15 $\pm$ 0,00	2,6 $\pm$ 1,0	0,15 $\pm$ 0,0
22/05	30,3 $\pm$ 1,4	42,1 $\pm$ 14,3	7,0 $\pm$ 0,4	42,7 $\pm$ 7,2	31,0 $\pm$ 1,4	5,5 $\pm$ 2,7	0,25 $\pm$ 0,00	2,5 $\pm$ 1,1	0,20 $\pm$ 0,0
29/05	-	17,6 $\pm$ 1,2	7,1 $\pm$ 0,0	60,7 $\pm$ 8,2	37,5 $\pm$ 1,9	7,6 $\pm$ 1,1	0,28 $\pm$ 0,00	3,0 $\pm$ 1,2	0,40 $\pm$ 0,0
05/06	31,2 $\pm$ 0,9	37,7 $\pm$ 5,0	7,2 $\pm$ 0,4	67,2 $\pm$ 3,3	32,0 $\pm$ 3,6	6,5 $\pm$ 1,0	0,38 $\pm$ 0,07	2,7 $\pm$ 1,1	0,40 $\pm$ 0,0
12/06	25,9 $\pm$ 0,3	43,3 $\pm$ 20,6	7,5 $\pm$ 0,0	34,5 $\pm$ 25,8	33,4 $\pm$ 4,4	4,8 $\pm$ 1,0	0,25 $\pm$ 0,00	3,1 $\pm$ 1,7	0,40 $\pm$ 0,0
19/06	27,7 $\pm$ 0,7	41,8 $\pm$ 4,4	8,7 $\pm$ 0,9	64,9 $\pm$ 2,2	34,0 $\pm$ 2,7	3,7 $\pm$ 1,4	0,33 $\pm$ 0,11	2,3 $\pm$ 1,1	0,50 $\pm$ 0,0
26/06	28,9 $\pm$ 0,7	54,1 $\pm$ 3,6	8,0 $\pm$ 0,2	57,9 $\pm$ 15,8	35,7 $\pm$ 1,8	3,7 $\pm$ 2,4	0,45 $\pm$ 0,05	2,6 $\pm$ 1,1	1,00 $\pm$ 0,0
02/07	25,8 $\pm$ 0,7	45,7 $\pm$ 0,1	7,4 $\pm$ 0,1	76,6 $\pm$ 3,2	36,3 $\pm$ 1,1	2,2 $\pm$ 0,3	0,28 $\pm$ 0,02	2,3 $\pm$ 1,0	0,90 $\pm$ 0,0
30/10	32,0 $\pm$ 1,1	146,3 $\pm$ 80,0	8,2 $\pm$ 1,0	65,3 $\pm$ 0,7	36,8 $\pm$ 0,5	5,5 $\pm$ 1,7	0,35 $\pm$ 0,05	2,4 $\pm$ 1,0	0,80 $\pm$ 0,0
05/01	29,8 $\pm$ 0,3	51,7 $\pm$ 1,14	6,5 $\pm$ 0,3	67,4 $\pm$ 0,1	25,8 $\pm$ 2,4	6,3 $\pm$ 1,1	0,45 $\pm$ 0,01	2,7 $\pm$ 1,0	0,55 $\pm$ 0,0
12/01	31,5 $\pm$ 0,5	45,3 $\pm$ 16,3	7,3 $\pm$ 0,8	60,6 $\pm$ 2,2	23,0 $\pm$ 5,4	7,6 $\pm$ 1,6	0,43 $\pm$ 0,05	2,3 $\pm$ 1,0	0,40 $\pm$ 0,0
19/01	30,1 $\pm$ 1,1	79,0 $\pm$ 3,9	6,3 $\pm$ 0,7	83,5 $\pm$ 40,5	24,2 $\pm$ 2,5	5,2 $\pm$ 1,8	0,33 $\pm$ 0,11	2,4 $\pm$ 1,1	0,35 $\pm$ 0,0
26/01	29,3 $\pm$ 1,5	30,5 $\pm$ 2,5	7,0 $\pm$ 0,9	45,2 $\pm$ 2,8	19,6 $\pm$ 3,3	4,9 $\pm$ 0,7	0,46 $\pm$ 0,05	2,8 $\pm$ 1,1	0,90 $\pm$ 0,0
02/02	31,0 $\pm$ 1,7	53,3 $\pm$ 1,8	5,3 $\pm$ 0,3	44,1 $\pm$ 3,4	17,1 $\pm$ 2,2	4,4 $\pm$ 0,9	0,56 $\pm$ 0,05	2,8 $\pm$ 1,0	0,39 $\pm$ 0,0
09/02	28,9 $\pm$ 0,3	37,0 $\pm$ 9,4	4,8 $\pm$ 0,1	45,5 $\pm$ 1,1	18,4 $\pm$ 0,7	3,3 $\pm$ 0,7	0,53 $\pm$ 0,07	2,6 $\pm$ 1,1	0,29 $\pm$ 0,0
16/02	30,0 $\pm$ 0,6	37,0 $\pm$ 7,9	5,3 $\pm$ 0,1	45,1 $\pm$ 2,8	21,8 $\pm$ 3,3	3,8 $\pm$ 1,3	0,63 $\pm$ 0,10	2,6 $\pm$ 1,1	0,24 $\pm$ 0,0
26/02	29,6 $\pm$ 0,2	4,00 $\pm$ 3,8	5,4 $\pm$ 0,5	35,7 $\pm$ 2,0	15,7 $\pm$ 1,1	3,1 $\pm$ 0,1	0,43 $\pm$ 0,11	3,4 $\pm$ 1,2	0,48 $\pm$ 0,0

