

EFFECTO DE LA HARINA DE PESCADO Y DEL AGUA VERDE CON DOMINANCIA DE *Chlorella* sp y *Scenedesmus* sp. EN LA PRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE *Moina* sp. (CLADÓCERA)

Wilson RODRÍGUEZ¹, Fransisk SÁNCHEZ², Fernando ALCÁNTARA³

1 Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. E. mail: watson312@hotmail.com

2 Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima. E. mail: Ni-pelg-you@hotmail.com

3 Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Programa de Investigación para el Uso y Conservación del Agua y sus Recursos. Carretera Iquitos Nauta. Km. 4.5. Iquitos. Perú. E. mail: fab_0005@hotmail.com

RESUMEN

Este estudio fue ejecutado en el Centro de Investigaciones de Quistococha del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, situado en Loreto, Perú con la finalidad de determinar la influencia de la harina de pescado y del inóculo de *Chlorella* sp., y *Scenedesmus* sp., en la producción experimental de *Moina* sp., (Cladócera). Fueron utilizados cuatro tratamientos y cuatro repeticiones en un diseño completamente al azar. En los tratamientos fueron utilizados 1.0, 1.5, 2.0 y 2.5 g.L⁻¹ de harina de pescado, en adición a 0.2 L de agua verde con dominancia de *Chlorella* sp., y *Scenedesmus* sp. La producción promedio de cladóceros fue proporcional a los cuatro niveles de harina de pescado utilizados, según se indica: 37725 ± 7090.48, 11675 ± 4474.73, 492 ± 284.50 y 1642 ± 1641.75 org.L⁻¹, respectivamente. El análisis de varianza y el test de Tukey al nivel de probabilidad de 0.05 mostraron diferencia significativa entre el tratamiento uno y los demás tratamientos (p < 0.05). La mayor producción fue observada en el tratamiento con 1 g.L⁻¹ de harina de pescado y que presentó un nivel de pH de 9.6. Los niveles de harina de pescado superiores a 1 g.L⁻¹ determinaron bajos niveles de producción, presentando nivel de pH de 6.6 ± 2.3, lo cual afectó negativamente la producción final de cladóceros. La concentración de oxígeno disuelto fue de 2.3 ± 1.4 mgL⁻¹ y la del pH fue de 6.6 ± 2.3 mientras que la temperatura fue de 22.8 ± 3.8 °C.

PALABRAS CLAVE: *Moina* sp., Cladócera, cultivo, harina pescado.

EFFECT OF FISH FLOUR AND THE GREEN WATER WITH DOMINANCE OF *Chlorella* sp. and *Scenedesmus* sp. IN THE EXPERIMENTAL PRODUCTION OF *Moina* sp. (CLADOCERA)

ABSTRACT

This study was carried out at the Quistococha Research Center of the Peruvian Amazon Research Institute located in Loreto, Peru, in order to determine the influence of fishmeal and the inoculum of *Chlorella* sp., and *Scenedesmus* sp., in the experimental production of *Moina* sp. Four treatments and four replications were used in a completely randomized design. In the treatments, we used 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 g.L⁻¹ of fish flour, in addition to 0.2 L of green water with dominance of *Chlorella* sp., and *Scenedesmus* sp. The average production of cladocerans was proportional to the use of four fish flour quantities as indicated: 37725 ± 7090.48; 11675 ± 4474.73; 492 ± 284.50 and 1642 ± 1641.75 org.L⁻¹. The analysis of variance and the Tukey test at the probability level of 0.05 showed a significant difference between treatment one and the other three treatments (p < 0.05). The highest production was observed in the treatment with 1 g.L⁻¹ of fish flour and this showed a pH level of 9.6. The levels of fish flour higher than 1 g.L⁻¹ determined low production and presented pH levels of 6.6 ± 2.3 affecting negatively the final production of cladocerans. The concentration for the treatments was 2.3 ± 1.4 mgL⁻¹ of dissolved oxygen, 6.6 ± 2.3 of pH and 22.8 ± 3.8 °C of temperature.

