

## ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

### ROTIFERS AND OTHER LITTORAL ZOOPLANKTON SPECIES FROM THE ANDEAN LAGOONS OF PACA AND ÑAHUINPUQUIO, JAUJA, JUNIN, PERU

### ROTÍFEROS Y OTRAS ESPECIES ZOOPLANCTÓNICAS LITORALES DE LA LAGUNA DE PACA Y ÑAHUINPUQUIO, JUNÍN, PERÚ

José Iannacone<sup>1,2</sup>, Neil Salazar<sup>1</sup>, Lorena Alvaríño<sup>1</sup> & George Argota<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal. El Agustino, Lima, Perú.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma. Santiago de Surco, Lima, Perú.

<sup>3</sup>Centro de Toxicología y Biomedicina (TOXIMED). Universidad de Ciencias Médicas. Autopista Nacional Km. 1 ½. Telef:(53)(22) 643796. AP 4033. Santiago de Cuba 90400, Cuba. Laboratorio de Ecotoxicología. Grupo de Estudios Preclínicos. Laboratorio de Patología Toxicológica. Grupo de Química y Ambiental, Cuba.

Correo electrónico: joseiannacone@gmail.com

Suggested citation: Iannacone, J, Salazar, N, Alvaríño, L & Argota, G. 2013. Rotifers and other littoral zooplankton species from the andean lagoons of Paca and Ñahuinpuquio, Junin, Peru. *Neotropical Helminthology*, vol. 7, N°1, jan-jun, pp. 133 - 142.

#### Abstract

We evaluate rotifers and other littoral zooplankton species of high Andean lagoons (~3400 m) of Paca (75 ° 30' LW, 11 ° 40 " LS) and Ñahuinpuquio (75 ° 32' LW, 11 ° 46' LS), Junin, Peru. In August 1994, were monitored quantitatively rotifers and other zooplankton species from Andean lagoons of Ñahuinpuquio and Paca using a plankton net at 45 um mesh diameter. Values are expressed in N ° org·L<sup>-1</sup>. In the 16 stations, Paca lagoon were recorded a total of 22 species, an average of six species (0-12), 30 org·L<sup>-1</sup> (0-164) and a value of Shannon-Wiener index of 2.11 bits·ind<sup>-1</sup>. Registered rotifers were *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) (37.5% of the stations) and *Rotaria* sp. (12.5% of the stations). In the 17 stations, in Ñahuinpuquio lagoon we recorded a total of 34 species, an average of 12 species (0-27), 22 org·L<sup>-1</sup> (0-53) and a value of Shannon-Wiener index 2.95 bit·ind<sup>-1</sup>. The rotifers found were: *K. cochlearis* (58.88% of the stations), *Rotaria* sp. (5.88% of the stations), *Platylas quadricornis* Harring, 1913 (5.88% of the stations) and *Trichocerca* sp. (5.88% of the stations). Beta diversity using the similarity index of Jaccard qualitative (I<sub>j</sub>) and the quantitative Bray-Curtis (I<sub>B-C</sub>) reported for zooplankton values for Ñahuinpuquio and Paca, 50% and 59.7%, respectively. Estimates of the number of zooplankton species to Paca and Ñahuinpuquio lagoons were as Chao-1 (22.5, 52), Jackknife-1 (22, 50) and Bootstrap (22, 45), respectively.

**Keywords:** free-living helminths - *Keratella* - *Rotaria* - rotifer - zooplankton.

## Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar los rotíferos y otras especies zooplanctónicas litorales de las lagunas altoandinas (~3400 msnm) de Paca (75°30' LW; 11°40' LS) y Ñahuinpuquio (75°32' LW; 11°46' LS), Junín, Perú. En agosto de 1994 fueron evaluados cuantitativamente los rotíferos y otras especies zooplanctónicas litorales en las lagunas de Paca y Ñahuinpuquio empleando una red de plancton de 45  $\mu\text{m}$ . Los valores son expresados en  $\text{N}^\circ \text{org} \cdot \text{L}^{-1}$ . En las 16 estaciones de la laguna de Paca fueron registradas un total de 22 especies, un promedio de seis especies (0-12),  $30 \text{org} \cdot \text{L}^{-1}$  (0-164) y un valor del índice de Shannon-Wiener de  $2,11 \text{bits} \cdot \text{ind}^{-1}$ . Los rotíferos registrados fueron: *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851) (37,5% de las estaciones) y *Rotaria* sp. (12,5% de las estaciones). En las 17 estaciones de la laguna de Ñahuinpuquio fueron registradas un total de 34 especies, un promedio de 12 especies (0-27),  $22 \text{org} \cdot \text{L}^{-1}$  (0-53) y un valor del índice de Shannon-Wiener de  $2,95 \text{bits} \cdot \text{ind}^{-1}$ . Los rotíferos encontrados fueron: *K. cochlearis* (58,88% de las estaciones), *Rotaria* sp. (5,88% de las estaciones), *Platyias quadricornis* (Ehrenberg, 1832) (5,88% de las estaciones) y *Trichocerca bicristata* (Gosse, 1887) (5,88% de las estaciones). La diversidad beta empleando el índice de similitud cualitativo de Jaccard ( $I_j$ ) y el cuantitativo de Bray-Curtis ( $I_{B-C}$ ) señalaron para el zooplancton de las lagunas de Paca y Ñahuinpuquio valores de 50% y 59,7%, respectivamente. Los estimadores del número de especies zooplanctónicas para la laguna de Paca y Ñahuinpuquio fueron según Chao-1 (22,5; 52), Jackknife-1 (22; 50) y Bootstrap (22; 45), respectivamente.

