

# Efecto de la intensidad lumínica sobre la eficiencia reproductiva del cladócero *Moina* sp. bajo condiciones de laboratorio

## Effect of light intensity on reproductive efficiency of cladoceran *Moina* sp., under laboratory conditions

## Efeito da intensidade da luz sobre a eficiência reprodutiva do cladócero *Moina* sp., sob condições de laboratório

Juan A. Ramírez -Merlano<sup>1</sup>, Tatiana Mira- López<sup>2</sup>, Pablo E. Cruz-Casallas<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Profesional en Acuicultura, MSc

<sup>2</sup> Zootecnista, MSc, cPhD

<sup>3</sup> MVZ, MSc, PhD.

\* Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos - Gritox. Instituto de Acuicultura, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Meta - Colombia.  
Email: pecruczasallas@unillanos.edu.co

Recibido: Junio 15 de 2013

Aceptado: Noviembre 8 de 2013

### Resumen

Los cladóceros, en especial el género *Moina*, son organismos de gran utilidad para la acuicultura por su valor nutricional y por ser presa fácil para larvas de peces y crustáceos. Sin embargo, su eficiencia reproductiva y velocidad de crecimiento requieren condiciones ambientales específicas, como la intensidad lumínica, la cual es necesaria conocer para definir protocolos de su cultivo, bajo condiciones controladas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes intensidades de luz, así: T1 = 955 lm; T2 = 750 lm y T3 = 0.0 lm (ambiente totalmente oscuro), sobre algunas variables reproductivas y de crecimiento de la especie, bajo condiciones de laboratorio. Se seleccionaron ejemplares recién eclosionados, los cuales fueron asignados aleatoriamente en los diferentes tratamientos (n= 16). Se alimentaron con una suspensión de microalgas, *Scenedesmus* sp. ( $60 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>), durante 15 días para determinar: periodo de infertilidad Juvenil (IJ), periodo de incubación (PI), fecundidad (F), así como variables morfométricas. El menor tiempo de IJ se observó en el T2 ( $18.43 \pm 2.30$  h), siendo diferente cuando fue comparado con el T3 ( $P < 0.05$ ). No se observaron diferencias entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) en las demás variables evaluadas. En conclusión, el cladócero *Moina* sp constituye una alternativa como alimento vivo por su fácil adaptación a las condiciones de laboratorio, siendo más favorable cultivarlo bajo una intensidad lumínica de 750 lm.

**Palabras clave:** Alimento vivo, lumens, *Moina* sp., reproducción.

### Abstract

The cladocerans, *Moina* gender especially, are very useful organisms for aquaculture because of their nutritional value and because they are easy prey for larval fish and crustaceans; however, reproductive efficiency and growth rate require specific environmental conditions such as certain light intensity, which is necessary to know in order to design appropriate protocols for cultivation under controlled conditions. Consequently, the aim of this

study was to evaluate the effect of different light intensities: T1 = 955 lm, T2 = 750 lm and T3 = 0.0 lm (totally dark environment), on some reproductive and growth variables of *Moina* sp. under laboratory conditions. Newly hatched specimens were selected, which were randomly assigned to different treatments (n=16) for 15 days were fed a suspension of the microalgae *Scenedesmus* sp. ( $60 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>) to determine: Youth infertility period (IJ), incubation period (IP), fecundity (F) and morphometric variables. IJ Less time was observed in T2 ( $18.43 \pm 2.30$  h), being different compared to T3 ( $P < 0.05$ ). No differences were founded between treatments ( $P > 0.05$ ) for the other variables tested. In conclusion, the cladoceran *Moina* sp is a good alternative as live food because of its easy adaptation to laboratory conditions, being more favorable cultivation under a light intensity of 750 lm.