KEYWORDS: *Moina*, Cladocera culture, fish flour

INTRODUCCIÓN

Moina sp. es un microcrustáceo filtrador no selectivo de importancia relevante, tiene una talla de 1.0 mm al estado adulto y de 0.4 mm en los neonatos (Prieto *et al.*, 2006), presenta un contenido proteico alrededor de 50 % y de grasa del 20 al 27 % en los adultos y del 4 al 6 % en los juveniles (Jiménez *et al.*, 2003). El contenido de lípidos de la *Moina* es de gran importancia para sus propias necesidades metabólicas, como para las especies que la consumen (Goulden *et al.*, 1988, citado por Romero, 2009).

Los cladóceros han sido cultivados utilizando *Chlorella* y *Ankistrodesmus* (Prieto, 2001); *Ankistrodesmus* y *Saccharomyces cerevisiae* (Prieto, 2006); *Scenedesmus quadricauda* y *Ankistrodesmus gracilis* (Macedo & Pinto-Coelho, 2001) y otros, como levadura Z-plus y micro algas (Jiménez *et al.*, 2003). La *Moina* se alimenta de varios grupos de bacterias, fitoplancton y detritus y sus poblaciones crecen más rápidamente en presencia de adecuadas cantidades de bacterias y fitoplancton. (Rottmann *et al.*, 2011). La disponibilidad de alimento de calidad y en la cantidad necesaria, juega un rol determinante en el crecimiento y la sobrevivencia en la fase de larvicultura y alevinaje de peces en condiciones de cultivo. En estas fases se usa, frecuentemente, nauplios de *Artemia* que, son caros y no siempre están disponibles, con la desventaja adicional como lo reportaron Rottmann *et al.* (2011) de la escasa sobrevivencia de los nauplios en agua dulce. Ocampo *et al.* (2010) ejecutaron el cultivo de *Daphnia magna* alimentándola con probióticos y dietas a base de *Saccharomyces cerevisiae* y un medio enriquecido con ácidos grasos (n = 6) provenientes de harina avena-soya concluyendo que los Cladóceros presentan adaptación favorable a las condiciones de manejo para la producción de biomasa útil como alimento vivo en acuicultura.

En este contexto, es necesario buscar métodos alternativos, simples, de bajo costo y accesibles de producción de alimento de calidad, como los cladóceros y, entre ellos, de *Moina* sp., para su utilización en la fase de larvicultura de peces y otros organismos utilizados en acuicultura. Este estudio fue ejecutado con la finalidad de determinar la influencia de la harina de pescado como fuente de nutrientes en la producción experimental de *Moina* sp.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento fue ejecutado en el Centro de Investigaciones de Quistococha del Instituto de

Investigaciones de la Amazonía Peruana en el 2011, en dos etapas: En la primera, fueron capturadas dos *Moina* adultas en el módulo de producción de alimento vivo con fines de larvicultura y posteriormente aisladas en un beaker de 200 ml, a razón de un individuo por cada unidad experimental. Como alimento fue ofrecido filtrados de micro algas con dominancia de *Chlorella* sp., y *Scenedesmus* sp., procedentes del módulo de producción de alimento vivo del C.I Quistococha.

Al día siguiente de la separación de los adultos fue observada la sobrevivencia de una *Moina* y la producción de 20 neonatos. En la segunda etapa fueron sembrados dos neonatos en cada unidad experimental compuesta por bolsas de plástico de 10 L de capacidad instaladas con los tratamientos de harina de pescado como fuente de nutrientes, como se indica:

- T1: 1 gramo de harina de pescado por litro de agua.
- T2: 1.5 gramos de harina de pescado por litro de agua.
- T3: 2.0 gramos de harina de pescado por litro de agua.
- T4: 2.5 gramos de harina de pescado por litro de agua.

