

## CRESCIMENTO POPULACIONAL DO CLADOCERA *MOINA* SP. EM SISTEMA DE CULTIVO ESTÁTICO

<sup>1</sup>Ana Carolina Souza Sampaio Nakauth\*, <sup>2</sup>Reinaldo Luzeiro Müller, <sup>3</sup>Marle Angélica Villacorta-Correa, <sup>2</sup>Agno Nonato Serrão Acioli, <sup>2</sup>Ronaldo de Almeida

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Campus Parintins; <sup>2</sup>Instituto de Natureza e Cultura/Universidade Federal do Amazonas; <sup>3</sup>Faculdade de Ciências Agrárias /Universidade Federal do Amazonas

### RESUMEN

#### *Crecimiento de la población de cladóceros Moina sp. en el sistema de cultivo estático.*

Las dificultades en la producción de zooplancton en gran escala están relacionadas con la falta de conocimiento suficiente para la producción en masa y constantes de estos organismos. Este estudio describe el crecimiento poblacional de *Moina* sp. en el sistema de cultivo estático, con el objetivo de apoyar el desarrollo de un protocolo para la producción. Cien organismos del género *Moina* sp. se hicieron crecer a partir de 35 litros de inóculo procedente de la microalga *Chlorella* sp. ( $1,5 \times 10^6$  cel.ml<sup>-1</sup>) + harina de pescado (70 g), en tres unidades de cultivo, con 200 L por 12 días. Los organismos fueron colectados, cuantificados, medidos y clasificados por medio de un microscopio estereoscópico. Los datos fueron compilados y organizados curvas de crecimiento y de las categorías de población. No hubo diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en la proporción de categorías de población (jóvenes, adultos y las hembras partenogenéticas) entre las unidades experimentales y los días de cultivo. La capacidad de carga del sistema estático se logró después de 7 días de cultivo ( $266,92 \pm 16,94$  org. L<sup>-1</sup>). La tasa de crecimiento específico ( $1,09$ .día<sup>-1</sup>), ofrece a corto plazo (07 días) para obtener volúmenes adecuados para la producción en masa con el fin de alimentar a las larvas de los peces nativos. La intervención en los sistemas estáticos de producción de *Moina* sp. debe ser hecha a partir del 4º día para optimizar la fase de crecimiento exponencial.

Recebido em:  
29.09.2014

Avaliado em:  
01.07.2015

Aceito em:  
01.07.2015

Palabras clave: producción, densidad, zooplancton, cría de larvas, peces.

### RESUMO

As dificuldades na produção de organismos zooplânctônicos em larga escala estão relacionadas à falta de conhecimento suficiente para produção massiva e constante destes organismos. Este trabalho propôs descrever o crescimento populacional de *Moina* sp. em sistema de cultivo estático, visando subsidiar a elaboração de protocolo de produção. Cem organismos do gênero *Moina* sp. foram cultivados a partir de inóculo de 35 litros da microalga *Chlorella* sp. ( $1,5 \times 10^6$  cél.ml<sup>-1</sup>) + farinha de peixe (70g), em três unidades de cultivo, com volume de 200L e teve a duração de 12 dias. Diariamente os organismos foram coletados, quantificados, classificados e medidos com auxílio de estereomicroscópio. Os dados obtidos foram organizados para elaboração das curvas de crescimento e das categorias populacionais (jovens, adultos e fêmeas partenogenéticas). As características ambientais não influenciaram na variação de densidade. Não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) na participação das categorias populacionais (neonatos, adultos e fêmeas partenogenéticas) entre as unidades experimentais e os dias de cultivo. A capacidade suporte do sistema estático foi atingida aos 7 dias de cultivo ( $266,92 \pm 16,94$  org.L<sup>-1</sup>). A taxa de crescimento específico ( $1,09$ .día<sup>-1</sup>), possibilitou em curto prazo (07 dias) a obtenção de volumes satisfatórios, indicados para produção massiva visando a alimentação de larvas de peixes nativos. A intervenção em sistemas estáticos de produção de *Moina* sp. deve ser feita partindo do 4º dia visando a otimizar a fase de crescimento exponencial.

Palavras-chave: produção, densidade, zooplâncton, larvicultura, peixes.

\*Contato:

E-mail [cherolyne@gmail.com](mailto:cherolyne@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

Os organismos zooplânctônicos ocupam posição trófica intermediária na cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos, e em ambientes de água doce, esta comunidade está constituída principalmente por Protista, Rotífera e Crustácea. As classes Cladocera e Copepoda são as que se destacam dentro do grupo Crustácea, por serem muito importantes na alimentação da ictiofauna de água doce (SIPAUBA-TAVARES e ROCHA, 2001).

A ordem Cladocera é composta por inúmeras espécies utilizadas na alimentação por larvas de peixes. Os cladóceros, também conhecidos como “pulgas d’água”, possuem tamanho entre 0,15 e 1,0mm e corpo recoberto por uma carapaça única, de aparência bivalve que se abre ventralmente. O corpo dos cladóceros constitui-se de cabeça, tórax e abdômen, e para a locomoção utilizam as antenas, em especial o segundo par, que é bifurcado e provido de cerdas rígidas com números variados, o movimento ocorre na forma de saltos. A orientação desse organismo é feita através do primeiro par de antenas (antênula) que é bem menor do que o segundo par. Possuem 4 a 6 pares de patas ou apêndices torácicos, localizados ventralmente no tórax, que produzem uma corrente contínua de água por meio da qual são carregados oxigênio e partículas de alimentos para a boca (ELMOOR-LOUREIRO, 1997; SIPAÚBA-TAVARES e ROCHA 2001; ESTEVES, 2011).

Os cladóceros habitam tanto ambientes de água doce e água salgada, mas a maioria das espécies conhecidas tem preferência por ecossistemas lacustres e associados a lagos, viveiros e reservatórios (SIPAÚBA-TAVARES e ROCHA, 2001; ESTEVES, 2011). A reprodução ocorre comumente por partenogênese, um mecanismo de reprodução unissexuada, em que as fêmeas sem a fertilização dos machos dão origem a novos jovens (HICKMAN et al 2004).