**Key words:** Live food, lumens, *Moina* sp., reproduction.

## Resumo

Os cladóceros, em especial os do gênero *Moina*, são organismos de grande utilidade para a aquicultura pelo seu valor nutricional e por ser presa fácil para larvas de peixes e crustáceos; contudo, sua eficiência reprodutiva e velocidade de crescimento, requerem condições ambientais específicas, como determinada intensidade luminosa, a qual é necessária conhecer para definir protocolos para seu cultivo sob condições controladas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes intensidades de luz: T1 = 955 lm; T2 = 750 lm e T3 = 0.0 lm (ambiente totalmente escuro), sobre algumas variáveis reprodutivas e de crescimento da *Moina* sp, sob condições de laboratório. Selecionaram-se exemplares que tiveram recente eclosão, os quais foram colocados aleatoriamente nos tratamentos (n= 16); durante 15 dias foram alimentados com uma suspensão de microalgas *Scenedesmus* sp. ( $60 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>) e se determinou: período de infertilidade Juvenil (IJ), período de incubação (PI), fecundidade (F) e variáveis morfométricas. O menor tempo de IJ foi observado em T2 ( $18.43 \pm 2.30$  h), sendo diferente quando comparado com T3 ( $P < 0.05$ ). Nas demais variáveis testadas, diferenças estatísticas não foram observadas ( $P > 0.05$ ). Concluiu-se que o cladóceros *Moina* sp, pela fácil adaptação às condições de laboratório, constitui uma boa alternativa como alimento vivo, sendo mais favorável cultivá-lo sob uma intensidade luminosa de 750 lm.

**Palavras chave:** Alimento vivo, lumens, *Moina* sp., reprodução

## Introducción

Los cladóceros son un grupo de organismos zooplanc-tónicos importante dentro de la cadena trófica por constituir una de las principales vías de transferencia de materia y energía desde los niveles productores primarios hacia los niveles consumidores superiores. Son pequeños crustáceos consumidores de algas y detritus, capaces de modular la multiplicación y el desarrollo del fitoplancton en ecosistemas acuáticos naturales. Al mismo tiempo, son presa favorita de predadores vertebrados e invertebrados (De Bernardi y Peter, 1987). Además, debido a su pequeña talla, rápido desarrollo, precocidad reproductiva, alta tasa de multiplicación, fácil manejo y considerable valor comercial (Montea-legre, 1996; Prieto, 2000), resultan de utilidad para la acuicultura comercial, al constituir una fuente importante de alimento para larvas de peces y crustáceos (Lavens y Sorgeloos, 1996; Wedler, 1998; Atencio -García, 2000; Prieto, 2000).

Una de las principales limitantes en los procesos productivos acuícolas es la identificación y producción

de alimentos de bajo costo, que cumplan con los requerimientos nutricionales de las especies objeto de cultivo, sean peces, crustáceos o moluscos (Torrentera y Tacon, 1989). Por lo tanto, existe interés en estudiar el comportamiento reproductivo y el valor nutricional de los cladóceros cultivados bajo condiciones controladas de laboratorio, debido a que constituyen una alternativa como fuente de alimento durante la larvicultura de muchas especies ícticas (Sipaúba-Tavares, 2001; Prieto, 2001; Kerguelen, 2001).

La multiplicación y crecimiento de un organismo zooplanc-tónico depende de sus características morfológicas, comportamiento alimenticio, calidad del alimento suministrado y condiciones ambientales existentes. Por ello es necesario desarrollar protocolos específicos para el cultivo de estos organismos bajo condiciones controladas. Para este propósito es fundamental conocer sus características fisiológicas, comportamiento e interacciones de competencia y predación con otros organismos, así como las condiciones ambientales requeridas para su crecimiento y reproducción (Melão, 1997).

El proceso reproductivo de los cladóceros comprende la eclosión de nuevos individuos a partir de huevos partenogenéticos diploides cuando las condiciones ambientales son favorables, o la reproducción sexual cuando las condiciones ambientales son desfavorables (Vijverberg, 1989). Los cambios reproductivos más importantes son: un suceso de no cruzamiento, duración del tiempo de desarrollo del huevo, tiempo entre los desoves, edad a la primera reproducción, duración del periodo reproductivo, número de huevos por postura y densidad de hembras en la población (Vijverberg, 1989). Estos cambios, así como la eficiencia reproductiva, están influenciados por las condiciones ambientales presentes (Stich y Lampert, 1984). La presencia e intensidad de luz es un factor modulador debido a que es requerida por la síntesis de los carotenoides contenidos en los huevos. La abundancia y distribución de estas especies depende de la variación estacional, pues el número y tamaño de huevos de resistencia y la madurez sexual, es conocido que dependen de las variaciones de temperatura, salinidad y luz, entre otros factores ambientales. Por otro lado, un exceso de luz solar, reduce considerablemente una población (Torretera y Tacon, 1989; Villarroel *et al.*, 2000, Williamson y Zagarese, 2003).