(x) = média; ($\pm$) = desvio padrão; Temp = Temperatura; Clorf = clorofila; pH = pH; Cond = condutividade elétrica; Alc = alcalinidade; OD = oxigênio dissolvido; Transp = Transparência; Prof = Profundidade; N = Nível da água; (-) = perda de amostras;

O oxigênio dissolvido apresentou, na fase de águas baixas, o valor mínimo de 2,20 mg.L⁻¹, enquanto que o máximo foi 7,60 mg.L⁻¹, apresentando uma média geral nesse período, de 4,76 mg.L⁻¹. Na fase de águas altas, o maior valor foi também de 7,60 mg.L⁻¹, e o menor, de 3,10 mg.L⁻¹.

Os valores de condutividade elétrica oscilaram entre 31,70 e 76,60 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ na fase de águas baixas; na fase de águas altas, a variação foi de 35,70 e 83,50 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. O valor mínimo da alcalinidade na fase de águas baixas foi de 6,40 mEq.L⁻¹, em 15/05/97. O máximo foi de 37,50 mEq.L⁻¹, em 29/05/97.

Para a clorofila-a, os maiores valores ocorreram durante a fase de águas baixas, na qual o valor mínimo foi de 8,40 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e o máximo de 146,30 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Na fase de águas altas, o mínimo foi de 4,00 $\mu\text{g.L}^{-1}$ e quando ocorreu a mistura da água do lago e do rio (19/01/98) atingiu um valor máximo de 79,00 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Frequência e média de maturidade de *Moina minuta*

A flutuação da densidade de *Moina minuta* durante o período de estudos é apresentada na Figura 2. Maiores densidades ocorreram na fase de águas baixas, principalmente nas coletas de 29/05 e 19/06/97, enquanto na fase de águas altas, observou-se um aumento apenas em 16/02/98.

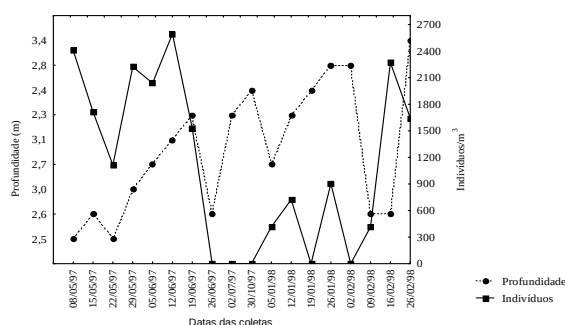


Figura 2. Densidade de *Moina minuta* e profundidade do lago Amapá, Estado do Acre, na fase de águas baixas/97 e fase de águas altas/98

A distribuição de tamanho dos indivíduos de *M. minuta* nas fases de águas baixa e alta no lago Amapá é apresentada nas Figuras 3 e 4. Indivíduos de menor tamanho foram observados na fase de águas baixas (150 μm) e uma frequência maior de indivíduos com tamanhos entre 350-400 e 450-500 μm . Na fase de águas altas, predominaram indivíduos com 500 e 595 μm de tamanho corporal.