**Palabras clave:** helmintos de vida libre - *Keratella-Rotaria* - rotífera - zooplancton.

## INTRODUCCIÓN

El zooplancton cumple una función importante en la transferencia energética de los organismos fotosintéticos hacia los niveles tróficos superiores (Iannacone *et al.*, 2013). De igual forma, participan en muchos ciclos biogeoquímicos al hacerlos más biodisponibles (Arocena & Conde, 1999; Mitrovich *et al.*, 2005; Duffy, 2010). El zooplancton ha sido utilizado como un indicador de calidad ambiental debido a sus variaciones en sensibilidad o tolerancia a diversos factores abióticos (Akbulut, 2000; Iannacone & Alvarino, 2006; Alvarino & Iannacone, 2007; Abdullah, 2012).

Alvarino & Iannacone (2007) señalan que los principales grupos del zooplancton son protozoarios, rotíferos y crustáceos, principalmente en este último copépodos y cladóceros, pero en el ámbito de agua dulce Neotropical, pueden conformar una amplitud muy variada de categorías taxonómicas (Yalim & Çiplak, 2005). Dentro del zooplancton en los ecosistemas naturales Neotropicales se ubican

los helmintos de vida libre denominados rotíferos (José de Paggi & Koste, 1995; Aoyagui & Bonecker, 2004). Entre los factores bióticos y abióticos que regulan la dinámica y estructura zooplanctónica se tiene el alimento y la temperatura (Ramos-Rodríguez & Conde-Porcuna, 2003; Padhye & Kotov, 2010). De igual manera otros factores que pueden afectar la composición, estructura y función de los rotíferos del zooplancton pueden ser el tamaño del cuerpo de agua, el nivel trófico, el estado sucesional, el tipo y disponibilidad de alimento y las relaciones simbióticas (Alvarino & Iannacone, 2006, 2007; Merayo & González, 2010; Vignatti *et al.*, 2012; Wetzel *et al.*, 2012). Los estudios de diversidad acuática en los ecosistemas altoandinos tropicales son más escasos en comparación a los de diversidad terrestre (Maldonado *et al.*, 2011).

En los Andes Tropicales del Perú, se localizan dos lagunas Paca y Ñahuinpuquio propuestos como recursos turísticos de la Provincia de Jauja y Chupaca, Junín, Perú, respectivamente, debido a su belleza paisajística (Chávez-Salas, 2004).

De esta manera, el objetivo de esta investigación fue evaluar los rotíferos y otras especies zooplanctónicas litorales de la laguna de Paca y Ñahuinpuquio, Junín, Perú.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Lugar de Estudio

Laguna de Paca (11° 44' 02" S, 75° 30' 51" W). Es una zona turística muy visitada del Valle del Mantaro. Presenta una extensión de 2140 ha. Está localizada en la provincia de Jauja en el departamento de Junín, a unos 35 km al norte de la ciudad de Jauja, Junín, Perú. Se encuentra a 3418 msnm. Los totorales de la laguna sirven de nicho a gran diversidad de aves. En el centro de la laguna se ha medido una profundidad superior a 30 m. Forma parte de la ecoregión de Serranía Esteparia.

Laguna de Ñahuinpuquio (12° 07' 15" S, 75° 38' 46" W). Ubicada en el valle del Mantaro, con movimiento turístico moderado con un espejo con cerca de 7 ha, Su nombre proviene de un vocablo quechua que significa "Ojo de Agua". Se localiza en el distrito de Ahuac, provincia de Chupaca, a 11 km de Huancayo. Altitud de 3400 msnm. Sus aguas son frías y tranquilas. Una planta típica de la zona litoral de la laguna es la totora. En sus aguas presenta la trucha. Forma parte de la ecoregión de Serranía Esteparia.