El presente trabajo aporta información sobre algunos aspectos reproductivos de *Moina* sp., sometida a diferentes intensidades lumínicas, con el objeto de ampliar el conocimiento sobre su posible potencial para cultivo bajo condiciones controladas de laboratorio.

## Materiales y métodos

### Localización del área de estudio

La investigación fue realizada en el laboratorio de alimento vivo del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia, a una altitud de 418 msnm, temperatura de 25°C, precipitación de 4050 mm y humedad relativa del 75%.

### Material biológico

Se empleó una cepa de *Moina* sp., aislada de estanques en tierra de la estación Piscícola del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos, capturada por medio de arrastres horizontales. Los ejemplares aislados fueron colocados en recipientes de vidrio de 1000 mL de capacidad, con un volumen útil de 500 mL y alimentadas con suspensión de microalgas *Scenedesmus* sp. ( $60 \times 10^4$  células.mL<sup>-1</sup>). Cada dos días se realizó renovación del 100% del agua, la cual se filtró previamente.

Inicialmente, se realizaron evaluaciones preliminares sobre un grupo de 12 ejemplares, para determinar el momento y frecuencia de cada observación. Los ejemplares fueron colocados individualmente en cámaras multiceldas con 7 mL de agua filtrada y  $20 \times 10^4$  cel. mL<sup>-1</sup> de *Scenedesmus* sp. como fuente de alimento.

### Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio, balanceado, de efecto fijo y simétrico, para evaluar tres diferentes intensidades lumínicas: T1 = 955 lm, T2 = 750 lm y T3 = 0 lm (ambiente totalmente oscuro), utilizándose 16 ejemplares (n= 16) por cada tratamiento, asignados al azar. Para los tratamientos T1 y T2 se empleó fotoperiodo de 12 horas (12:12, luz: oscuridad).

### Efecto de la intensidad lumínica

Para evaluar los efectos de la intensidad lumínica sobre los aspectos reproductivos básicos de *Moina* sp., se tomaron ejemplares recién eclosionados y colocados en tubos de ensayo con 7 mL de agua. Estos fueron ubicados aleatoriamente en tres tipos de cajas, totalmente selladas, para no permitir entrada ni salida de luz. Se hicieron observaciones cada 4 horas bajo estereoscopio (Nikon SMZ80, Japón) durante un periodo de 15 días, determinando aspectos reproductivos como periodo de infertilidad juvenil (IJ) (tiempo transcurrido entre la emisión del individuo al medio por su madre partenogenética y su primer evento reproductivo); periodo de incubación (PI) (espacio de tiempo [h] desde la formación del huevo hasta su eclosión); fecundidad (F) (número de neonatos por hembra [nts/hembra] en cada ocasión o evento reproductivo); frecuencia reproductiva (FR) (tiempo [h] transcurrido entre un evento reproductivo y el siguiente) y tiempo generacional (TG) (tiempo [h] que transcurre desde el desarrollo del huevo, pasando por el desarrollo posembriionario hasta la puesta del primer huevo). Dentro de cada observación se determinó la temperatura en el interior de la caja y del agua por medio de una termocupla (IP-100 WBrand, USA, Precisión: 0.001°C). Se registraron las siguientes características morfométricas sobre las hembras adultas: longitud total (LT), ancho del cuerpo (AC), longitud total del embrión (LTE), diámetro (DH) y longitud total de los huevos (LTH).

