

Abundancia y biomasa de la comunidad de rotíferos y su relación con parámetros ambientales en tres estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco

María Elena Castellanos Páez,¹ Margarita Zamora García,¹ Marcela Ivonne Benítez Díaz Mirón,² Gabriela Garza Mouriño,¹ y Ruben Alonso Contreras Tapia.¹

Resumen. El presente trabajo tiene como objetivo la evaluación de la biomasa de la comunidad de rotíferos en tres estaciones del canal de Cuemanco, Xochimilco. A las muestras se les determinaron biovolumen, carbono orgánico total y cenizas totales. Se reportan un total de 35 especies, pertenecientes a 17 géneros y 10 familias de rotíferos, lo que representa 27.7% de las especies reportadas para Xochimilco. Las especies más abundantes fueron: *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *K. americana*, *B. havanaensis* y *B. angularis*. Las cinco especies con mayor biovolumen (μm^3) y peso seco (μg) fueron del género *Brachionus*, en orden descendente: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* y *B. budapestinensis*, este mismo género fue el que mayor biomasa aportó en todas las estaciones ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 92.51% de la biomasa total de la comunidad de rotíferos. *B. budapestinensis* contribuyó con la mayor biomasa en todas las estaciones ($13.87 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 34% de la biomasa total.

¹ Departamento El Hombre y su Ambiente, Laboratorio de Rotiferología y Biología Molecular de Plancton, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco., email: spaez@correo.xoc.uam.mx

Palabras clave: Rotíferos, Biomasa, Biovolumen, Xochimilco, Brachionus.

Abstract. The aim of this study was to evaluate the biomass of the rotifer community in three sampling stations of the Cuemanco channel, Xochimilco. The rotifer samples were used to determine biovolume, total organic carbon and total ash. A total of 35 species belonging to 17 genera and 10 families were found, which represents 27.7% of the species reported for Xochimilco. The most abundant species were: *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *K. americana*, *B. havanaensis* and *B. angularis*. The genus with the highest biovolume (μm^3) and dry weight (mg) was *Brachionus*. In descending order, the five species with the highest biovolume and dry weight were: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* and *B. budapestinensis*. *Brachionus* was the genus with the largest biomass contribution in all sampling points ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representing 92.51% of the total biomass of the rotifer community. *B. budapestinensis* supplied the greatest amount of biomass in all the samples ($13.87 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), with 34% of the total.

Keywords: Rotifers, Biomass, Biovolume, Xochimilco, Brachionus.

INTRODUCCIÓN

En los cuerpos de agua dulce, el zooplancton está constituido principalmente por ciliados, rotíferos, copépodos y otros crustáceos (Wallace y Snell, 2001). La capacidad del zooplancton de utilizar al fitoplancton, y su disponibilidad como alimento para peces, determinan la eficiencia de la cadena alimenticia (Zingel y Haberman, 2008). Debido a esto, el precisar la composición específica del zooplancton puede ser un excelente criterio para caracterizar el estado trófico de los sistemas acuáticos y para deducir la estructura de las comunidades acuáticas (Gannon y Stemberger, 1978). Así, la evaluación de la biomasa de esta comunidad proporciona información cuantitativa de la materia disponible para los siguientes niveles tróficos, aunque las dificultades en determinar la biomasa explican los pocos trabajos publicados sobre este tema (Rossa *et al.*, 2007).

Nagao *et al.*, 2001, puntualizan que expresar la biomasa en términos de peso seco, peso seco libre de cenizas y carbón proveen la mejor estimación de este parámetro.

En términos de biomasa de zooplancton, en los cuerpos de agua dulce los metazoarios casi siempre son los más abundantes (Downing y Rigler, 1984; Zingel y Haberman, 2008), y dentro de éstos, se encuentra el phylum Rotifera, que puede representar hasta 30% de la biomasa del plancton de un cuerpo de agua (Hardy *et al.*, 1984). Aunque los rotíferos usualmente tienen menor biomasa que los micro crustáceos, su biomasa no debe ser subestimada, ya que su alta tasa de renovación los hace muy importantes en la dinámica trófica de las comunidades planctónicas de agua dulce (Ruttner-Kolisko, 1977; Bogdan y Gilbert, 1982).