### Colecta de rotíferos y otras especies zooplanctónicas litorales

Se establecieron para las lagunas de Paca y Ñahuinpuquio, 16 y 17 estaciones de muestreo, respectivamente. Las estaciones de muestreo se localizaron en la zona litoral abierta, accesible, protegida y separada de las lagunas (Valdivia & Zambrano, 1989). El muestreo fue realizado entre el 26 al 29 de agosto de 1994. Para el análisis del zooplancton de las aguas de las lagunas se empleó una malla planctónica de 45  $\mu$ m de abertura de poro, 15 cm de diámetro y 80 cm de largo filtrando 12 L de agua. Las muestras fueron guardadas y conservadas en frascos de vidrio de 200 mL fijados en formol azucarado al 4 % (Haney & Hall, 1973; Thorp & Covich, 2010).

El zooplancton se analizó en las muestras que estaban fijadas con formol azucarado para su posterior identificación y clasificación. Para el zooplancton se examinaron en cámaras de Sedwick-Rafter empleando procedimiento estándares de enumeración (APHA, 2012) y se usaron claves de identificación a nivel de taxa (familia, género o especie) para zooplancton (Mamaril & Fernando, 1978; Kořinek & Villalobos, 2003; Thorp & Covich, 2010). Para los rotíferos se revisó la nomenclatura revisada por Segers (2007). Para el zooplancton los valores fueron expresados en Org·L.

### Análisis de datos

Fue calculada para cada taxa de zooplancton el valor de frecuencia de ocurrencia (FO%) por laguna, en relación al número de estaciones de muestreo evaluadas. Con la finalidad de evaluar la diversidad alfa a nivel del taxa de mayor resolución taxonómica en las comunidades dulceacuícolas de zooplancton fueron determinados: el número de especies totales, número de individuos (12L), número de especies promedio, Org·L promedio, índice de Menhinick, índice de Margalef, índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ), índice de Brillouin, índice de Equitabilidad, índice de Simpson, índice de Berger-Parker, Chao-1, Jackknife-1, Bootstrap, Chao-2, Jackknife-1 en toda la muestra y Jackknife-2 en toda la muestra y Bootstrap en toda la muestra (Iannacone *et al.* 2003). Se empleó para comparar los valores del  $H'$  en las dos lagunas la prueba de t de Student. Para la diversidad Beta se usó Whittaker y para la similaridad cualitativa y cuantitativa entre las dos lagunas para el zooplancton, se usaron los índices de Jaccard ( $I_j$ ) y Bray-Curtis ( $I_{B-C}$ ), (Krebs, 1978; Margalef, 1995). En todos los casos se empleó el paquete estadístico PAST - PAleontological STatistics, ver. 1.34 (Hammer *et al.*, 2005). Se comparó el porcentaje de riqueza y el porcentaje del número de individuos de rotíferos entre cinco ecosistemas de agua dulce peruanos (Pantanos de Villa, Lago de Junín, Puerto Viejo, Ñahuinpuquio y Paca) (Iannacone & Alvarino, 2006; Iannacone & Alvarino, 2007; Paredes *et al.*, 2007).

## RESULTADOS

La Tabla 1 nos indica que las especies con más número de individuos para la laguna de Paca fueron: *Daphnia peruviana* Harding, 1955 > Cyclopoida gen. sp. > Ostracoda gen. sp. = Chironomidae gen. sp. > *Alona cambouei* Guerne & Richard, 1893 > *Chydorus* sp. > nauplios. Entre los rotíferos la más abundante fue *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851). Para la laguna de Paca en relación a la FO %, la secuencia de mayor a menor para las principales taxa fue: Cyclopoida gen. sp. > *D. peruviana* > Chironomidae gen. sp. > Ostracoda gen. sp. = nauplios = *K. cochlearis*. En cambio, las especies con más número de individuos para la laguna de Ñahuinpuquio fueron: Cyclopoida gen. sp. > *D. peruviana* > *Ceriodaphnia dubia* Richard, 1894 > *A. cambouei* = Ostracoda gen. sp. > *Pleuroxus denticulatus* Birge, 1879 > *K. cochlearis*. Para la laguna de Ñahuinpuquio en relación a la FO % la secuencia de mayor a menor para las principales taxa fue: *D. peruviana* > *A. cambouei* > Ostracoda gen. sp. = *C. dubia* > *K. cochlearis* = Chironomidae gen. sp. En ambas lagunas altoandinas se encontraron un total de 40 taxas diferentes. Se encontraron un total de 33 artrópodos, cuatro rotíferos, un nematodo, un molusco y un cordado. Dentro de los artrópodos, los cladóceros representaron a 20 taxas y, los insectos y acarina a 7 taxas.

En la laguna de Paca, los rotíferos registrados fueron: *K. cochlearis* (37,5% de las estaciones) y *Rotaria* sp. (12,5% de las estaciones). En la laguna de Ñahuinpuquio, los rotíferos encontrados fueron: *K. cochlearis* (58,88% de las estaciones), *Rotaria* sp. (5,88% de las estaciones), *Platylabus quadricornis* (Ehrenberg, 1832) (5,88% de las estaciones) y *Trichocerca bicristata* (Gosse, 1887) (5,88% de las estaciones).