### Análisis estadístico

Con base en la información colectada, se aplicó un análisis multivariado (MANOVA) seguido de pruebas de Tukey con el fin de evaluar simultáneamente las variables respuesta y compararlas entre tratamientos.

Para considerar diferencias estadísticas se utilizó como criterio un valor de  $P < 0.05$ . Adicionalmente se realizó un análisis descriptivo de tipo univariado y los resultados fueron expresados como media  $\pm$  error estándar de la media, calculándose además el coeficiente de variación.

## Resultados

Las hembras adultas de *Moina* sp. presentaron una LT de  $1300 \pm 208.1 \mu\text{m}$ , AC de  $710 \pm 35.3 \mu\text{m}$ , LTE de  $520 \pm 8.16 \mu\text{m}$ , DH=  $247.5 \pm 5.0$ , LTH=  $185 \pm 7.1 \mu\text{m}$  y DH=  $166.67 \pm 5.16 \mu\text{m}$  (Figura 1).

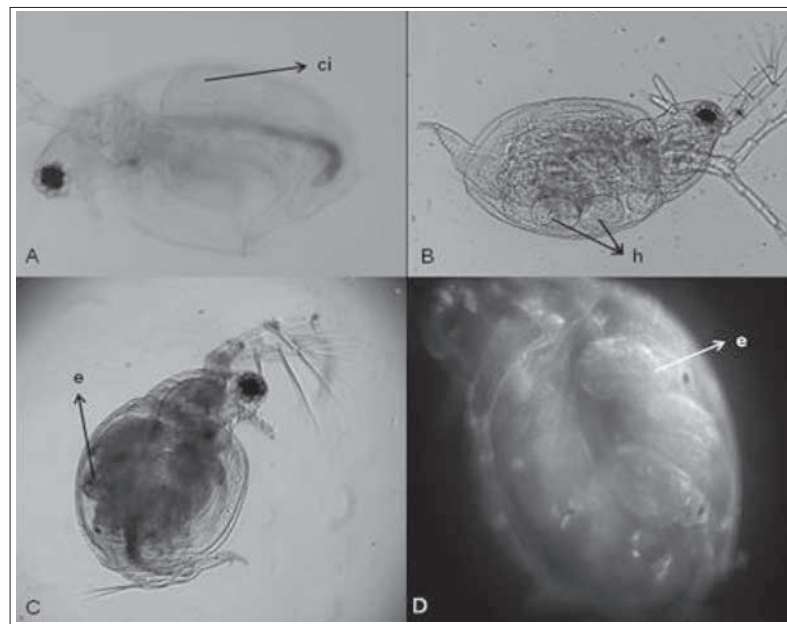
Las temperaturas registradas dentro de la caja y del agua se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) del agua y dentro de la caja para cada tratamiento. Valores expresados como media  $\pm$  error estándar de la media (SEM).

Temperatura	Tratamiento		
	1	2	3
Agua ( $^{\circ}\text{C}$ )	$28.45 \pm 0.01$	$29.20 \pm 0.02$	$26.97 \pm 0.11$
Caja ( $^{\circ}\text{C}$ )	$28.25 \pm 0.01$	$29.68 \pm 0.0$	$25.32 \pm 0.04$

Los ejemplares sometidos al ambiente de total oscuridad (T3) presentaron un IJ de  $26.40 \pm 0.97$  horas, mientras que los del tratamiento 2 presentaron el menor tiempo  $18.43 \pm 2.30$  horas; observándose diferencias estadísticas entre estos dos tratamientos ( $P < 0.05$ ) (Tabla 2).

No se observaron diferencias en las demás variables reproductivas evaluadas (Tabla 2).



**Figura 1.** Estado de desarrollo reproductivo de *Moina* sp. A. Hembra infértil, ci= cámara incubatriz (10x); B. Hembra ovada, h=huevos (10x); C, D. Hembra embrionada, e=embrión (4x, 10X).

**Tabla 2.** Parámetros reproductivos de *Moina* sp., bajo condiciones de laboratorio, sometido a diferentes intensidades lumínicas: T1 = 955 lm, T2 = 750 lm y T3 = 0 lm (total oscuridad). Datos expresados como media  $\pm$  error estándar de la media (SEM).