Treinta horas antes de la siembra de los cladóceros, fueron llenadas las unidades experimentales con agua filtrada en una malla de 60 µm, hasta un volumen de 9.8 L completando el volumen a 10 L con la adición de 0.2 L de agua verde con dominancia de *Chlorella* y *Scenedesmus*, filtrada en una malla de 33 micras.

Las unidades experimentales, fueron ubicadas en cuatro columnas y cuatro filas en un diseño completamente al azar bajo un área techada de 4 x 4 m, con techo de plástico transparente para protegerlas de la lluvia y dejar pasar la radiación solar directa y difusa.

La distribución de los tratamientos y sus repeticiones fue determinada mediante el programa Random Sequence Generator, (www.random.org/sequences).

Fueron evaluadas las variables físicas y químicas de las unidades experimentales. El oxígeno disuelto y la temperatura fueron evaluados mediante un oxímetro marca YSI, Modelo 55-12 FT y el pH fue medido mediante un equipo digital marca Hanna.

La producción de cladóceros fue evaluada al cabo de 12 días, mediante el siguiente procedimiento: Se filtró el contenido de cada una de las unidades experimentales con una malla de 50

micras, hasta alcanzar un volumen de 200 ml que fue retenido en un beaker; luego con una micro pipeta Eppendorf de 500 micro litros se tomó 6 muestras de 0.5 ml cada una, para realizar el conteo directo de los cladóceros, en una placa Petri, paralizándolos de antemano, con la ayuda de alcohol al 70 % de acuerdo a Rottmann *et al.* (2011). La producción final fue estimada relacionando el número de cladóceros de la muestra con el volumen total del concentrado.

Los resultados fueron analizados utilizando la hoja de cálculo Excel y el Programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 18 determinando los estadísticos media, mínimo, máximo, desviación típica, varianza, coeficiente de correlación y test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción promedio de cladóceros en los tratamientos fue 37725 ± 7090.48 ; 11675 ± 4474.73 ; 492 ± 284.50 y 1642 ± 1641.75 org.L⁻¹ (media \pm error típico de la media), inversamente proporcional a la concentración de harina de pescado (T1>T2>T3>T4). Tabla 1. Figura 1. El análisis de varianza indicó diferencia significativa entre los tratamientos (Tabla 2) y el test de Tukey (Tabla 3) evidenció diferencia significativa entre el tratamiento uno y los demás tratamientos indicando que 1 g de harina de pescado por litro de agua utilizado en el tratamiento uno fue el más adecuado para la producción de los Cladóceros en las condiciones experimentales ($p < 0.05$). Figura 1.

Tabla 1. Producción de cladóceros utilizando harina de pescado como fuente de nutrientes (org.L⁻¹).

Tratamientos (H. pescado gL ⁻¹)	N	Media	Desv. típ.	Mínimo	Máximo	Error típ. de la media
1.0	4	37725	14180.96	20900	50800	7090.48
1.5	4	11675	8949.45	2733	20200	4474.73
2.0	4	492	569.00	0	1033	284.50
2.5	4	1642	3283.50	0	6567	1641.75
Total	16	12883	17264.39	0	50800	4316.10