O desenvolvimento e distribuição das populações de cladóceros em lagos tropicais reflete o efeito do regime de precipitação, que provoca profundas alterações no corpo d’água (volume, intensidade e direção de correntes, turbidez, regime de gases, disponibilidade e

diversidade de alimento, entre outras), afetando diretamente a comunidade zooplanctônica (ESTEVES, 2011).

O conhecimento do efeito das alterações no ambiente aquático sobre as populações zooplanctônicas possibilitará o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas de manejo e produção. A produção de organismos zooplanctônicos em larga escala consiste em um dos entraves ao desenvolvimento da larvicultura de peixes nativos. As dificuldades estão relacionadas com a falta de conhecimento suficiente para produção massiva e constante destes organismos, e na região norte do Brasil não há relatos da produção de zooplâncton em larga escala visando à alimentação de peixes. Algumas iniciativas em nível experimental têm sido desenvolvidas pela Universidade Federal do Amazonas visando ao suprimento de alimento para larvas e juvenis de matrinxã (*Brycon amazonicus*) (CANTIZANI, 2009; CORNÉLIO et al, 2012).

O conhecimento do padrão de crescimento populacional de organismos zooplanctônicos fornecerá subsídios para a manipulação da produção (número de organismos .litro<sup>-1</sup>) e direcionamento dos organismos na faixa de tamanho ou idade com maior interesse. Além disso, o padrão de crescimento permitirá relacionar o conjunto de informações e o comportamento ecológico com as características populacionais, forma de crescimento, distribuição de idades e identificar e descrever os fatores reguladores populacionais, como mortalidade e predação (ODUM, 2004).

Este trabalho teve como objetivo descrever o crescimento populacional do Cladocera *Moina* sp. em sistema de cultivo estático, visando a subsidiar elaboração de protocolos de produção, para utilização na larvicultura de peixes.

## METODOLOGIA

### Local e objeto de estudo

O trabalho foi realizado em janeiro de 2012 nas instalações da Estação de Aquicultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas, UFAM localizada no Km 38 da BR 174 (Manaus - Presidente Figueiredo). O objeto de estudo foi a variação do crescimento

populacional de organismos zooplânctônicos, do gênero *Moina sp.*, cultivados em sistema estático de produção (sem renovação de água), em ambiente aberto e teve duração de 12 dias.

#### **Preparo das unidades de cultivo**

Para produção dos organismos utilizaram-se três cubas retangulares de fibra de vidro, com volume útil de 200L (Figura 01), cobertas com tela de malha plástica (tipo sombrite), para precaver a entrada de insetos e dotadas de sistema de aeração constante, por dois pontos localizados nas extremidades. O método utilizado para produção do organismo zooplânctônico seguiu as recomendações de SIPAÚBA-TAVARES e ROCHA, (2001) adaptado por CORNÉLIO (2012). As cubas foram instaladas em estrutura de madeira coberta com plástico transparente, sobre uma plataforma elevada do solo.

O meio de cultivo de cladóceras, em cada unidade, foi preparado a partir da mistura de 165 litros de água, proveniente de poço artesiano, 35L de inóculo de *Chlorella sp.* (Figura 02) produzido através de cultura axênica obtida junto ao laboratório de plâncton da estação de piscicultura da UFAM, em concentração de  $1,5 \times 10^6$  cél.ml<sup>-1</sup>, em meio de cultura enriquecido com solução padrão (2ml.litro<sup>-1</sup>) de NPK 20:5:20 (nitrogênio, potássio e fósforo) e 70 g de farinha de peixe, previamente esterilizada a 160°C. A farinha de peixe foi produzida a partir de resíduos de pescado processado, apresentando a seguinte composição centesimal: proteína 42,54±0,95%; umidade 10,29±0,65%; lipídios 17,26±0,95% e cinzas 24,38±0,06% (CANTIZANI, 2009).

Figura 01 -Unidades experimentais com volume de 200 L utilizadas para cultivo de *Moina sp.*



#### **Cultivo dos organismos**

O inóculo inicial do Cladocera, gênero *Moina sp.* foi obtido a partir de cepas isoladas dos viveiros da estação, mantidas no laboratório de plâncton. Foram inoculados 100 indivíduos adultos em cada unidade de cultivo. Os Cladocera foram produzidos através de cultura não-axênica. O dia do inóculo foi considerado dia zero, e as contagens para estimativa da densidade populacional foram realizadas a partir de 04 amostras coletadas diariamente em cada unidade de cultivo. As coletas foram sempre efetuadas no mesmo horário, às 12 horas do dia, e consistiram na retirada de um volume de 04 litros provenientes de quatro pontos amostrais, sendo 02 em cada extremidade e 02 ao centro, de cada unidade experimental.

#### **Quantificação dos organismos**

O material coletado foi concentrado por filtração em malha 120 fios (54µ) e acondicionado em béquer, sob volume de aproximadamente 30 a 50 mL. Da amostra concentrada retiravam-se alíquotas, em triplicata, com volume de 1ml cada para contagem e estimativa do volume total. Os organismos foram quantificados sob estereomicroscópio (Olympus SZ 40) com aumento de até 40x, acoplado à lente ocular micrométrica. Para melhor visualização, os organismos foram fixados em solução de formol 4%. O excedente da solução amostrada, após a filtração era devolvido às unidades experimentais.

#### **Tomada de medidas biométricas**

Durante a quantificação, eram retirados aleatoriamente 50 organismos das categorias populacionais (neonatos, adultos e fêmeas partenogênicas) totalizando 150 indivíduos, para posterior verificação das medidas biométricas. Foram tomados os dados de comprimento e largura totais, visando à distribuição em classes de comprimento por categoria. As medidas biométricas verificadas foram: comprimento total, medido da extremidade do vértice da cabeça até a extremidade do abdômen e largura, medida na porção mediana da carapaça.