Os testes t de Student e exato de Fisher não demonstraram diferenças estatísticas significativas entre as médias dos tamanhos das populações nos

dois períodos sazonais estudados ($t = -10,69$, $F = 1,20$ e $P > 0,1227$), como também não revelaram diferenças significativas nos tamanhos das fêmeas ovígeras que apresentaram média de maturidade, nas águas baixas, de 490,0 μm , enquanto na fase águas altas essa média foi de 533,8 μm ($t = -4,45$, $F = 1,02$ e $P > 0,8906$). Apesar de, nessa fase, ter ocorrido uma tendência dos tamanhos apresentarem-se pouco maiores (Figura 4).

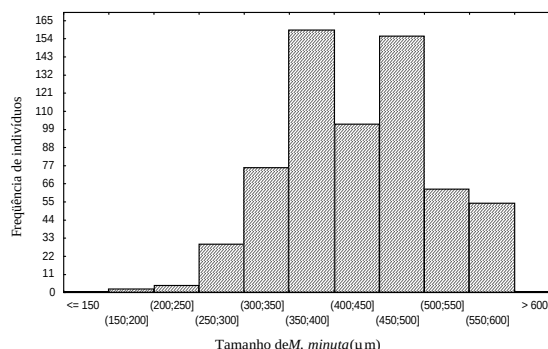


Figura 3. Tamanho de *M. minuta* (μm) na fase de águas baixas/97, no lago Amapá, Estado do Acre

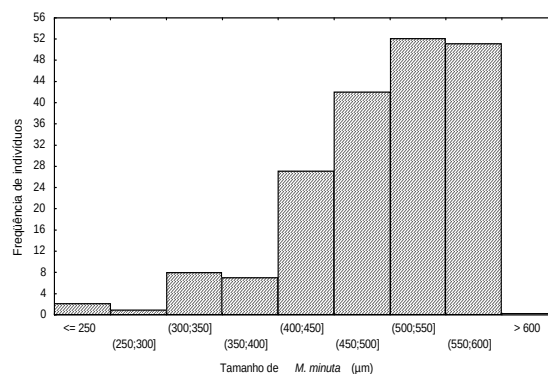


Figura 4. Tamanho de *M. minuta* (μm) na fase de águas altas/98, no lago Amapá, Estado do Acre

Não houve correlação significativa entre o número de ovos e o tamanho do corpo nos diferentes períodos sazonais. Na fase de águas baixas, o resultado obtido foi $r = 0,44$, $r^2 = 0,20$ e, na fase de águas altas, foi $r = 0,36$, $r^2 = 0,13$.

O número de ovos por fêmea está demonstrado nos gráficos de dispersão das Figuras 5 e 6. A maior porcentagem de fêmeas ovadas (35,4%) observada foi no tamanho 475 μm (Figura 7).

Os menores picos na densidade de *Moina* coincidiram, geralmente, com os maiores picos de *Chaoborus* sp., verificados nas coletas de 19/06/97; 26/06/97 e 16/02/98 (Figura 8).

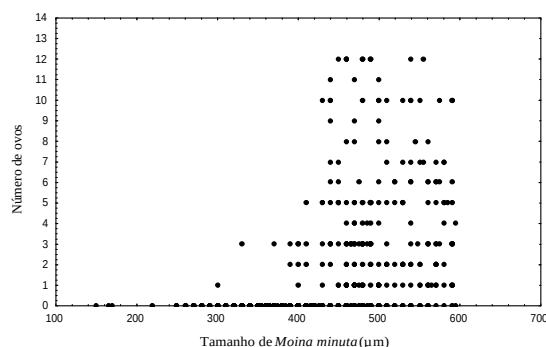


Figura 5. Número de ovos de *M. minuta*, por indivíduo, na fase de águas baixas no lago Amapá, Estado do Acre, 1997

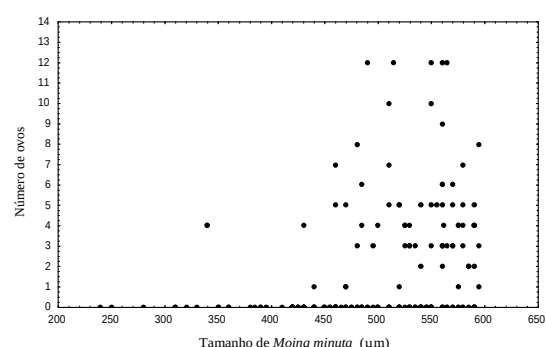


Figura 6. Número de ovos de *M. minuta*, por indivíduo, na fase de águas altas no lago Amapá, Estado do Acre, 1998