Parámetro reproductivo	Tratamiento					
	1		2		3	
	Media $\pm$ SEM	CV	Media $\pm$ SEM	CV	Media $\pm$ SEM	CV
Infertilidad juvenil IJ (h)	$22.4 \pm 1.3^{ba}$	23.2	$18.4 \pm 2.3^b$	50.0	$26.4 \pm 1.0^a$	26.7
Periodo de incubación PI (h)	$23.6 \pm 1.2^a$	42.0	$27.4 \pm 2.5^a$	65.5	$29.4 \pm 1.0^a$	23.4
Fecundidad (nts/hm)	$6.3 \pm 0.3^a$	63.9	$6.9 \pm 0.3^a$	126.4	$6.2 \pm 0.3^a$	39.8
Posturas	$4.1 \pm 0.7^a$	38.5	$4.3 \pm 1.4^a$	37.1	$3.0 \pm 0.3^a$	34.8
Frecuencia reproductiva (h)	$23.4 \pm 1.5^a$	46.1	$21.0 \pm 1.5^a$	45.5	$27.2 \pm 1.0^a$	21.4
Tiempo generacional TG (h)	$42.9 \pm 2.1^a$	24.0	$42.5 \pm 3.3^a$	29.8	$54.0 \pm 3.7^a$	26.5
Longevidad (h)	$127.7 \pm 17.4^a$	52.7	$109.6 \pm 11.1^a$	40.6	$128.5 \pm 10.7^a$	32.1

CV= Coeficiente de variación

<sup>a,b</sup> Letras diferentes entre filas significan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). (n=16).

## Discusión

El crecimiento de un organismo está en función de su morfología, comportamiento, alimento y de su capacidad de adaptación a las características del ambiente, reflejando de esta manera la importancia del conocimiento biológico de la especie para lograr su cultivo exitoso. Para *Moina* sp. el periodo de infertilidad juvenil (IJ) en los tratamientos 2 y 3, mostró diferencias estadísticas significativas, lo cual demuestra el efecto de factores extrínsecos como los ciclos diarios de luz y oscuridad, afectando los patrones reproductivos al retardar el desarrollo de los juveniles para alcanzar su primer evento reproductivo (Buikema 1968, Starkweather 1976). Se confirma la influencia de las condiciones ambientales sobre las características morfológicas, fisiológicas y reproductivas de los cladóceros (Bonou *et al.*, 1991; Gordo *et al.*, 1994).

El efecto de la temperatura está relacionado con las necesidades energéticas a bajas temperaturas, las cuales sólo permiten el crecimiento y sobrevivencia de los individuos, pero su fecundidad se ve afectada porque se requiere de mayor cantidad de energía para llevar a cabo la función reproductiva (Benider, Tifnouti y Pourriot, 2002).

La literatura no reporta información acerca de la evaluación de los efectos de la intensidad lumínica sobre los aspectos reproductivos del género *Moina*. Sin embargo, para otros cladóceros como *Diaphanosoma*, cultivada bajo una intensidad lumínica de 300 lm y alimentadas con *Ankistrodesmus gracilis*, se registró una fecundidad de  $7.16 \pm 0.62$  neonatos por hembra (Sipaúba-Tavares y Bachion, 2002). En los individuos estudiados en el presente trabajo, la fecundidad mostró valores de 6.16 a 6.85 neonatos por hembra, respuesta mayor comparada a lo reportado para *M. micrura* y menor que *D. birgei*. Otero-Paternina *et al.* (2007) y Prieto (2001) reportan un promedio de  $2.0 \pm 0.3$  y 4.16 neonatos/hembra para los cladóceros *Alona* sp y *Moinodaphnia*, respectivamente, inferiores a los observados para *Moina* en el presente estudio. Estos valores, confirman la utilidad del genero *Moina* como alimento vivo para la producción de peces, en virtud de sus características reproductivas (Torrenta y Tacon, 1989; Martínez y Gutiérrez, 1991).