La Tabla 2 nos indica que la laguna de Paca presentó un mayor número de individuos y de org·L<sup>-1</sup>, a pesar de presentar un menor número de estaciones y ser 306 veces más grande en extensión en comparación a Ñahuinpuquio. De igual forma, los índices de Simpson y de Berger-Paker fueron relativamente más altos en Paca

que en Ñahuinpuquio. Esta última laguna presentó valores más altos de especies, índices de Menhinick, Margalef, Shannon, Brillouin y Equitabilidad en relación a Paca. Para ambas lagunas existió una muy baja dominancia, al no sobrepasar los valores a 0,50. La prueba de t de Student entre los índices de Shannon en ambas lagunas mostró que los valores fueron diferentes entre sí (t = 10,16; df= 825,22; p < 0,001). El número de especies estimadas según Chao-1, Jackknife-1 y Bootstrap fue similar a lo encontrado en Paca. En cambio en Ñahuinpuquio, se observó según Chao-1, Jackknife-1 y Bootstrap que deberían encontrarse un número mayor de taxas, en un 53%, 47% y 32% más taxas, respectivamente. En relación a toda la muestra, Chao-2, Jackknife-1, Jackknife-2 y Bootstrap señalaron que las taxas encontradas son las que pudieran encontrarse en dicho periodo y hasta un 10% más para Jackknife-1 y Jackknife-2. La similitud cualitativa según Jaccard y cuantitativa según Bray-Curtis fluctuó entre 50 al 59,7%.

La comparación del porcentaje de riqueza de rotíferos entre cinco ecosistemas de agua dulce mostró la siguiente secuencia en orden descendente: Pantanos de Villa > Lago de Junín > Puerto Viejo > Ñahuinpuquio > Paca (Tabla 3). En el caso del porcentaje del número de individuos de rotíferos indicó la secuencia siguiente en orden descendente: Pantanos de Villa > Puerto Viejo > Lago de Junín > Ñahuinpuquio > Paca (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

La comunidad del zooplankton estuvo dominada por los cladóceros en las lagunas de Paca y Ñahuinpuquio. Esto nos indica que estas lagunas para el periodo evaluado presentaron una baja mineralización, debido a que los cladóceros, rotíferos y los copépodos son los primeros en desaparecer con el incremento de la mineralización (Maldonado *et al.*, 2011). La información bioecológica para los lagos altoandinos del Perú es muy limitada (Aoyagui & Bonecker, 2004; Maldonado *et al.*, 2011). En

**Tabla 1.** Variación de rotíferos y otras especies zooplanctónicas litorales de la laguna de Paca y Ñahuinpuquio, Junín, Perú.

Especies/ Taxas	Número de individuos		Número Estaciones		Frecuencia de Ocurrencia (FO %)	
	Paca	Ñahuinpuquio	Paca	Ñahuinpuquio	Paca	Ñahuinpuquio
<b>Rotífera</b>						
<i>Keratella cochlearis</i>	11	20	6	10	37,5	58,88
<i>Platylas quadricornis</i>	0	1	0	2	0	11,76
<i>Rotaria</i> sp.	4	1	2	1	12,5	5,88
<i>Trichocerca bicristata</i>	0	1	0	1	0	5,88
<b>Nematoda</b>						
<i>Rhabdoleimus</i> sp.	5	14	2	7	12,5	41,17
<b>Mollusca</b>						
<i>Physa venustula</i>	0	3	0	3	0	17,64
<b>Arthropoda</b>						
<i>Alona cambouei</i> *	24	25	5	13	31,25	76,47
<i>Alona guttata</i> *	8	1	5	1	31,25	5,88
<i>Alonella dentifera</i> *	3	4	3	4	18,75	23,52
<i>Biapertura karua</i> *	0	1	0	1	0	5,88
<i>Bosmina huaronensis</i> *	1	3	1	3	6,25	17,64
<i>Camptocercus similis</i> *	1	0	1	0	6,25	0
<i>Ceriodaphnia dubia</i> **	13	29	5	12	31,25	70,59
<i>Chydorus</i> sp.*	18	7	5	4	31,25	23,52
<i>Chydorus sphaericus</i> *	0	12	0	7	0	41,17
<i>Daphnia dadayana</i> **	0	3	0	2	0	11,76
<i>Daphnia peruviana</i> **	216	45	8	15	50	88,23
<i>Echinisca palearis</i> *	6	0	1	0	6,25	0
<i>Ephemeroporus acanthodes</i> *	0	3	0	3	0	17,64
<i>Kurzia latissima</i> *	2	1	2	1	12,5	5,88
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> **	0	2	0	2	0	11,76
<i>Pleuroxus aduncus</i> *	0	3	0	2	0	11,76
<i>Pleuroxus denticulatus</i> *	0	21	0	5	0	29,41
<i>Pleuroxus inermis</i> *	7	6	4	5	25	29,41
<i>Scapholeberis kingi</i> **	0	13	0	6	0	35,29
<i>Simocephalus vetulus</i> **	10	10	2	4	12,5	23,52
Amphipoda gen. sp.	5	6	2	3	12,5	17,64
<i>Boeckella</i> sp.	4	4	4	4	25	23,52
Cyclopoida gen. sp.	58	52	9	15	56,25	88,23
Harpaticoideo gen. sp.	0	1	0	1	0	5,88
Nauplio	17	13	6	8	37,5	47,06
Ostracoda gen. sp.	28	25	6	12	37,5	70,59
Acarina gen. sp.	7	8	2	7	12,5	41,17
Chironomidae (L) gen. sp.	28	16	7	10	43,75	58,88
Sminthuridae gen. sp.	0	1	0	1	0	5,88
Nayade de Coenagrionidae	0	1	0	1	0	5,88
Nayade de Libellulidae	0	1	0	1	0	5,88
Notonectidae gen. sp.	0	1	0	1	0	5,88
Simulidae (L) gen. sp.	0	2	0	2	0	11,76
<b>Cordata</b>						
Larva de Anura gen. sp.	0	1	0	1	0	5,88