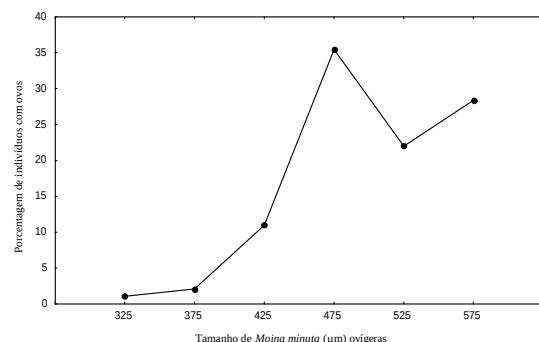


Figura 7. Porcentagem de fêmeas de *M. minuta*, por tamanho (μm), com ovos no lago Amapá, Estado do Acre

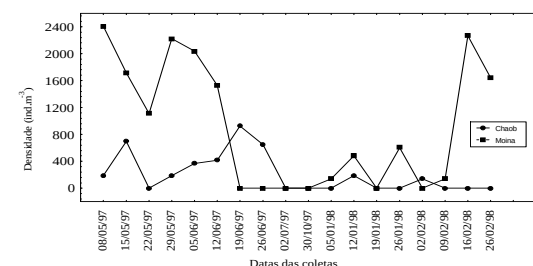


Figura 8. Densidades de *M. minuta* e Caoborídeos (indivíduos/ m^3) durante o período de estudo no lago Amapá, Estado do Acre, *Moina*=*Moina minuta* e *Chaob*=Caoborídeos na fase de águas baixas/97 e águas altas/98

Discussão

Influência das variáveis ambientais sobre o número de ovos em *Moina minuta*

Nesse estudo, os valores de clorofila e temperatura foram, geralmente, altos. Vários autores, tais como: Green (1966); Caraballo (1992); Hardy (1992); Hardy e Duncan (1994), definiram fatores como temperatura e alimento (qualidade e quantidade) de grande importância na reprodução e no crescimento de cladóceros.

Benider *et al.* (1998) afirmam que as condições de deficiência alimentar são as principais causas para a reduzida fecundidade em *Moina macrocopa*, quando observaram experimentalmente essa espécie, submetendo-a a uma baixa concentração algal. Em contraste, se o nível do alimento é oferecido em uma escala crescente, há um aumento no número de ovos e/ou embriões.

Gordo *et al.* (1994) compararam três temperaturas (15, 20 e 25°C), experimentalmente, em *Moina salina*, concluindo que a temperatura age como um importante fator, regulando o ciclo de vida dessa espécie, pois houve um aumento no número de neonatos a uma temperatura de 25°C. Degeneração de ovos e/ou embriões ocorreram nas temperaturas mais baixas.

Hardy e Duncan (1994) observaram em *Moina micrura*, utilizando *Scenedesmus acutus* como alimento, que o limiar da concentração de alimento para crescimento e reprodução é mais baixo (0,03 - 0,05 mgC.L^{-1}) em alta temperatura (27 e 32°C) que em baixa temperatura (0,05 - 0,1 mgC.L^{-1} a 22°C). Benider *et al.* (2002) encontraram, no intervalo de 15-30°C, taxa de crescimento populacional crescente proporcionalmente à temperatura.

O pH, em nosso estudo, apresentou-se de neutro a ácido, favorecendo a produção de ovos de *Moina*. Vijverberg *et al.* (1996) verificaram que o pH básico (entre 10,5 e 11,5) impede a produção de ovos, quando estudaram dois clones de *Daphnia*.

Fecundidade e tamanho médio das fêmeas de *Moina minuta*

Os resultados estatísticos indicaram que o tamanho do corpo não foi uma variável determinante para a explicação do número de ovos por ninhada encontrado. Hardy (1992), estudando cladóceros, também não encontrou significância na correlação do tamanho e número de ovos, no lago Jacaretinga na Amazônia Central. Verificou-se uma tendência, neste estudo, das fêmeas produzirem mais ovos nos maiores tamanhos, nos intervalos de tamanhos 501 μm e 533 μm , para águas baixas e altas, respectivamente, ocorrendo, em seguida, nos

tamanhos posteriores, um decréscimo na produção de ovos.