#### **Acompanhamento limnológico**

Foram verificadas diariamente nas unidades experimentais as seguintes variáveis: temperatura ambiente (°C), por meio de termohigrômetro digital (Marca Incoterm, modelo 7666);

temperatura da água (°C) e potencial hidrogeniônico, com medidor multiparâmetro portátil digital (Marca Solostocks, modelo 206) e condutividade elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ ) com condutivímetro portátil digital (Marca Lutron, modelo CD 4301).

#### Parâmetros populacionais analisados

Os parâmetros populacionais foram analisados conforme o trabalho de Prieto et al (2006) com a determinação de: densidade máxima de organismos (**Dmo**), dia de máxima densidade (**Dmd**), tempo de duplicação (**Td**), rendimento (**R**), capacidade suporte (**K**) e velocidade de crescimento (**r**). Para isso, foram utilizadas as seguintes equações:

$$Td = \ln 2 / K ;$$

$$r = (Cf - Ci) / t ;$$

$$K = (\ln Cf - \ln Ci) / (tf - ti)$$

Onde:

Ci: concentração inicial do cultivo;

Cf: concentração final do cultivo ao término da fase exponencial

tf e ti: tempo final e inicial do cultivo

fe: fase exponencial do cultivo

#### Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada através do programa de estatística BioEstat 5.0 com a utilização da ANOVA e Regressão Múltipla.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Fatores abióticos e Crescimento populacional

Ao longo do período experimental, com duração de 12 dias, as variáveis ambientais mantiveram-se conforme descrito na tabela 1, e não apresentaram diferenças significativas entre as unidades de cultivo, com exceção da temperatura da água que se apresentou menor na unidade 01 ( $p < 0,05$ , ANOVA). Também não foram verificadas correlações entre as variáveis ambientais (temperatura ambiente, pH e

Dias de cultivo	Temp. Amb. (oC)	Temp. água (oC)	Condutividade	
			Elétrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}^2$ )	pH
0	27,3	26,1	45	7,55
1	29,4	26,5	47	7,29
2	29,2	27,6	46,9	8,59
3	27,7	29,6	49,9	8,41
4	24,9	26,4	48,8	8,44
5	25,2	27,3	51,3	8,11
6	27,1	27,3	51,4	7,72
7	27,2	25	59,5	7,22
8	26	27	55	7,52
9	26,6	28,3	59	7,54
10	25,5	30,3	66,6	8,11
11	26,9	27,5	68,5	7,24
12	23,9	25,1	63,1	6,99
<b>Média</b>	<b>26,70</b>	<b>27,20</b>	<b>54,80</b>	<b>7,70</b>
<b>dp</b>	<b>±1,60</b>	<b>±1,54</b>	<b>±7,85</b>	<b>±0,53</b>

Tabela 1- Valores médios das variáveis físico-químicas registradas nas unidades experimentais durante o período de cultivo de *Moina* sp. em sistema estático.

condutividade) e a variação das densidades no período de cultivo ( $p > 0,05$ , Regressão múltipla).

Os valores de temperatura da água variaram 25,1 a 30,3°C de forma diretamente proporcional à variação da temperatura ambiente que se manteve entre os extremos 25,5 a 29,4 °C, condizendo com o esperado para a região durante o período de chuvas, quando a temperatura se apresenta entre 21 e 31°C (INMET, 2012).

Hoff e Snell (1997) e Rottmann et al (2003), salientam que *Moina* sp. é tolerante a condições extremas de variações diárias de temperaturas (5 a 31°C), e aponta como condições ótimas de crescimento temperaturas em torno de 24 a 31°C. Esta ampla tolerância às variações é uma característica vantajosa para piscicultores comerciais de regiões de tropicais.

O pH é uma variável que caracteriza determinado ambiente, e por isso, influencia e seleciona as comunidades zooplânctônicas para adaptarem-se e sobreviverem sob as condições em que o meio se encontra. Mudanças bruscas nesta variável poderão causar alterações no crescimento, abundância ou diversidade das espécies planctônicas (SOUZA, 2012). Os valores de pH observados mantiveram-se em torno de 6,99 e 8,44 coincidindo com a faixa de conforto segundo Velasques et al (1986); Rojas et al (2001) e Romero (2009) que observaram um ótimo desenvolvimento de cladóceras em ambientes com pH entre 5 e 9. Assim, os valores observados compreendem a faixa de pH ótimo ao desenvolvimento do gênero *Moina* sp, conforme sugerido pelos autores.

Em relação à condutividade elétrica da água, observou-se um gradativo aumento nos valores desta variável ao longo dos dias de cultivo. No início do experimento (dia 0), o valor médio de condutividade observado nas unidades foi  $47,0\mu\text{s}/\text{cm}^2$  e, ao final (dia 12),  $63,1\mu\text{s}/\text{cm}^2$ . Esta variação ( $16,1\mu\text{s}/\text{cm}^2$ ) provavelmente está relacionada ao aumento da atividade iônica.

Segundo Esteves (2011), em um sistema de produção estático, os íons são provenientes do contínuo processo de decomposição da matéria orgânica, que no ambiente de cultivo, provêm dos organismos mortos (zooplâncton e fitoplâncton) e do produto do metabolismo destes organismos, como por exemplo, íon amônio. Os íons chamados de macronutrientes (cálcio, magnésio, potássio, sódio, carbonato, sulfato, cloreto, etc.), exercem maior influência sobre os valores de condutividade em relação à nitrito, nitrato e ortofosfato.

O mesmo autor *op cit* ressalta que em águas continentais, com pH entre 5 e 8 (semelhante a observado neste trabalho, cujo valor médio de pH foi 7,85), as espécies iônicas predominantes são  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e  $\text{HPO}_4^{2-}$  (ortofosfato), cuja principal fonte natural é o fosfato resultante da decomposição de organismos. Neste trabalho, não foram verificadas as concentrações de amônia e ortofosfato no cultivo, não sendo possível discutir seu papel no incremento da condutividade elétrica.