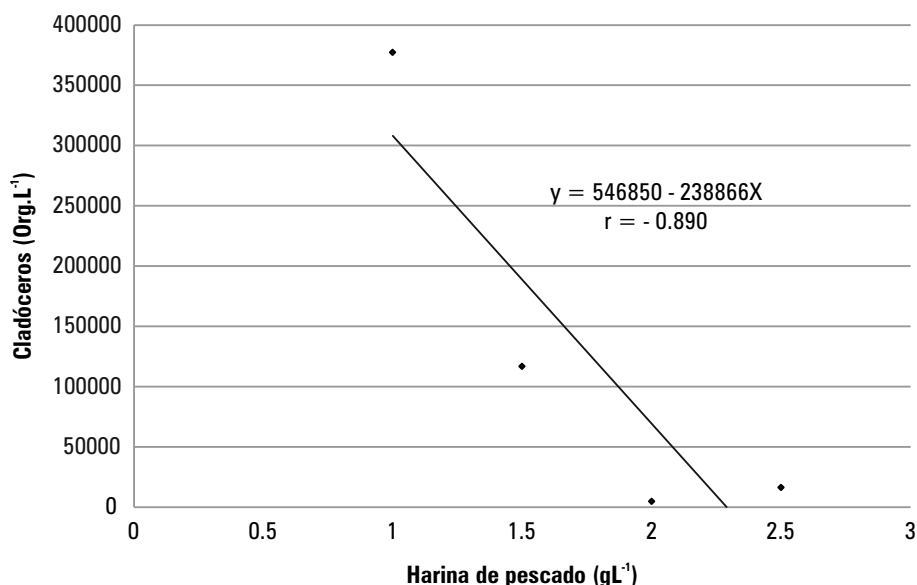


Figura 1. Producción de cladóceros por tratamiento.

Tabla 2. Análisis de varianza.

			Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de Cladóceros	Inter-grupos	(Combinadas)	3593996805.688	3	1197998935.229	16.394	0.000
* Tratamientos	Intra-grupos		876891961.750	12	73074330.146		
	Total		4470888767.438	15			

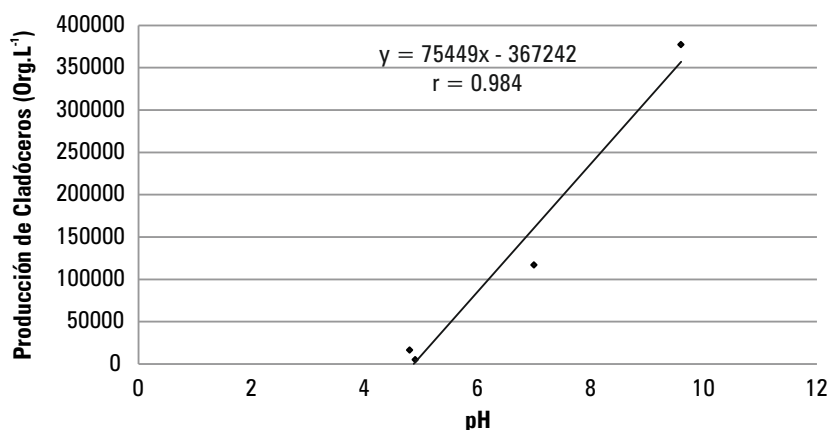


Figura 2. Producción de Cladóceros y niveles de pH en la utilización de harina de pescado como fuente de nutrientes.

Los niveles superiores a 1 g de harina de pescado presentaron menor producción de cladóceros, con una correlación negativa significativa ($y = 546850 - 238866X$; $r = -0.8909$) entre los niveles de harina de pescado y la producción de cladóceros (Figura 1) debido aparentemente, a condiciones de calidad de agua inadecuadas para el desarrollo de los organismos por acidificación del medio de cultivo (Figura 2 y 3) y probablemente niveles inadecuados de nitrito derivado de la harina de pescado utilizada como fuente de nutrientes.

La estrategia de cultivo de *Moina* sp., utilizando diversos niveles de harina de pescado y filtrados de plancton con dominancia de *Chlorella* y *Scenedesmus*, efectuada en este experimento, fue eficaz en el tratamiento uno (T1) porque permitió la sobrevivencia de los neonatos que alcanzaron el estado adulto y produjeron sus propios descendientes. Aún cuando en el tratamiento dos (T2) con 1.5 gL⁻¹ de harina de pescado fue observada sobrevivencia y producción de cladóceros, los niveles de producción fueron bajos en relación a los