Este trabalho evidenciou que *Moina minuta*, especialmente na fase de águas altas, alocou uma boa parte de sua energia para o crescimento e uma pequena porção para produzir grandes desovas, já que o número de ovos apresentou-se mais baixo nesse período.

Lynch (1980) classificou o grupo de Cladocera em dois tipos: (1) espécies que alcançam seu estágio de primipara perto de seu tamanho máximo corporal e nas quais a maior quantidade de energia disponível é alocada para esforços reprodutivos; (2) espécies de pequeno porte (<1 mm), que alcançam sua maturidade nos primeiros ínstares e depois alocam a maior quantidade de sua energia para o crescimento e uma pequena porção para produzir grandes desovas.

No presente estudo, *Moina minuta* apresentou variações maiores de tamanho durante o período de águas altas. Conforme Jayatunga (1986), um aumento no tempo do período juvenil e uma diminuição no tamanho da primipara são respostas fisiológicas às limitações na quantidade e qualidade de alimento.

O número médio de ovos produzidos por fêmea, na fase de águas baixas, foi cerca de 4,41 ($\pm 3,17$) ovos/fêmea e, na fase de águas altas, de 4,84 ($\pm 2,96$) ovos/fêmea, resultados similares aos outros estudos efetuados por Melo (1998), Diaz-Castro (1994) e Jayatunga (1986), os quais constatarem números médio de ovos, para indivíduos desse gênero, de 3 a 5 ovos/fêmea.

Segundo Dodson *et al.* (1976), herbívoros planctônicos competem por fino material particulado (1 a 15 μm) em águas abertas. Keppeler *et al.* (1994 e 1999a,b) ressaltam que as algas presentes no lago Amapá são, na maioria, grandes (>15 μm), além da presença em abundância, de algas filamentosas, como algas azuis (cianofíceas, por exemplo) consideradas grandes, e portanto, impossíveis de serem ingeridas por um organismo do porte de *Moina minuta*. Entretanto, Esipova e Vniro (1969) alimentaram *Moina rectirostris* e *Ceriodaphnia quadrangula* com detritos de origem natural de diferentes composição e grau de decomposição, e deduziram que detritos de fitoplâncton, no início do processo de decomposição, podem ser utilizados na alimentação destas espécies de Cladocera, sugerindo, ainda, que a quantidade de bactérias presentes no alimento contribui com a melhora dos processos nutritivos do detrito. É possível que *Moina minuta* tenha esse tipo de alimentação, permitindo o desenvolvimento e

estabelecimento de maiores densidades populacionais no lago Amapá.

Caraballo e Hardy (1995) observaram, no lago Calado, que a população de *Ceriodaphnia cornuta*, por sua vez, teve sempre uma maior proporção adultos e fêmeas com ovos, estimando-se, para essa população, uma alta taxa de natalidade. Esse padrão reprodutivo de *Ceriodaphnia cornuta* foi também observado em *Moina minuta*, embora o número de ovos de *C. cornuta*, naquele estudo, tenha sido muito menor.

Lampert (1988), baseado em análises de experimento *in situ*, discutiu as relações entre a média de produção de neonatos de duas espécies de *Daphnia*, deduzindo que a concentração de alimento foi proporcional à produção de ovos. O mínimo de alimento requerido para sustentar uma população é que os organismos produzam ovos (Lampert e Shober, 1980). Na fase de águas altas, *Moina minuta* apresentou-se com um número mais baixo de ovos, explicado pela menor quantidade de alimento em decorrência do efeito da mistura da água do lago e do rio, bem como um aumento da vazão, conseqüente perda dos indivíduos dessa população para o rio Acre e provavelmente um maior investimento apenas para a manutenção dos organismos.

Os principais fatores dependentes da densidade são a competição e a predação. Os picos da população de *Moina minuta*, em maio, junho e julho estão associados com a atividade reprodutiva. Twombly e Lewis (1989), na lagoa Orsinera (Venezuela), verificaram, em *Moina minuta*, aumento do tamanho do corpo, ao mesmo tempo que diminuiu sua densidade. Assim, a menor fecundidade é conseqüência indireta da densidade.