Apesar disso, percebeu-se que os menores valores de condutividade elétrica foram

registrados (Tabela 01) quando o cultivo está iniciando (dias 1 a 4), com as menores densidades populacionais. Neste período, acredita-se que houve aumento da produção primária, a partir dos nutrientes disponibilizados via farinha de peixe adicionada no sistema de cultivo juntamente com o inóculo inicial de *Chlorella* sp. e, conseqüente consumo dos nutrientes (em forma iônica), resultando em valores de condutividade elétrica inferiores em relação aos demais.

Após o aumento populacional, observado do 4º ao 7º dia, os íons tornaram-se menos disponíveis ao fitoplâncton, utilizado pelos cladóceras na alimentação. Porém, quando atingida a capacidade suporte do sistema, o excedente de organismos produzidos foi “retirado” por processo de mortalidade natural, induzida por mecanismos naturais de controle populacional (competição por espaço e alimento).

No processo de decomposição, acelerado pelos microrganismos, os nutrientes foram disponibilizados novamente ao ambiente, refletindo diretamente no aumento dos valores de condutividade do 9º ao 12º dia. Este padrão de ciclagem de nutrientes, já descrito por Ohle (1938) *apud* Esteves (2011) é chamado de circulação em “curto circuito”. Esta tendência crescente nos valores de condutividade também foi observada por Macedo (1999), e neste caso, está relacionada à adição da dieta ao longo do cultivo.

#### **Crescimento populacional de *Moina* sp.**

O padrão de crescimento populacional dos organismos cultivados ajustou-se ao modelo polinomial descrito pela equação  $N_t = 8.933x^2 - 5.0503x - 13.058$ , com  $R=0,99$ , segundo o qual R corresponde ao coeficiente de correlação (Figura 02). Este modelo também foi utilizado por Nascimento (1989) para ajuste do padrão de

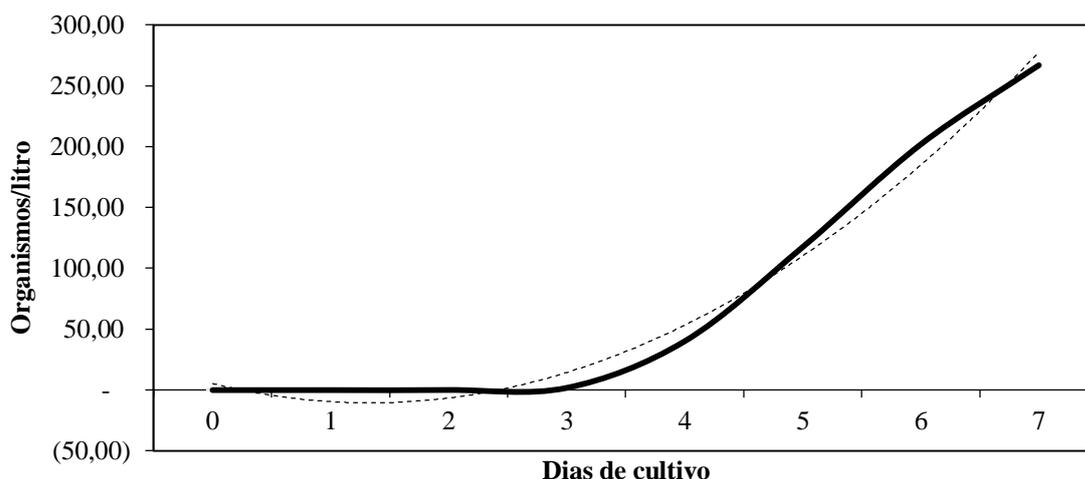


Figura 2– Forma de crescimento populacional de *Moina sp.* ajustada ao modelo polinomial (linha contínua corresponde à média dos dados; linha tracejada corresponde ao ajuste do modelo).

crescimento populacional de *Moina micrura* com coeficiente de correlação 0,95.

A curva de crescimento populacional tornou-se exponencialmente ascendente a partir do 4º dia de cultivo, quando a densidade de organismos observada foi  $1,83 \pm 0,92 \text{ org.litro}^{-1}$ , aumentando progressivamente até o 7º dia, quando a densidade atingiu  $266,92 \pm 16,94 \text{ org.litro}^{-1}$ . Ao final dos 12 dias, foram obtidos organismos na densidade  $47,83 \pm 6,26 \text{ org.litro}^{-1}$ , gerados a partir do inóculo inicial de  $0,5 \text{ org.litro}^{-1}$  em cada unidade de cultivo, com rendimento de  $0,28 \pm 0,03 \text{ org.ml.dia}^{-1}$  (Figura 03).

Neste trabalho o sétimo dia apresentou a densidade máxima de organismos,  $266,92 \pm 16,94$ , a partir do inóculo inicial de  $0,5 \text{ org.litro}^{-1}$ . Macedo (1999), utilizando duas dietas (*Ankistrodesmus gracilis* e *Scenedesmus quadricauda*) cultivadas com o meio Chu12 e oferecidas a cladócera, *Moina micrura*, produziu  $300 \text{ org.l}^{-1}$  no 10º dia para o primeiro e  $200 \text{ org.l}^{-1}$  no 12º dia

para o segundo, totalizando 14 dias de produção (tabela 02).

Romero (2009) obteve densidade máxima de *Moina sp.* no 7º dia ( $9.000 \text{ org.l}^{-1}$ ), a partir de inóculo inicial  $3.000 \text{ org.l}^{-1}$ , em temperatura entre 27 e 28°C e pH entre 7 e 8,3. Cornélio (2012) cultivou o mesmo gênero, em temperatura em torno de 32°C e observou máxima densidade no 12º dia, com  $9,055 \text{ org.l}^{-1}$  a partir de inóculo inicial de  $6,6 \text{ org.litro}^{-1}$  (tabela 02).