niveles alcanzados en el tratamiento uno, con 1 gL⁻¹ de harina de pescado. En este sentido, nuestros resultados nos permiten identificar la necesidad de continuar las investigaciones en esta estrategia de producción en orden a determinar el nivel óptimo de carga de harina de pescado que permita la mayor producción posible de cladóceros. No hemos registrado antecedentes de utilización de harina de pescado como fuente de nutrientes en el cultivo de Cladóceros por lo cual es difícil establecer comparaciones del método utilizado en este trabajo. Sin embargo, Martínez (1999) y Prieto (2001) reportaron el uso de *Chlorella* y *Ankistrodesmus* en el cultivo de *Moinodaphnia*; Jiménez *et al.* (2003) utilizaron tres dietas: la micro alga *Scenedesmus abundans* la levadura *Saccharomyces cerevisiae* de la marca Safinstant® y un alimento formulado para zooplancton de la marca comercial Z-plus®; Romero (2009) reportó el uso del *Scenedesmus* como alimento de *Moina*; Núñez & Hurtado (2005) utilizaron jugo de alfalfa y levadura en el cultivo de *Daphnia magna*; Martínez (2000) reportó la

conducta alimentaria de *Moina micrura*, *Ceriodaphnia dubia* y *Daphnia ambigua* (Cladóceras) frente a las micro algas *Chlorella* sp., y *Oocystis* sp., (Chlorophyceae); Rodríguez-Estrada *et al.* (2003) reportaron que *Moina micrura* fue cultivada empleando como alimento las micro algas clorofíceas *Ankistrodesmus falcatus* y *Scenedesmus incrassatulus*; Prieto *et al.* (2006) utilizaron *Ankistrodesmus* sp., y *Ankistrodesmus* + *Saccharomyces cerevisiae* (levadura de panificación); Ocampo *et al.* (2010) realizaron el cultivo experimental del cladóceros *Daphnia magna* utilizando probióticos como alimento; Rottmann *et al.* (2011) reportaron que en Singapur la *Moina micrura* crece en estanques fertilizados con excretas de gallina o menos frecuentemente, con estiércol de cerdo; Damle & Chari (2011) evaluaron la influencia

de las excretas de vacuno, cabra y pollo en el rendimiento de *Daphnia* sp.; Ramírez-Merlano *et al.* (2013) reportaron que los cladóceros, en especial el género *Moina* fueron alimentados con una suspensión de micro algas *Scenedesmus* sp.

Prieto & Atencio (2008) reportaron que la larvicultura de peces neo tropicales altriciales presenta limitaciones para el manejo de la primera alimentación dado el pobre desarrollo del tracto digestivo y capacidad natatoria, por lo tanto, la alimentación de la larva debe considerar el tamaño, densidad y calidad de la presa ofrecida. En este sentido, consideramos que el trabajo realizado representa una alternativa simple de producción de organismos de gran calidad nutritiva y de tamaño adecuado para la alimentación de las larvas de peces y otros organismos en cultivo.

Tabla 3. Test de Tukey

(I) Tratamientos		Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1.0	1.5	26050,0000*	6044.59801	0.005	8104	43996
	2.0	37233,50000*	6044.59801	0.000	19288	55179
	2.5	36083,25000*	6044.59801	0.000	18137	54029
1.5	1.0	-26050,00000*	6044.59801	0.005	-43996	-8104
	2.0	11184	6044.59801	0.299	-6762	29129
	2.5	10033	6044.59801	0.385	-7913	27979
2.0	1.0	-37233,50000*	6044.59801	0.000	-55179	-19288
	1.5	-11184	6044.59801	0.299	-29129	6762
	2.5	-1150	6044.59801	0.997	-19096	16796
2.5	1.0	-36083,25000*	6044.59801	0.000	-54029	-18137
	1.5	-10033	6044.59801	0.385	-27979	7913
	2.0	1150	6044.59801	0.997	-16796	19096

* La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Tabla 4. Calidad de agua en las unidades experimentales de producción de Cladóceros.