Houve uma certa variação na fecundidade com a sazonalidade. Na fase de águas altas ocorreu um pequeno aumento na densidade das fêmeas de maiores tamanhos nos indivíduos de *Moina minuta* e, conseqüentemente, também no tamanho de sua forma madura, com variação também na densidade, a qual apresentou-se menor no período das águas altas. Observou-se, nessa fase, um aumento na abundância de Chaoborídeos. Caraballo e Hardy (1995) relataram que houve grande predação pelo invertebrado *Chaoborus* spp. sobre a população de *Ceriodaphnia cornuta*, um pequeno cladócero, assim como *Moina minuta*, segundo classificação de Dodson *et al.* (1976), que caracteriza zooplâncton de águas continentais como pequeno (cerca de 0,2-1,3 mm) ou grande (cerca de 1,3-3,0 mm).

Os principais efeitos que a concentração de alimento e temperatura têm sobre a reprodução de cladóceros são: alteração da fecundidade, mediante

mudanças no número e/ou tamanho dos ovos e variação do tamanho e idade em que as fêmeas atingem a maturidade (Jayatunga, 1986).

Na fase de águas altas, também pelos números de indivíduos verificados, predominou uma queda na abundância e na desova dessa espécie. No entanto, o maior tamanho dos indivíduos foi encontrado nessa fase, ou seja, menos energia para a desova e mais investimento energético no crescimento dos indivíduos dessa espécie. Segundo Díaz-Castro (1994), se o alimento consumido é aproveitado só para manter os requerimentos básicos, não há produção de ovos.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal do Acre pela infra-estrutura oferecida para a realização deste trabalho. Especialmente, as valiosas e enriquecedoras críticas da Dr^a. Cláudia C. Bonecker (Nupélia, Maringá) e Dr^a. Suzana Sendacz (Instituto de Pesca, SP), na análise desse manuscrito, parte da Dissertação de Mestrado, “Estudo das Populações Zooplancônicas em um Lago de Meandro Abandonado da Planície de Inundação do Rio Acre” (Lago Amapá, Rio Branco-AC, Brasil).

Referências

- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 18ed. Bru-El Graphic Inc., 1992.
- BENIDER, A. *et al.* Parthenogenetic reproduction of *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Crustacea: Cladocera): trophic conditions, population density, grouping and temperature influence. *Ann. Limnol.-Inst. J. Lim.*, v. 34, n. 4, p. 387-399, 1998.
- BENIDER, A. *et al.* Growth of *Moina macrocopa* (Straus 1820) Crustacea, Cladocera): influence of trophic conditions, population density and temperatura. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 468, n. 1/3, p. 1-11, 2002.
- BURAK, E. Life tables of *Moina macrocopa* (Straus) in successive generations under food and temperature adaptations. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 360, p. 101-108, 1997.
- CARABALLO, P. *História de vida e dinâmica populacional de Daphnia gessneri e Ceriodaphnia cornuta* (Crustacea - Cladocera) no lago Calado, AM. 1992. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/FUA, Manaus, 1992.
- CARABALLO, P.; HARDY, E. R. Fluctuacion diaria de las poblaciones de *Daphnia gessneri* Herbst y *Ceriodaphnia cornuta* Sars (Crustacea - Cladocera) en el lago Calado (Amazonas, Brasil). *Boletín Científico INPA*, Manaus, n. 3, p.79-96, 1995.
- DIAZ-CASTRO, J. G. *História de vida de Moina micrura* (Crustacea-Cladocera) alimentada com três espécies de algas, no

laboratório. 1992. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 1994.

DIAZ-CASTRO, J. G.; HARDY, E. R. Life history of *Moina micrura* (KURZ) fed with three algae species, in the laboratory. *Amazoniana*, Manaus, v. 15, n. (1/2), p. 25-34, 1998.

DODSON, S. I. *et al.* Specific distribution and food abundance. *Limnol. Oceanogr.*, Waco, v. 21, n. 2, p. 309-313, 1976.

ESIPOVA, M. A.; VNIRO, M. Growth and reproduction of *Moina rectirostris* (Leydig) and *Ceriodaphnia quadrangula* (O. F. Müller) with feeding on detritus. *FBA Trans. (N. S.)*, n. 53, p.79-89, 1969.