A menor produtividade observada neste trabalho pode estar relacionada a um menor inóculo inicial de cladócera, se comparados com os utilizados por Romero (2009) e Cornélio (2012). Macedo (1999) utilizou duas microalgas na dieta e obteve maiores densidades nas populações alimentadas com *Scenedesmus sp.* No sistema estático de produção não foram adicionados alimento ou nutrientes (readubação), limitando o crescimento populacional ao alimento ofertado inicialmente ( $1,5 \times 10^6 \text{ cél.ml}^{-1}$  *Chlorella sp.*).

Parâmetros	Presente trabalho	Macedo (1999)	Romero (2009)	Cornélio (2012)
Dmo	$266,92 \pm 16,94$	$300 \text{ org.l}^{-1}$ $200 \text{ org.l}^{-1}$	$9000 \text{ org.l}^{-1}$	$9055 \text{ org.l}^{-1}$
Dmd	7º	10º 12º	7º	12º
Inoculo inicial	$0,5 \text{ org.litro}^{-1}$	-	$3000 \text{ org.l}^{-1}$	$6,6 \text{ org.litro}^{-1}$

Tabela 02 - Dia de máxima densidade (Dmd) e densidade máxima de organismos (Dmo) ao longo do período de cultivo.

Neste trabalho, a taxa de crescimento intrínseco observada foi 1,09. dia<sup>-1</sup> e o tempo de duplicação 0,65±0,15 dias (Tabela 03). Macedo (1999), registrou taxas de crescimento intrínseco de *Moina* alimentadas com as microalgas *Scenedesmus sp.* e *Ankistrodesmus sp.* respectivamente, 0,21.dia<sup>-1</sup> e 0,15.dia<sup>-1</sup>. Prieto (2006), registrou taxas de crescimento de 0.36±0.002 dia<sup>-1</sup> e tempo de duplicação 1.94±0.012 dias em *Moina sp.* alimentadas com a mistura da microalga *Ankistrodesmus sp.* + *Saccharomyces cerevisiae*.

A taxa de crescimento intrínseco da população ou índice de crescimento da população por indivíduo torna-se constante e máxima em condições microclimáticas quando não há limitações ambientais relacionadas a espaço, alimento ou presença de outros organismos (competição) (ODUM, 2004).

Analisando-se comparativamente, a taxa de crescimento e o tempo de duplicação podem estar relacionados ao tipo ou maior disponibilidade da microalga utilizada (*Chlorella sp.*). Além disso, há a possibilidade de participação de outros itens alimentares disponíveis no sistema, como por exemplo, bactérias e protozoários, desenvolvidos no sistema a partir da decomposição da matéria orgânica.

O rendimento médio de organismos por dia apresentou-se inferior (0,28±0,03) aos resultados de Macedo (1999); Prieto (2006) e Romero(2009), que obtiveram 0,55 e 0,50; 0,8±0,42 e 1,25±0,35, respectivamente (Tabela 3). A capacidade suporte observada no sistema de produção estático foi 266,92 organismos.litro<sup>-1</sup>, enquanto que Macedo (1999) cultivou *Moina* e obteve Dmo de 289,7 e 230,84 organismos.litro<sup>-1</sup>. Odum (2004), define capacidade suporte como o limite superior da curva que descreve o crescimento de uma população, a partir do qual não pode ocorrer nenhum acréscimo importante no número de indivíduos.

Parâmetros	Presente trabalho	Macedo (1999)	Prieto (2006)
Taxa de crescimento específico	1,09. dia <sup>-1</sup>	0,21.dia <sup>-1</sup> 0,15.dia <sup>-1</sup>	0,36 ± 0,002 dia <sup>-1</sup>
Tempo de duplicação	0,65±0,1 5 dia <sup>-1</sup>	-	1,94 ±0,012 dia-1
Concentração do microalga	1,5x10 <sup>6</sup> cél.ml <sup>-1</sup> <i>Chlorella sp.</i>	4x10 <sup>4</sup> cél.ml <sup>-1</sup> <i>Scenedesmus sp.</i> e <i>Ankistrodesmus sp.</i>	40x10 <sup>4</sup> cél.ml <sup>-1</sup> <i>Ankistrodesmus sp.</i> + <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .
Rendimento	0,28±0,0 3 ind.l <sup>-1</sup> . d <sup>-1</sup>	0,55 e 0,50 1 ind.l <sup>-1</sup> . d <sup>-1</sup>	0,8±0,42 1 ind.l <sup>-1</sup> . d <sup>-1</sup>

Tabela 03 – Taxa de crescimento específico, tempo de duplicação e rendimento de *Moina sp.* no cultivo estático.

O mesmo autor *op cit* descreve ainda dois padrões básicos de crescimento populacional, a saber, a forma de crescimento em *J* e a forma de crescimento sigmoide ou em *S*. Curvas com crescimento populacional em *S* refletem o resultado da ação de fatores adversos, que caracterizam a resistência ambiental, a qual tende a ser progressivamente maior à medida que a densidade da população aumenta. Nicholson (1954) *apud* Odum (2004), referem-se a esse padrão sigmoide como sendo “densidade condicionada”.

Neste trabalho, a curva de crescimento populacional de *Moina sp.* adquiriu um padrão sigmoide (Figura 03). Acreditamos que o fator limitante ao aumento da densidade no sistema estático foi disponibilidade de alimento. Observações durante o período experimental possibilitam atestar a redução da densidade algal a partir do aumento da transparência da água nas unidades de cultivo.