Microcladóceros = \*. Macrocladóceros = \*\*.

**Tabla 2.** Variación de los índices de abundancia y diversidad del zooplancton litoral de la Laguna de Paca y Ñahuinpuquio, Junín, Perú.

Índices de abundancia y diversidad	Laguna de Paca	Laguna de Ñahuinpuquio
Número de estaciones	16	17
Número de especies totales	22	34
Número de individuos (12 L)	476	356
Número de especies promedio	6 (0-12)	12 (0-27)
Org·L <sup>-1</sup> promedio (Abundancia)	30 (0-164)	22 (0-53)
Menhinick	1,01	1,80
Margalef	3,41	5,61
Shannon-Wiener (bits.ind <sup>-1</sup> )	2,11	2,95
Brillouin (bits.ind <sup>-1</sup> )	2,02	2,79
Equitabilidad	0,68	0,83
Simpson	0,23	0,07
Berger-Parker	0,45	0,14
Chao-1	22,5 (22,03 – 30,26)	52 (43,50-104,24)
Jacknife-1	22	50
Bootstrap	22	45
Chao-2		38,85 ± 2,32
Jacknife-1 toda la muestra		44 ± 6
Jacknife-2 toda la muestra		44
Bootstrap toda la muestra		40
Whittaker		0,28
Jaccard (I <sub>j</sub> )(%)		50
Bray-Curtis(I <sub>B-C</sub> ) (%)		59,7

**Tabla 3.** Comparación del porcentaje de riqueza y del porcentaje del número de individuos rotíferos en relación al total del zooplancton litoral de la Laguna de Paca y Ñahuinpuquio versus otros tres humedales de Perú.

%	Laguna de Paca <sup>1</sup>	Laguna de Ñahuinpuquio <sup>1</sup>	Lago de Junín <sup>2</sup>	Humedales de Pantanos de Villa <sup>3</sup>	Humedales de Puerto Viejo <sup>4</sup>
% Riqueza de rotífera en relación al total del zooplancton	9,10	11,76	22,85	39,53	15
% Número de individuos en relación al total del zooplancton	3,15	6,46	24,69	40,92	35,13

1= Estudio actual. 2 = Iannacone & Alvaríño (2006). 3= Iannacone & Alvaríño (2007). 4 = Paredes *et al.* (2007).

relación al número de individuos en ambas lagunas, dominan en general los macrocladóceros como *D. peruviana* y *C. dubia* en comparación a los microcladóceros; pero en relación al número de especies, los microcladóceros (n=13) presentaron un número mayor en comparación a los macrocladóceros (n=7) (Tabla 1). Esto podría explicarse debido a que la mayoría de los puntos fueron típicamente litorales, donde dominan en número de especies los microcladóceros. Sin embargo, los macrocladóceros presentaron más individuos en ambas lagunas. Esto indicaría un nivel intermedio de peces depredadores que regulan a los cladóceros en estas dos lagunas altoandinas (Lynch, 1980; Maldonado *et al.*, 2011). Varios trabajos en el ámbito del Neotrópico han encontrado este patrón de dominancia en número de especies de microcladóceros (Lima *et al.*, 2003; Iannacone & Alvarino, 2006; Coronel *et al.*, 2009).

Un género característico y dominante en el zooplancton de lagos altoandinos Sudamericano *Boeckella* (Calanoideo) ha sido registrado en el presente estudio (Villalobos, 2006; De los Ríos-Escalante *et al.*, 2010; Maldonado *et al.*, 2011).