Los primeros estudios de rotíferos en el lago de Xochimilco fueron realizados por Sámano (1931 y 1936); Carlin-Nilson (1935); Ahlstrom (1932 y 1940) y Osorio-Taffall (1942). Posteriormente, fue hasta 1996-1997, cuando Garza-Mouriño y Castellanos-Páez (2003) continuaron con las investigaciones sobre estos pequeños organismos en Xochimilco. Luego, siguieron los trabajos de Flores-Burgos *et al.* (2003); Garza-Mouriño *et al.* (2003); Nandini *et al.* (2005) y Enríquez-García *et al.* (2009). A la fecha, se han reportado más de 120 especies de rotíferos para este ecosistema.

En este contexto, el presente trabajo se enfocó en la determinación de:

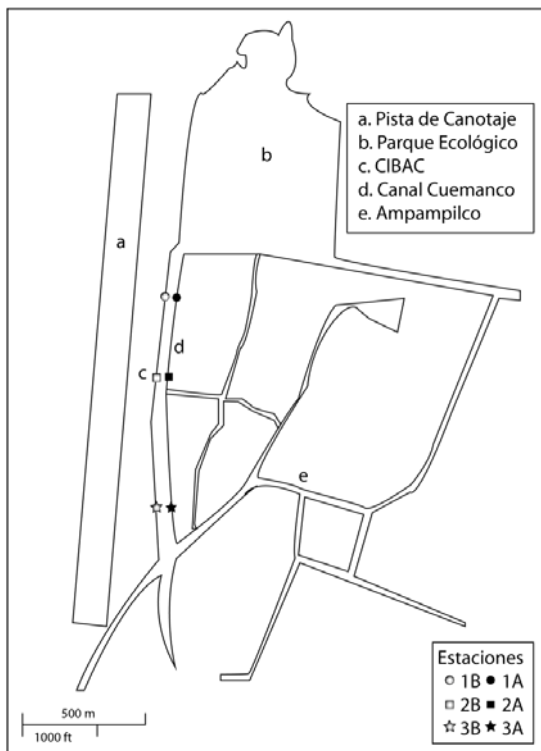
- 1) la biomasa de la comunidad de rotíferos empleando diferentes métodos;
- 2) el género y la especie que aportan mayor biomasa en la comunidad de rotíferos.

ÁREA DE ESTUDIO, MÉTODOS Y TÉCNICAS

Estaciones de muestreo

Fueron seleccionadas tres estaciones en el Canal Cuemanco, Xochimilco (Figura 1). En cada una de las estaciones fueron considerados los dos lados del canal. La distancia entre cada estación fue de aproximadamente 500 m.

Figura 1. Estaciones de muestreo de zooplancton en el canal Cuemanco, Xochimilco.



Parámetros físicos y químicos

En cada una de las estaciones se determinaron los siguientes parámetros físicos y químicos: pH, temperatura, profundidad, transparencia, oxígeno disuelto y nutrientes. Para la medición de pH y temperatura se empleó un potenciómetro (Conductronic pH 10 Digital pH meter), pre-

viamente calibrado con soluciones buffer (pH 7 y 10). La transparencia y profundidad fueron determinadas empleando un Disco de Secchi con cuerda graduada cada centímetro. La determinación de la concentración de oxígeno disuelto se realizó mediante el método de Winkler, modificado por Strickland y Parsons (1972). Para la determinación de nutrientes (nitritos, nitratos, amonio y fósforo total) se emplearon técnicas de colorimetría por espectrofotometría, empleando un espectrofotómetro marca Hach (2800).