O alimento é um dos fatores limitantes da capacidade suporte do ambiente. Acreditamos que apesar da possível contribuição dos microrganismos na dieta dos cladóceras, a microalga ofertada inicialmente não manteve as densidades adequadas à demanda alimentar. O reduzido valor de Dmo, em relação aos trabalhos

de Romero (2009) e Cornélio (2012), pode estar relacionado à redução da densidade fitoplânctonica, contudo esta variável não foi aferida.

entre 4-7 dias de idade, com um tamanho de ninhada de 4-22 neonatos por fêmea. Prieto (2001), ao cultivar o cladócera *Moinodaphnia sp.*

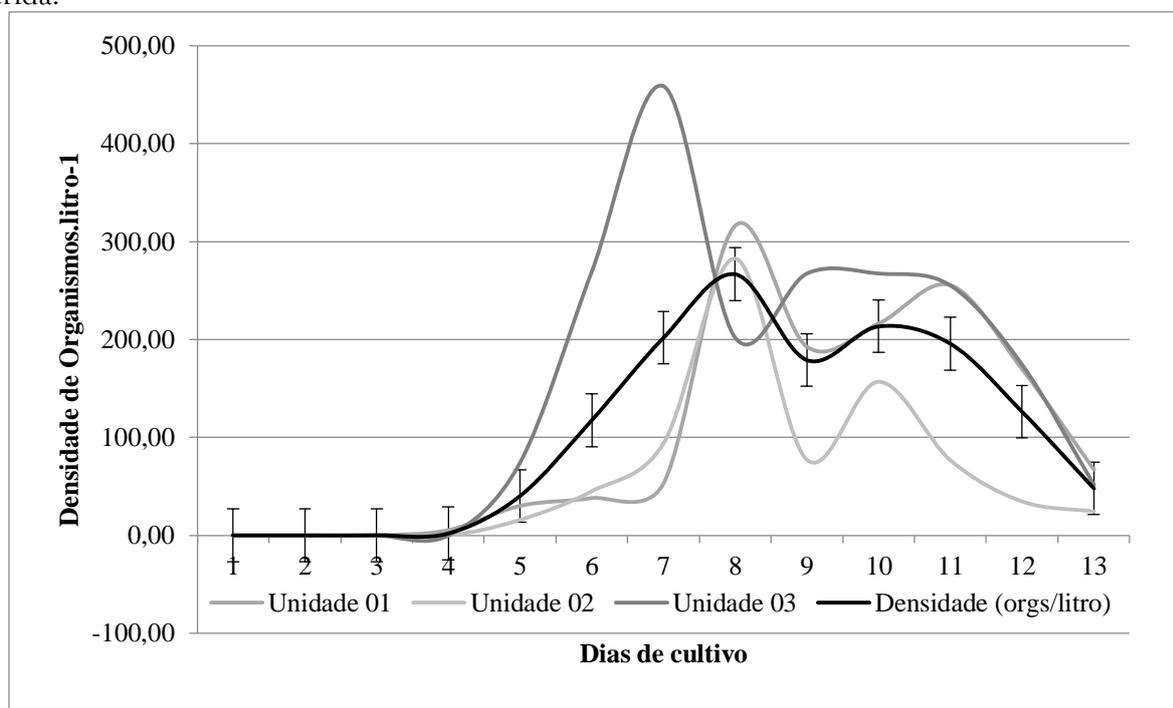


Figura 03 -Curva de crescimento populacional de cada unidade experimental e densidade de organismos por litros ao longo do período de cultivo (média±EP).

### Ciclo de vida do Cladocera e Categorias populacionais de *Moina sp.*

Estatisticamente não houve diferença significativa entre os dias e entre as categorias populacionais ( $p > 0,05$ ) ANOVA. Mas é possível observar, ao longo dos 12 dias de cultivo, a participação e variação no percentual de neonatos, adultos e fêmeas partenogenéticas. A participação de adultos na composição da população foi maior no 3º (100%) e 4º (76,14%) dias após o inoculo inicial. A participação de neonatos apresentou gradativo aumento à medida que a população cresce, durante a fase exponencial (do 4º dia 20,45% ao 8º dia 62,79%). As fêmeas partenogenéticas estiveram presentes em todas as amostras, sendo responsáveis pelo surgimento dos neonatos, apesar da menor proporção em relação às demais categorias, havendo maior predominância no 6º dia com 7,97% (Figura 04).

Segundo Rottmann et al (2003), as ninhadas são produzidas a cada 1,5-2,0 dias, a maioria das fêmeas produz 2 a 6 ninhadas durante sua vida. Sob condições favoráveis, *Moina sp.* se reproduz

em laboratório, observou que a taxa média de fecundidade varia entre 3,09 a 3,78 neonatos/fêmeas.

As condições ambientais do experimento mantiveram-se favoráveis à reprodução assexuada do 3º ao 7º dia. Conforme Elmoor-Loureiro (1997); Sipaúba-Tavares e Rocha (2001); Hickman et al (2004) e Esteves (2011), os cladóceras reproduzem-se comumente por partenogênese, um mecanismo de reprodução unissexuada, em que as fêmeas sem a fertilização dos machos dão origem a novos jovens. Em condições ambientais favoráveis, reproduzem-se partenogeneticamente por várias gerações, com eclosão de ovos diplóides a partir das fêmeas.

No 9º dia de cultivo foi observada a participação de fêmeas efípias (0,15%). Elmoor-Loureiro (1997); Sipaúba-Tavares e Rocha (2001); Hickman et al (2004) e Esteves (2011) ressaltam que o surgimento de fêmeas efípias é um indicador de condições ambientais desfavoráveis (falta de alimento). Nesta situação, os machos surgem em meio à população de fêmeas, e ocorre a reprodução sexuada, quando são produzidos

ovos de resistência. As fêmeas são capazes de produzir e liberar cerca de 1 a 2 ovos efipiais.

Rottmann et al(2003) recomenda que para manter o modo de reprodução assexuada, deve-se manter a população bem alimentada, uma vez que menos progenies serão produzidos com ovos de repouso. O principal estímulo para a mudança de reprodução assexuada para a sexuada em populações de *Moina sp.* é a redução abrupta no fornecimento de alimentos, resultando em um aumento da produção de ovos de repouso. Nesse sentido, e tendo em vista que a metodologia deste trabalho não considerou a oferta contínua de alimento, acredita-se que a restrição alimentar por conta da escassez da microalga pode ter sido a razão para mudança no modo reprodutivo.