En la laguna de Paca, un estudio de la fauna de cladóceros entre 1985 y 1988, indica que las especies más comunes fueron *Simocephalus vetulus* (Müller, 1776), *Camptocercus similis* Sars, 1901, *A. cambouei*, *Ephemeropterus acanthodes* Frey, 1982, *Pleuroxus aduncus* Baird, 1843 y *P. inermis* Sars, 1896 (Valdivia & Zambrano, 1989). En cambio, en el presente estudio -1994, en la laguna de Paca y Ñahuinpuquio, las especies dominantes de cladóceros mayormente fueron otras (Tabla 1).

*Daphnia peruviana* y *C. dubia*, ambas consideradas fitófagas (Iannacone & Alvarino, 2006), son los cladóceros más dominantes en la laguna de Paca y Ñahuinpuquio, Junín, Perú. Los dáfnidos son objetos y modelos de estudio importantes en ecología, genética molecular y ecotoxicología (Taticchi *et al.*, 1982; Kameya, 1986; Müller-Navarra & Lampert, 1996; Yan *et al.*, 1996; Aguilera *et al.*, 2007; Oda *et al.*, 2007; Kiriyasheva & Kotov, 2013).

Segers (2007) señala que los rotíferos presentan cerca de 2030 especies conocidas (Segers *et al.*, 1998). Las cuatro especies de rotíferos detritívoros (*K. cochlearis*, *Rotaria* sp., *P. quadricornis* y *T. bicristata*) (Iannacone & Alvarino, 2006) encontradas en el presente estudio son de distribución cosmopolita (euritópica). La más abundante fue *K. cochlearis*, que es una especie perenne de alta valencia ecológica y tolerante a la contaminación orgánica (Diéguez *et al.*, 1998; Pedrozo *et al.*, 2005; Segers, 2007; Segers & De Smet, 2008). Este rotífero ha sido considerado como una especie frecuente y dominante en el zooplancton de agua dulce en el Neotrópico (Garrido, 2002). La población de esta especie disminuye cuando en el zooplancton hay más cladóceros que por mecanismos competitivos se alimentan los cladóceros de sus recursos fitoplanctónicos (Iannacone & Alvarino, 2006). Aparentemente este patrón ha sido observado en las dos lagunas altoandinas evaluadas en este estudio. En el lago Junín, *K. cochlearis* es una especie de rotífero con una FO del 75%. En las dos lagunas altoandinas su FO fue menor con 37,5 para Paca y 58,88% para Ñahuinpuquio. La dinámica poblacional del rotífero *K. cochlearis* está relacionada con la concentración de alimento y presencia de copépodos adultos depredadores (Ramos-Rodríguez & Conde-Porcuna, 2003). *Platyias quadricornis* y *T. bicristata* han sido también registradas en el lago Junín con FO del 25% y 75% (Iannacone & Alvarino, 2006).

El porcentaje de rotíferos en el zooplancton es bajo en Paca y Ñahuinpuquio en comparación a la del lago de Junín y a los Pantanos de Villa. Todos los factores bióticos y abióticos que regulan la dinámica y estructura de los rotíferos y del zooplancton de las lagunas de Paca y Ñahuinpuquio requieren una mayor profundización a la fecha, 20 años después de la toma de datos para esta evaluación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, KAG. 2012. *Spatio-temporal distribution and composition of zooplankton in Wadi Hanifah stream Riyadh (Saudi Arabia) and Abu Zabaal lakes (Egypt)*. Pakistan Journal of Zoology, 44: 727-736.
- Aguilera, X, Mergeay, J, Wollebrants, A, Declerck, S & De Meester, L. 2007. *Asexuality and polyploidy in Daphnia from the tropical Andes*. Limnology and Oceanography, vol. 52, pp. 2079-2088.
- Akbulut, NE. 2000. *Community structure of zooplanktonic organisms in lake Akşehir*. Turkish Journal of Zoology, vol. 24, pp. 271-278.
- Alvarino, L & Iannacone, J. 2007. *Diversidad de invertebrados acuáticos de la Bocatoma de la Atarjea en el río Rímac, Lima, Perú durante 1999*. Biotempo, vol. 7, pp. 61-75.
- APHA (American Public Health Association). 2012. *Standard Methods for the examination of water and Wasterwater*. 22<sup>nd</sup>. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Aoyagui, ASM & Bonecker, CC. 2004. *The art status of rotifer studies in natural environments of South America: floodplains*. Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 26, pp. 385-406.
- Arocena, R & Conde, D. 1999. *Métodos en ecología de aguas continentales*. Instituto de Biología. Sección Limnología. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Montevideo. 233 p.
- Chávez-Salas, JM. 2004. *Plan Estratégico de desarrollo turístico de Junín. Una propuesta presentada al gobierno Regional de Junín y Cáritas Arquidiocesana de Huancayo*. Octubre 2004. Región Junín. Cáritas Huancayo. Junín. 113 p.
- Coronel, JS, Aguilera, X, Decleck, S & Brandonck, L. 2009. *Banco de huevos de resistencia revela una alta riqueza específica de cladóceros en charcos temporales altoandinos*. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental, vol. 25, pp. 51-67.
- De los Ríos-Escalante, P, Carreño, E, Hauenstein, E & Vega, M. 2010. *An update of the distribution of Boeckella gracilis (Daday, 1902) (Crustacea, Copepoda) in the Araucaria región (38°S), and a null model for understanding its species association in its hábitat*. Latin American Journal of Aquatic Research, vol. 38, pp. 507-513.
- Diéguez, M, Modenutti, B & Queimaliños, C. 1998. *Influence of abiotic and biotic factors on morphological variation of Keratella cochlearis (Gosse) in small Andean lake*. Hydrobiologia, vol. 387/388, pp. 289-294.
- Duffy, MA. 2010. *Ecological consequences of intraspecific variation in lake Daphnia*. Freshwater Biology, vol. 55, pp. 996-1004.
- Garrido, GC. 2002. *Zooplankton del embalse Yacyretá Argentina – Paraguay*. Revista de Ecología Latinoamericana, vol. 9, pp. 9-15.
- Hammer, Ø, Harper, DAT & Ryan, PD. 2005. *PAST - PALaeontological STATistics, ver. 1.34. Palaeontología Electrónica*, 4: 9. [http://palaeoelectronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). 66 p. leído el 3 de enero del 2013.
- Haney, JF & Hall, D J. 1973. *Sugar coated Daphnia: a preservation technique for cladocera*. Limnology and Oceanography, vol. 18, pp. 331-333.
- Iannacone, J, Mansilla, J & Ventura, K. 2003. *Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima - Perú*. Ecología Aplicada, 2: 116-124.
- Iannacone, J & Alvarino, L. 2006. *Diversidad del zooplankton en la Reserva Nacional de Junín, Perú*. Ecología Aplicada, vol. 5, pp. 175-181.
- Iannacone, J & Alvarino, L. 2007. *Diversidad y abundancia de comunidades zooplanctónicas litorales del humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú*. Gayana, vol. 71, pp. 49-65.
- Iannacone, J, Alvarino, J, Jiménez-Reyes, R & Argota, G. 2013. *Diversity of plankton*