Con relación a la frecuencia reproductiva (FR), se observaron intervalos de desoves consecutivos cercanos a las 24 horas, valor similar al reportado por Montealegre (1996) para *Moinodaphnia macleayii* (27.9 horas). Por su parte Prieto (2001) reportó una FR cercana a las 24 horas para *Moinodaphnia* sp.

No se observaron diferencias estadísticas en el periodo de incubación entre los tratamientos evaluados. Para *Moina micrura* a 300 lm, la duración de esta variable fue de  $27.23 \pm 3.75$  h (Sipaúba-Tavares y Bachion, 2002), similar a lo observado en este trabajo para individuos sometidos a 750 lm. En especies como *Diaphanosoma birgei*, estos valores superan las 40 h. Es posible que se deba al mayor tamaño de los huevos.

La longevidad de *Moina macrocopa* en cultivo mostró un promedio aproximado de 10 días, con valores máximos de 22 días y mínimo 2 días (Benider *et al.*, 2002). Sipaúba-Tavares y Bachion (2002) reportan una longevidad de cinco (5) y catorce (14) días para *Moina micrura* y *Diaphanosoma birgei*, respectivamente, siendo similares los resultados (5 días) obtenidos para *Moina* sp. en este trabajo.

Considerando como aspecto relevante la continua presencia de alimento en el tracto digestivo de los cladóceros, que fue observada en este estudio, se comprueba que la aceptación y calidad del alimento suministrado (*Scenedesmus* sp.) fueron las apropiadas para los organismos.

Prieto (2006) reporta una longitud total promedio de  $986.45 \pm 63.99$   $\mu\text{m}$  para el cladóceros *Moina* sp., cercano al observado en este estudio, mientras que los valores fueron menores para todas las características evaluadas para *Alona* sp. (Otero-Paternina *et al.*, 2007).

Los resultados de esta investigación presentan a *Moina* sp. como alternativa para ampliar la disponibilidad de alimento vivo utilizando una intensidad lumínica de 750 lm, condición bajo la cual se pueden obtener individuos maduros en menos tiempo (periodo de infertilidad juvenil corto); además el estudio confirma su fácil adaptación a las condiciones de laboratorio y aceptación de un alimento de fácil producción como la microalga *Scenedesmus* sp. Estas características realzan su potencial como especie apta para establecer programas de cultivo masivo y su uso como alimento vivo en las primeras fases de la larvicultura de peces y crustáceos de agua dulce.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos, al Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos (Gritox), así como al profesor Luis Fernando Restrepo por su colaboración. Apoyo Financiero: CIAT-Ministerio de Agricultura-Universidad de los Llanos, contrato 015-2/06.