Pigmentos fotosintéticos

Para la determinación de pigmentos se utilizó la técnica descrita por Barreiro-Güemes y Signoret-Poillon (1999).

Biomasa de rotíferos

La biomasa de la comunidad de rotíferos se determinó mediante tres técnicas distintas: biovolumen, carbono orgánico total y cenizas totales.

Determinación del biovolumen de rotíferos

El biovolumen se determinó mediante la técnica propuesta por Ruttner-Kolisko (1977), en la que se utilizan fórmulas geométricas para estimar el volumen de los rotíferos. Para la colecta de material biológico, en cada estación se filtraron 50 L de agua a través de un filtro con luz de malla de 1,500 μm (para quitar desechos), y un filtro con luz de malla de 55 μm . La muestra se fijó con formol al 4% final y se guardó en tubos de polipropileno de 30 ml, previamente etiquetados. Para determinar la abundancia de la especie de rotíferos, se realizaron conteos de alícuotas de 1 ml de cada muestra usando una cámara de Sedgewick-Rafter, en un microscopio óptico Nikon Eclipse E200. De las muestras fijas se aislaron especí-

menes de cada estación empleando un microscopio estereoscópico Nikon SMZ2800, y se realizaron montajes semipermanentes para la obtención de fotografías e imágenes. Las mediciones de los organismos se hicieron a partir de imágenes tomadas con un microscopio óptico Olympus BX50 equipado con una cámara digital Lumenera Infinity 1, y el analizador digital de imágenes Image Pro Plus v.7 de Media Cybernetics.

El biovolumen se convirtió a peso húmedo asumiendo que $10^6 \mu\text{m}^3$ equivalen a $1 \mu\text{g}$ de peso húmedo (Bottrell *et al.*, 1976). El factor de conversión 0.1 de peso húmedo a peso seco se empleó para todas las especies (Doohan, 1973).

Biomasa a partir del método de cenizas totales

Las estimaciones de biomasa, a partir de este método, se realizaron para los organismos que se obtuvieron de una muestra de 50 litros de agua, filtrados con una luz de malla de $55 \mu\text{m}$, después de haber quitado lo retenido con $1500 \mu\text{m}$. Posteriormente, la biomasa se concentró utilizando un equipo Millipore con filtros Whatman GF/F ($0.7 \mu\text{m}$). Los filtros fueron previamente pesados y pre calcinados a una temperatura de 450°C durante 4 horas, éstos fueron colocados en un desecador con silica gel para evitar la absorción de humedad. Los filtros con la muestra de cada estación fueron empleados para la determinación de peso fresco, peso seco y cenizas totales.

Determinación de peso fresco

La determinación de peso fresco se realizó empleando la siguiente fórmula (Castellanos-Páez *et al.*, 1999):

Peso húmedo = Peso del filtro con la muestra húmeda - peso del filtro inicial

Determinación de peso seco

Para la determinación de peso seco, los filtros con las muestras fueron colocados en cápsulas de porcelana, previamente lavadas, etiquetadas, secadas y pesadas. Las cápsulas con las muestras se pesaron y se colocaron en un horno a una temperatura de 60 a 80°C. El tiempo de secado fue hasta que el peso de las muestras fue constante. Una vez que el peso fue constante se colocaron en un desecador con silica gel hasta que se enfriaron y se pesaron nuevamente en una balanza analítica marca Ohaus (Explorer Pro EP214C d= 0.1 mg). Para el cálculo de peso seco se empleó la siguiente fórmula (Castellanos-Páez *et al.*, 1999):

$$\text{Peso de la muestra seca} = \text{Peso del contenedor} + \text{muestra seca} - \text{Peso del contenedor vacío}$$