GOLTERMAN, H. L. *Methods for Chemical Analysis of Fresh Waters* - IBP Handbook, 8. Oxford: Blackwell Scientific Publications. XVI, 1969.

GOLTERMAN, H. L. *et al.* *Methods for physical e chemical analysis of freshwaters*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 1978.

GORDO, T. *et al.* Influence of temperature on growth, reproduction and longevity of *Moina salina* Daday, 1888 (Cladocera, Moinidae). *J. Plankton Res.* Oxford, v.16, n. 11, p. 1513-1523, 1994.

GREEN, J. Seasonal variation in egg production by Cladocera. *J. Anim. Ecol.*, Rome, v. 35, p. 77-104, 1966.

HARDY, E. R. Changes in species composition of Cladocera and food availability in a floodplain lake, Lago Jacaretinga, Central Amazon. *Amazoniana*, Manaus, v. 12, n. 2, p. 155-168, 1992.

HARDY, E. R.; DUNCAN, A. 1994. Food concentration and temperature effects on life cycle characteristics of tropical Cladocera (*Daphnia gessneri* Herbst, *Diaphanosoma sarsi* Richard, *Moina reticulata* (Daday)): I. Development time. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 24, n.1/2, p. 119-134, 1994.

JAYATUNGA, Y. N. A. *The influence of food and temperature on the life cycle characteristics of tropical cladoceran species from Kalawewa Reservoir, Sri Lanka*. 1986. Tese (Doutorado) - University of London, London, 1986.

KEPPELER, E. C. *et al.* Ficoflórula do Lago Amapá em Rio Branco-Acre. 1994. Monografia (Licenciatura em Biologia). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 1994.

KEPPELER, E. C. *et al.* Ficoflórula do Lago Amapá em Rio Branco-Acre. *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, v. 59, n.4, p. 679-686, 1999a.

KEPPELER, E. C. *et al.* Ficoflórula do Lago Amapá em Rio Branco-Acre. *Rev. Bras. Biol.*, São Carlos, v. 59, n. 4, p. 687-691, 1999b.

LAMPERT, W. The relative importance of food limitation and predation in the seasonal cycle of two *Daphnia* species. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, Stuttgart, v. 23, p.713-718, 1988.

LAMPERT, W.; SCHÖBER, U. The importance of “threshold” food concentrations. In: KERFOOT, W. C. (Ed.). *Evolution and ecology of zooplankton communities*. University Press of New England., 1980, p. 264-267.

LYNCH, M. The evolution of Cladoceran life histories. *Quart. Ver. Biol.*, v. 55, p.23-42, 1980.

- MELO, N. F. A. C. de. *Estrutura de comunidades de Cladocera (Crustacea) em dois lagos da Amazônia Central (Amazonas, Brasil)*. 1998. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 1998.
- SAKWINSKA, O. Plasticity of *Daphnia magna* life history traits in response to temperature and information about a predator. *Freshw. Biol.*, Oxford, v. 39, n. 4, p. 681-687, 1998.
- SANTOS-SILVA, E. N. *et al.* Atlas de copépodos planctônicos, Calanoida e Cyclopoida (Crustacea), da Amazônia Brasileira. I. Represa de Curuá-Una, Pará. *Rev. Bras. Zool.*, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 725-758, 1989.
- SENDACZ, S.; MELO-COSTA, S. S. Caracterização do zooplâncton do rio Acre e lagos Lua Nova, Novo Andirá e Amapá. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 51, n. 2, p. 463-470, 1991.
- SIOLI, H. The Amazon and its main affluents: Hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: SIOLI, H. (Ed.). *The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*, Monographiae biologicae. Dordrecht: Dr. W. Junk Publishers. 1984, p. 127-165.
- SAS INSTITUTE. *Statistical analyses system*. Cary: SAS Institute, v. 5, 1998.
- STATISTICA, Tulsa: Stat. Soft. 2v. 1994.
- TWOMBLY, S.; LEWIS Jr, W. Factors regulating cladoceran dynamics in a Venezuelan floodplain lake. *J. Plankton Res.*, Oxford, v.11, n.2, p. 317-333, 1989.
- VIJVERBERG, J. *et al.* Decrease in *Daphnia* egg viability at elevated pH. *Limnol. Oceanogr.*, Waco, v. 41, n. 4, p. 789-794, 1996.

Received on February 18, 2002.

Accepted on March 18, 2002.