Tratamiento		Oxígeno disuelto (mgL-1)	pH	Temperatura (°C)
N	Válidos	7	4	4
	Perdidos	0	3	3
	Media	2.3	6.6	22.8
	Desv. típ.	1.4	2.3	3.8
	Rango	3.1	4.8	7.7
	Mínimo	1.3	4.8	19.2
	Máximo	4.4	9.6	26.9

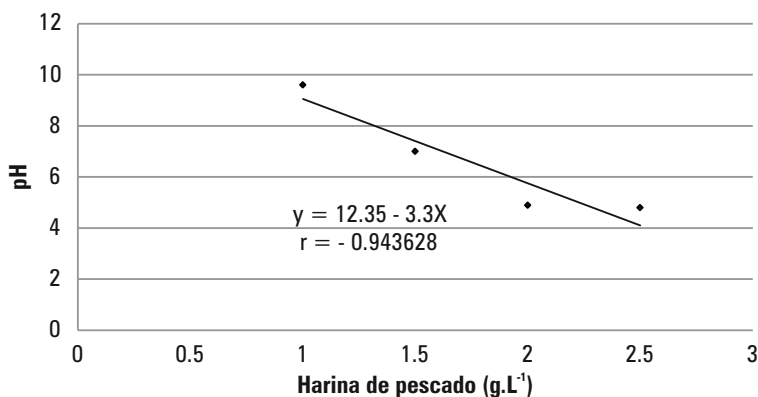


Figura 3. Niveles de pH alcanzados en la utilización de harina de pescado como fuente de nutrientes en la producción experimental de Cladóceros.

El método de cultivo constituye una innovación que puede contribuir en la producción de cladóceros en condiciones experimentales por cuanto la harina de pescado es un insumo relativamente barato, ampliamente disponible y puede proporcionar los nutrientes necesarios para la producción de microalgas alimenticias de los cladóceros como son *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Oocystis*, proporcionando a la vez, pequeñas partículas de materia orgánica y bacterias que pueden ser aprovechadas directamente por los cladóceros.

La mayor producción de Cladóceros fue alcanzada en niveles de pH de 9.6 con una correlación positiva entre esta variable y la producción de Cladóceros ($R^2 = 0.9686$). Figura 2. Los niveles de harina de pescado superiores a 1 gL⁻¹ utilizados, determinaron la acidificación del medio de cultivo hasta niveles de pH menores que 5 inadecuados para la productividad de los organismos planctónicos en general y en particular para la producción de *Chlorella* sp. y *Scenedesmus* sp., inoculados en el agua verde al inicio del experimento, con lo cual, fue observada una correlación negativa entre los niveles de harina de pescado y los niveles de pH ($R^2 = 0.8904$), Figura 3.

La concentración del oxígeno disuelto fue de 2.3 ± 1.4 mg.L⁻¹, el pH fue de 6.6 ± 2.3 y la temperatura fue de 22.8 ± 3.8 °C que, en términos generales, determinaron condiciones adecuadas para el desarrollo de los cladóceros, en los diversos tratamientos, Tabla 4.

Scout *et al.* (2006) citado por Romero (2009) consideran que la *Moina* sp., se adapta a rangos

amplios de temperatura, aguas con cierto grado de contaminación orgánica y concentraciones de oxígeno desde cero hasta la sobresaturación.