- and macrozoobenthos as alternative indicator of water quality of Lurin River in the District of Cieneguilla, Lima-Peru. *The Biologist* (Lima), vol. 11, pp. 79-95.
- José de Paggi, S & Koste, W. 1995. *Additions to the Checklist of rotifers of the Superorder Monogononta recorder from Neotropis*. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, vol. 80, pp. 133-140.
- Kameya, KA. 1986. *Los cladocera dulceacuicolas de Lima y alrededores (Crustaceas - Cladocera)*. *Revista de Ciencias U.N.M.S.M.*, vol. 74, pp. 130-151.
- Kirdyasheva, AG & Kotov, AA. 2013. *Morphology and age variability of Daphnia galeata Sars (Cladocera: Daphniidae) in two adjacent water bodies of the Kola Peninsula*. *Biology Bulletin*, vol. 40, pp. 158-168.
- Kořinek, V & Villalobos, L. 2003. *Two South American endemic species of Daphnia from high Andean lakes*. *Hydrobiologia*, vol. 490, pp. 107-123.
- Krebs, C. 1978. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Ed. Harla. México.
- Lima, AF, Lansac-Tóha, FA, Machado-Velho, LP, Bini, LM & Takeda, AM. 2003. *Composition and abundance of Cladocera (Crustacea) assemblages associated with Eichhornia azurea (Swartz) Kunth stands in the Upper Paraná River floodplain*. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, vol. 25, pp. 41-48.
- Lynch, M. 1980. *The evolution of cladoceran life histories*. *The Quarterly Review of Biology*, vol. 55, pp. 23-42.
- Margalef, R. 1995. *Ecología*. Ed. Omega S.A. Barcelona.
- Maldonado, M, Maldonado-Ocampo, JA, Ortega, H, Encalada, AC, Carvajal-Vallejos, FM, Rivadeneyra, JA, Acosta, F, Jacobsen, D, Crespo, A & Rivera-Rondón, CA. 2011. *Biodiversity in aquatic systems of tropical Andes*. pp. 276-294. In: *Climate change and biodiversity in the tropical Andes*. Herzog, SK, Martínez, R, Jørgensen, PM & Tiessen, H. (eds.). Mac Arthur Foundation. S.P. Brazil.
- Mamaril, AC & Fernando, CH. 1978. *Freshwater zooplankton of the Philippines (Rotifera, Cladocera, and Copepoda)*. *Bulletin of Natural Amml Science University of Philippines*, vol. 30, pp. 109-220.
- Merayo, S & González, EJ. 2010. *Variaciones de abundancia y biomasa del zooplancton en un embalse tropical oligo-mesotrófico del norte de Venezuela*. *Revista de Biología Tropical*, vol. 58, pp. 603-619.
- Mitrovich, CL, Gamundi, AV, Juárez, J & Ceraolo, M. 2005. *Características limnológicas y zooplancton de cinco lagunas de la Puna - Argentina*. *Ecología en Bolivia*, vol. 40, pp. 10-24.
- Müller-Navarra, D & Lampert, W. 1996. *Seasonal patterns of food limitation in Daphnia galeata: separating food quantity and food quality effects*. *Journal of Plankton Research*, vol. 18, pp. 1137-1157.
- Oda, S, Hanazaro, T & Fujii, K. 2007. *Change in phenotypic plasticity of a morphological defense in Daphnia galeata (Crustacea: Cladocera) in a selection experiment*. *Journal of Limnology*, vol. 66, pp. 142-152.
- Padhye, S & Kotv, AA. 2010. *Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) in Indian hot water springs*. *Invertebrate Zoology*, vol. 7, pp. 155-158.
- Paredes, C, Iannacone, J & Alvarino, L. 2007. *Biodiversidad de invertebrados de los Humedales de Puerto Viejo, Lima, Perú*. *Neotropical Helminthology*, vol. 1, pp. 21-30.
- Pedroso, CDA, Da, SC & Rocha, O. 2005. *Zooplankton and water quality of lakes of the Northern Coast of Rio Grande do Sul State, Brazil*. *Acta Limnologica Brasileira*, vol. 17, pp. 445-464.
- Ramos-Rodríguez, E & Conde-Porcuna, JM. 2003. *Variación espacio-temporal de la fecundidad de Keratella cochlearis (Rotifera) en un embalse meso-eutrófico: Importancia relativa del alimento y de la depredación por copépodos*. *Limnética*, vol. 22, pp. 9-18.