## Referencias

- Armitage KB, Saxena B, Angnino EE. Population dynamics of pond zooplankton, I. *Diatomus pallidus* Herrick. *Hidrobiología*, 1973; 42:295-333.
- Atencio VJ. 2000. Influência da primeira alimentação na alevinagem do Yamú *Brycon siebethalae* (Eigenmann 1912). Tese Maestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias. Brasil. p. 130.
- Benider A, Tifnouti A, Pourriot R. Growth of *Moina macrocopa* (Straus 1820) (Crustacea, Cladocera): influence of trophic conditions, population density and temperature. *Hidrobiología*, 2002; 468:1-11.
- Bonou CA, Pagano M, Saint-Jean L. Développement et croissance en poids de *Moina micrura* et de *Mesocyclops aginnus* dans un milieu saumâtre tropical: les étangs de pisciculture de Layo (Côte d'Ivoire). *Rev Hydrobiol Trop*. 1991; 24:287-303.
- Buikema AL. Effects of varying wavelengths, intensities and polarized light on population dynamics and ephippial production of *Daphnia pulex* Leydig, 1860 (Cladocera). *Crustaceana*. 1968; 14:445-449.
- De Bernardi R, Peters R. 1987. Why Daphnia? En Peters R, De Bernardi R. (Editors.) *Daphnia*. Memorie Dell'Istituto Italiano Di Idrobiologia, 45: 1-9.
- Prieto M, De la Cruz L, Morales M. Cultivo experimental del cladocero *Moina* sp alimentado con *Ankistrodesmus* sp y *Saccharomyces cerevisiae*. *Rev MVZ Córdoba*. 2006; 11(1):705-714.
- Gordo T, Lubian LM, Canavate JP. Influence of temperatura on growth, reproduction and longevity of *Moina salina* Daday, 1888 (Cladocera, Moinidae). *J Plankton Res*, 1994; 16(11):1513-1523.
- Kerguelen E, Sánchez I, Atencio-García VJ. 2003. Influencia de la presa en la primera alimentación del bocachico *Prochilodus magdalenae* Steindachner, 1878. In: Congreso Internacional Virtual de Acuicultura. p. 295-302.
- Lavens P, Sorgeloos P. 1996. Introduction. In: (Editors). Manual on the production and use of life food for aquaculture. FAO Fisheries technical paper No. 361. Rome: FAO, Cap. 1, p.1-6.
- Martínez JF, Gutiérrez A. Fecundity, reproduction, and growth of *Moina macrocopa* fed different algae. *Hydrobiology*, 1991; 22: 49-55.
- Melão MGG. 1997. A comunidade planctónica fitoplâncton e zooplâncton e produtividade secundaria do zooplâncton de un reservatório oligotrófico. São Carlos: UFSCar, (Tese). p.152.
- Montealegre D. 1996. Historia de vida de *Moinodahnia macleayii* (King) (Crustacea: Cladocera) en condiciones de Laboratorio. Tesis Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá D.C., Colombia. p. 136.
- Oliveros OB. Campaña limnológica «Keratella I» en el río Paraná Medio. Aspectos tróficos de peces de ambientes leníticos. *Ecología*. 1980; 4:115-126
- Oliveros OB, Rossi LM. Ecología trófica de *Hoplias malabaricus malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 1991; 22(2): 55-68.
- Otero A, Ramirez JA, Medina VM, Zapata BE, Mira T, Velasco YM, Cruz PE. 2007. Aspectos reproductivos del cladocero *Alona* sp. bajo condiciones de laboratorio. En. Memorias XIII Jornada de Acuicultura Unillanos. p. 57-60.
- Prieto M. Aspectos reproductivos y pautas para el cultivo de *Moinodaphnia* sp (Crustacea-Cladocera), cepa ciénaga de Lorica, en condiciones de laboratorio. 2001. Universidad del Magdalena, Santa Marta. Colombia.
- Torrenta BL, Tacon AG. 1989. La producción de alimento y su importancia en acuicultura. FAO. Brasil.
- Sipaúba LH, Bachion MA. Population growth and development of two species of cladocera, *Moina micrura* y *Diaphanosoma birgei*, in laboratory. *Braz J Biol*, 2002; 62(4A): 701-711.
- Starkweather P. Influences of light regime on postembryonic development in two strains of *Daphnia pulex*. *Limnology and Oceanography*, 1976; 21: 830-837.
- Stich HB, Lampert W. Growth and reproduction of migrating and nonmigrating *Daphnia* species under simulated food and temperature conditions of diurnal vertical migration. *Oecologia*, 1984; 61:192-196
- Villaruel EJ, Graziani CA, Moreno CA. Efecto de la temperatura en parámetros poblacionales *Dehyaella azteca* (S., 1858) smith, 1874 (crustacea: amphipoda), especie introducida en Venezuela. *Saber*, Universidad de Oriente, Venezuela, 2000; 12(1): 21-24.
- Viiverberg J. Culture techniques for studies on the growth, development and reproduction of copepods and cladocerans under laboratory and *in situ* conditions. *Freshwater Biology*. 1989; 21:317-373.
- Wedler E. 1998. Introducción en la acuicultura, con énfasis en los neotrópicos. Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. pp. 388.
- Williamson CE, Zagarese HE. 2003. UV effects on aquatic ecosystems: A changing climate perspective. In: UV effects in aquatic organisms and ecosystems. (Eds E.W. Helbling & H.E. Zagarese), The Royal Society of Chemistry, Cambridge. p.