Elmoor-Loureiro (1997) descreve o ciclo de vida dos cladóceras dividido em estágios, após a reprodução assexuada, quando os ovos diplóides são depositados na câmara de incubação sofrendo segmentação. Dois dias depois nascem indivíduos jovens no 1º estágio, comumente chamados de neonatos, que se assemelham aos adultos. O estágio instar adolescente situa-se entre o último estágio jovem e o primeiro adulto. Nessa mudança de estágio ocorre a primeira postura de ovos. O número de ovos por postura varia de 1 a 40 dependendo de fatores ambientais (quantidade de alimento, pH, oxigênio dissolvido, densidade populacional, espécie, etc).

Os critérios utilizados para classificação nas categorias populacionais neonatos, adultos e fêmeas partenogenéticas consideraram porte, largura do corpo, visualização de estruturas internas. Os neonatos apresentam-se de modo geral menores em relação aos adultos e, para

fêmeas partenogenéticas foi observada maior largura na porção mediana do corpo e identificada a presença de neonatos na câmara de incubação (Figura 05). A identificação de fêmeas efipiais pôde ser feita com base na visualização dos ovos, com coloração escura, na câmara de incubação (Figura 05).



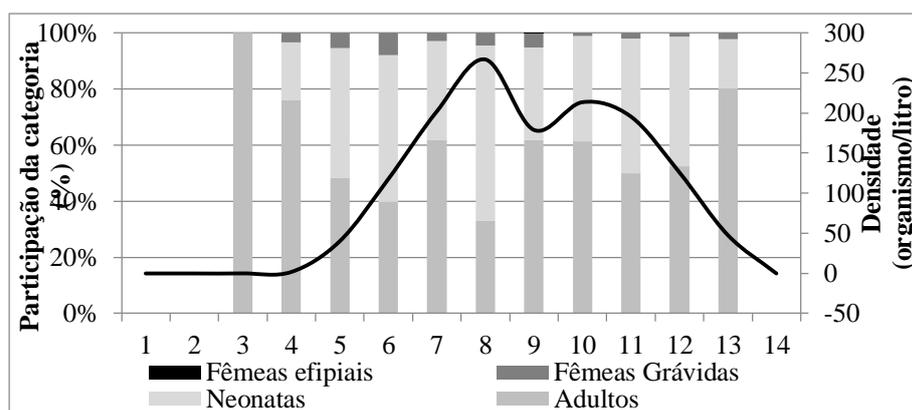
Figura 05-a) Fêmea portando neonatos na câmara de incubação; b) fêmea efipial portando ovos de resistência; c) Ovo de resistência.

Em relação às medidas biométricas, não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os dados de comprimento e largura, a cada dia, para indivíduos classificados como neonatos, adultos e fêmeas grávidas. Assim, consideraram-se apenas os dados de comprimento visando a possibilitar comparações mais amplas, já que esta é a medida usualmente mais adotada.

O comprimento médio dos organismos classificados como neonatos, adultos e fêmeas partenogenéticas encontra-se descrito na tabela 3. Estatisticamente o comprimento de adultos e fêmeas não diferiu entre os dias de cultivo. Contudo, para os neonatos foi verificado maior comprimento no 4º (0,19mm) e 5º dias (0,27mm) ( $p < 0,05$ ).

Os valores de comprimento registrados para os adultos da *Moina sp.* cultivados neste trabalho aproximaram-se daqueles descritos nos diferentes trabalhos elencados na Tabela 4. Estudos

Figura 04 - Densidade populacional (organismo/litro) e proporção (%) de neonatos, adultos e fêmeas partenogenéticas de *Moina sp.* durante o período de cultivo.



taxonômicos preliminares indicam que a espécie cultivada é *Moina minuta*, para a qual, os valores registrados assemelham-se aos dados obtidos por Elmoor-Loureiro, (1997); Ghidini e Santos-Silva (2009) e Maia-Barbosa e Bozelli, (2005).

Composição Populacional	Gênero e/ou espécie	Comprimento (mm)	Autores
Neonatos		0.49-0.55	Macedo (1996)
Adultos	<i>Moina micrura</i>	0.98-0.97	
	<i>Moina minuta</i>	0.37-0.40	Elmoor-Loureiro (1997)
	<i>Moina minuta</i>	0.15- 0.59	Keppeler e Hardy (2002)
Neonatos		0.4	Prieto (2006)
Adultos	<i>Moina sp.</i>	1.0	
	<i>Moina minuta</i>	0.33-0.47	Ghidini e Santos-Silva, (2009)
Neonatos		0.428 - 0.484	Romero (2009)
Adultos	<i>Moina sp.</i>	0.855 - 0.956	
	<i>Moina minuta</i>	0.38-0.40	Maia-Barbosa e Bozelli, (2005)
Neonatos		0.15±0.05	
Adultos		0.63±0.02	
Fêmeas Grávidas	<i>Moina sp.</i> *	0.69±0.23	Presente e trabalho

Tabela 04 - Classificação taxonômica das espécies de *Moina* em função do tamanho (comprimento).

Os menores comprimentos foram atribuídos aos neonatos e apenas Keppeler & Hardy (2002), relataram a ocorrência de organismos com tamanho semelhante, a partir de coleta em ambiente natural durante diferentes ciclos hidrológicos.

O conhecimento do tamanho dos organismos alimento cultivados permitirá verificar as fases de cultivo em que os mesmos são acessíveis às larvas de peixe. Sampaio (2010) verificou que a abertura máxima da boca em larvas de matrinxã (*Brycon amazonicus*) durante os dez primeiros dias de vida é  $1,36 \pm 0,04$  mm. O comprimento médio da *Moina* cultivada é inferior à abertura máxima da boca, e segundo Ghidini e Santos-Silva, (2009) é uma espécie nativa e abundante na região amazônica, características que sinalizam positivamente para o investimento no cultivo em larga escala visando à alimentação de peixes.