En este sentido, consideramos que, los niveles de temperatura y oxígeno disuelto han sido adecuados para la producción de cladóceros, pero es probable que, la acidificación del medio de cultivo, los sólidos en suspensión y sobre todo los niveles de nitrato derivados de la harina de pescado que no fueron determinados, hayan influido negativamente en el fitoplancton y en la producción de los cladóceros.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Damle, D.; Chari, M. 2011. Performance Evaluation of Different Animal Wastes on Culture of *Daphnia* sp. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6 (1): 57-61.
- Jiménez, D.; Rosas, J.; Velásquez, A.; Millán, J.; Cabrera, T. 2003. Crecimiento poblacional y algunos aspectos biológicos del cladóceros *Moina macrocopa* (Straus, 1820) (Branchiopoda, Anomopoda), alimentado con tres dietas en tres salinidades diferentes. *Ciencia*, 11(1): 22-30.
- Macedo, C.; Pinto-Coelho, R. 2001. Nutritional status response of *Daphnia laevis* and *Moina micrura* from a tropical reservoir to different algal diets: *Scenedesmus quadricauda* and *Ankistrodesmus gracilis*. Programa de Pós-graduação em Ecologia, conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS). *Bras. J. Biol.*, 61(4): 555-562

- Martínez, G. 1999. Estrategias de alimentación de tres especies del zooplancton límnic (Cladóceras) http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1999/4/Martinez_1999.pdf. Acceso: 28 de febrero de 2012.
- Martínez, G. 2000. Conducta alimentaria de *Daphnia ambigua* Scourfield 1947, *Moina micrura* kurz 1874 y *Ceriodaphnia dubia* Richard 1895 (Cladóceras) frente a un gradiente de concentración de alimento. <http://www.scielo.cl/pdf/rchnat/v73n1/art06.pdf>. Acceso: 7 de marzo del 2012.
- Núñez, M.; Hurtado, J. 2005. Bioensayos de toxicidad aguda utilizando *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae) desarrollada en medio de cultivo modificado. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM. *Rev. peru. biol.*, 12(1): 165-170.
- Ocampo, L., Botero, M., Restrepo, L., 2010. Evaluación del crecimiento de un cultivo de *Daphnia magna* alimentado con *Saccharomyces cerevisiae* y un enriquecimiento con avena soya. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, Vol. 23, No 1: 78-85.
- Prieto, M. 2001. Aspectos reproductivos del cladóceros *Moinodaphnia* sp., en condiciones de laboratorio. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/693/69360205.pdf>. Acceso: 1 de febrero del 2012.
- Prieto, M.; de la Cruz, L.; Morales, M. 2006. Cultivo experimental del Cladóceros *Moina* sp., alimentado con *Ankistrodesmus* sp., y *Saccharomyces cerevisiae*. Universidad de Córdoba. *Rev. MVZ. Córdoba*, 11(1): 705–714.
- Prieto, M.; Atencio. 2008. Zooplancton en la larvicultura de peces neotropicales. *Rev. MVZ. Córdoba*, 13(2): 1415-1425.
- Ramírez - Merlano, J.; Mira - López, T.; Cruz-Casallas, P. 2013. Efecto de la intensidad lumínica sobre la eficiencia reproductiva del cladóceros *Moina* sp., bajo condiciones de laboratorio. Orinoquia, Universidad de Los Llanos Meta, Colombia. Orinoquia. Vol. 17. Núm. 2: 177-182.
- Rodríguez-Estrada, J.; Villaseñor-Córdova, R.; Martínez-Jerónimo, F. 2003. Efecto de la temperatura y tipo de alimento en el cultivo de *Moina micrura* (Kurz, 1874) (Anomopoda: Moinidae) en condiciones de laboratorio. *Hidrobiológica*, 13 (3): 239-246.
- Romero, T. 2009. Desarrollo de *Moina* sp en condiciones de laboratorio alimentada con micro algas cultivadas en residuales pesqueros. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040409/040915.pdf>, documento, Acceso: 9 de marzo de 2012.
- Rottmann, R.; Scott, J.; Watson, C.; Yanong, R. 2011. Culture techniques of *Moina*: The ideal *Daphnia* for Feeding Freshwater Fish Fry. University of Florida. IFAS Station. CIR 1054: 0-7.

Recibido: 10 de Junio del 2016

Aceptado para publicación: 17 de Julio del 2016