- Segers, H, Ferrufino, NL & de Meester, L. 1998. *Diversity and zoogeography of Rotifera (Monogononta) in a floodplain lake of the Ichilo river, Bolivia, with notes on Little-known species*. International Review of Hydrobiology, vol. 83, pp. 439-448.
- Segers, H. 2007. *Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution*. Zootaxa, vol. 1564, pp. 1-104.
- Segers, H & De Smet, W. 2008. *Diversity and endemism in rotifer: a review, and Keratella Bory de St Vicent*. Biodiversity and Conservation, vol. 17, pp. 303-316.
- Taticchi, MI, Pandolfi, P, Biondi, MT & Sebastiani, P. 1992. *Population dynamics of Daphnia galeata Sars and Bosmina longirostris Muell in lake Trasimeno, Italy*. Bolletino di Zoologia, vol. 59, pp. 427-435.
- Thorp, JH & Covich, AP. 2010. *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates*. Third Edition. Elsevier Inc. Burlington, MA, USA. 1021 p.
- Valdivia, RV & Zambrano, F. 1989. *Cladóceros de la laguna de Paca, Junín. Relaciones ecológicas entre hábitat y especie*. Boletín de Lima, vol. 64, pp. 83-89.
- Vignatti, AM, Paggi, JC, Cabrera, GC & Echaniuz, SA. 2012. *Zooplankton diversity and its relationship with environmental changes after the filling of a temporary saline lake in the semi-arid region of La Pampa, Argentina*. Latin American Journal of Aquatic Research, pp. 1005-1016.
- Villalobos, L. 2006. *Estado del conocimiento de los crustáceos zooplanctónicos dulceacuícolas de Chile*. Gayana, vol. 70, pp. 31-39.
- Wetzel, A, Bergström, AK, Jansson, M & Vrede, T. 2012. *Survival, growth and reproduction of Daphnia galeata feeding in single and mixed Pseudomonas and Rhodomonas diets*. Freshwater Biology, vol. 57, pp. 835-846.
- Yalim, FB & Çiplak, B. 2005. *A representative of the pulchella group of Alona in Anatolia: Alona cambouei Guerne & Richards, 1893 (Cladocera: Chydoridae)*. Turkey Journal of Zoology, vol. 29, pp. 61-65.
- Yan, ND, Welsh, PG, Lin, H, Taylor, DJ & Fillion, JM. 1996. *Demographic and genetic evidence of the long-term recovery of Daphnia galeata mendotae (Crustacea: Daphniidae) in Sudbury lakes following additions of base: the role of metal toxicity*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol. 53, pp. 1328-1344.

Received January 5, 2013.  
Accepted April 17, 2013.

\*Author for correspondence / Autor para correspondencia:  
José Iannacone

Laboratorio de Ecofisiología Animal (LEFA). Facultad de Ciencias Naturales y Matemática (FCCNM), Universidad Nacional Federico Villarreal. (UNFV). Av. Rio Chepén, s/n, El Agustino, Lima, Perú.  
Laboratorio de Invertebrados- Museo de Historia Natural. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Ricardo Palma (URP). Av. Benavides 5440, Lima 33, Perú.

E-mail/ Correo electrónico:  
joseiannacone@gmail.com