## CONCLUSÕES

As características ambientais (pH, temperatura ambiente, temperatura água e condutividade) não influenciaram na variação de densidade populacional de *Moina* sp, e as categorias populacionais (neonatos, adultos e fêmeas partenogenéticas) mantiveram-se proporcionalmente equilibradas entre as unidades experimentais ao longo dos 12 dias de cultivo. A redução das condições favoráveis (fatores abióticos e bióticos) afetou a taxa de crescimento populacional e induziu o surgimento de fêmeas efípias a partir do 9º dia.

Sugere-se manter os organismos bem alimentados durante a fase de crescimento exponencial, visando a garantir a reprodução assexuada, o que resultará em maior número de organismos e, portanto maior biomassa. A capacidade suporte do sistema estático foi atingida aos 7 dias de cultivo ( $266,92 \pm 16,94$  org.litro<sup>-1</sup>), com taxa de crescimento específico de 1,09 organismos.dia<sup>-1</sup>. O sistema de cultivo estático de cladóceras em tanques abertos pode atender às demandas de alimento vivo para produção de larvas de peixes, desde que haja intervenção a partir do 4º dia para otimização do período de crescimento exponencial de *Moina* sp.

## REFERÊNCIAS

CANTIZANI, M.S. Produção de organismos planctônicos para a alimentação de larvas de peixes com ênfase na matrinxã na Estação de

- Aqüicultura da Fazenda Experimental da UFAM. Manaus: UFAM, 2009. Monografia (Graduação em Engenharia de Pesca), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, 2009.
- CORNÉLIO, J. P. D. S. Isolamento e produção de *Chlorella* sp. (CHLOROPHYCEAE) e *Moina* sp.(CLADOCERA) para utilização na larvicultura de Matrinxã (*Brycon amazonicus*) Dissertação (Mestrado em Aquicultura) - Universidade Nilton Lins, Manaus, 2012.
- ESTEVES, F. D. A. Fundamentos da limnologia. Interciência, Ed. 3, Rio de Janeiro, 2011. 826 p.
- ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. Manual de identificação de Cladóceros límnicos do Brasil. Brasília: Universa, 1997. 156 p.
- GHIDINI, A. R.; SANTOS-SILVA, E. N. dos. Biomassa de quatro espécies de Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) e sua variação nictemeral no Lago Tupé, Amazonas, Brasil. V. 2 Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. UEA Edições, Manaus, 2009.
- HICKMAN, L.; ROBERTS, A.; LARRY, C. Princípios Integrados de Zoologia. Ed 11ª. Guanabara Koogan, 2004. Pag. 822.
- HOFF, F.; SNELL, T. Plankton culture manual. Florida Aqua Farms, Inc. Florida (USA), p. 108-122, 1997.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Boletim Agroclimatológico Mensal. Janeiro, 2012.
- KEPPELER, E. C.; HARDY, E. R. Estimativa do tamanho das fêmeas com ovos de *Moina minuta* Hansen, 1899 (Cladocera, Crustácea) no lago Amapá, Rio Branco, Estado do Acre, Brasil. Acta Scientiarum Maringá, V. 24, n. 2, p. 321-328, 2002.
- MACEDO, C. F. O estudo da qualidade nutricional de duas espécies de cladóceros em relação às clorofíceas *Ankistrodesmus gracilis* e *Scenedesmus quadricauda*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1999.
- MAIA-BARBOSA, P. M.; BOZELLI, L. R. Length-Weight Relationships for Five Cladoceran Species in na Amazoniam Lake. Brazilian Archives of Biology and Technology V. 48, n. 2, p. 303-308, March 2005.
- NASCIMENTO, V. M. C. Curvas de crescimento de *Moina micrura* Kurs, 1974 e *Ceriodaphnia silvestris* criadas em laboratório. Bol. Téc. CEPTA, V.2(único), p. 53-59, 1989.
- ODUM, E. P. Fundamentos da Ecologia. 7ª Ed. Lisboa, 2004. 901 p.
- PRIETO, M ;La Cruz,L; Morales, M. Cultivo experimental del Cladocero *Moina sp* alimentado con *Ankistrodesmus sp* y *saccharomyces cerevisiae*. Rev. MVZ Córdoba V.11 n.1 p.705-714, 2006.
- ROJAS, N. E. T.; MARINS, M. A. E ROCHA, O. The effect of abiotic factors on the hatching of *Moina micrura* Kurz, 1874 (Crustacea: Cladocera) ephippial eggs. Brazilian Journal of Biology, São Carlos, v.61, n.3, p. 371-376, 2001.
- ROMERO, L.T.. Desarrollo de *Moina sp.* em condiciones de laboratório alimentado com microalgas cultivadas en residuales pesqueiros.(Development of *Moina sp.* in laboratory condiciones, fed with microalgae cultured in the waste waters of fishing industry). REDVET,Revista Eletrônica Veterinária.V.10.n.4, 2009.
- ROTTMANN, R. W., J. S. GRAVES, C. WATSON. R. E. YANONG. Culture Techniques of *Moina*: The ideal *Daphnia* for feeding freshwater fish fry. Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Circular 1054, 2003.
- SAMPAIO, A.C.S. Desenvolvimento inicial e comportamento alimentar da matrinxã *Brycon amazonicus* (Gunther, 1869), em laboratório. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação Aquicultura) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG. Rio Grande 2010.
- SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Produção de Plâncton (Fitoplâncton e

Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Paulo: Rima, 2001. 99 p.

SOUZA, M. R. D. Influências Ambientais e Biológicas sobre Organismos Zooplanctônicos e sua Utilização como Bioindicadores. Monografia apresentada como trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Ciências Naturais, na Universidade de Brasília - UnB, Campus Planaltina, BRASÍLIA, 2012.

VELÁSQUEZ, A., E. SOLIS, N. MACEDO. I. Rosas. Influencia de la calidad del agua sobre la ocurrencia de *Daphnia pulex* en la presa y algunos aspectos de su pesquería. Rev. Cont. Amb. V.2, p. 39-56, 1986.