Determinación de cenizas totales

Para la determinación de cenizas totales se utilizaron cápsulas de porcelana, éstas se colocaron en una mufla a una temperatura de $475 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 17 minutos para tener un peso constante, una vez pasado ese tiempo, se mantuvieron en un desecador hasta tener temperatura ambiente y fueron pesadas en una balanza analítica. Los filtros con la muestra seca fueron colocados en las cápsulas de porcelana e incinerados a una temperatura de $575 \pm 5^\circ\text{C}$ durante dos horas. Posteriormente, se colocaron en un desecador, una vez alcanzada la temperatura ambiente se pesaron. Para la determinación de las cenizas totales se utilizó la fórmula siguiente (Castellanos-Páez *et al.*, 1999):

$$\text{Peso de la muestra} = \text{Peso de la cápsula con muestra} - \text{Peso de la cápsula vacía}$$

$$\text{Peso de las cenizas} = \text{Peso de la cápsula con cenizas} - \text{Peso de la cápsula vacía}$$

$$\% \text{ de cenizas en base seca} = \frac{\text{Peso de las cenizas} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

Determinación de Carbono Orgánico Total

Para la recolecta de material biológico se filtraron 3 000 L a través de una red de zooplancton con una luz de malla de 60 μm en el lado B de cada estación. Las muestras se concentraron en Probetas de 100 ml para conocer el volumen de la materia colectada. Posteriormente, se colocaron en cápsulas de porcelana previamente etiquetadas, lavadas y secadas. Las muestras se secaron en un horno a una temperatura de 80 °C durante 24 horas, para obtener materia seca. La determinación de carbón orgánico total se realizó con el método de Walkley y Black (Walkley, 1947). Para seguir este método, se pesaron 0.1 g de muestra seca de cada estación.

RESULTADOS

Parámetros físicos, químicos y biológicos

Los valores de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las estaciones de muestreo se presentan en el cuadro 1. En general, la temperatura del biotopo superficie fue ligeramente mayor a la del fondo, con una diferencia menor a 1 °C. El rango de la temperatura superficial fue de 20.3 a 22.4 °C, mientras que la mínima en el fondo fue de 19.7 °C y la máxima de 22 °C. El pH en ambos biotopos fue de 8.67 a 9.14. La profundidad de canal en la estación 1 fue de 43 a 48 cm, en la 2 de 58 a 62 cm, y en la 3 de 60 a 62 cm.

El oxígeno disuelto tuvo mayor concentración en la superficie, con un rango de 7.66 a 8.25 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, y en el fondo de 5.05 a 7.66 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. El fósforo total tuvo una máxima concentración en la 2AF de 13.4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. La mayor concentración del amonio (0.87 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) fue en la 2BS. En la 1AF se dieron las mayores concentraciones de nitritos y nitratos.

Cuadro 1. Parámetros físicos, químicos y biológicos de las tres estaciones de muestreo en el canal Cuemanco, Xochimilco.

Estación	1A		1B		2A		2B		3A		3B	
	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo	Superficie	Fondo
Temperatura (°C)	20.3	19.7	20.6	20.8	21.1	20.8	21.8	21.7	22	22	22.4	21.7
pH	8.97	9.01	9	9.03	9.13	9.14	8.84	8.83	8.92	8.86	8.80	8.67
Profundidad (cm)	43	43	48	48	58	58	62	62	62	62	60	60
O ₂ (mg·L ⁻¹)	5.15	5.15	5.85	5.65	8.25	7.5	5.05	4.25	8.2	7.66	7.05	5.45
Chl a (mg·L ⁻¹)	0.143	0.107	0.269	0.083	0.137	0.072	0.100	0.376	0.078	0.132	0.073	0.077
Chl b (mg·L ⁻¹)	0.020	0.012	0.047	0.009	0.014	0.006	0.006	0.069	0.002	0.010	0.002	0.005
Chl c1 y c2 (mg·L ⁻¹)	0.008	0.001	0.021	0.002	0.007	0.002	0.003	0.059	0.001	0.012	0.001	0.003
Cartenoides (mg·L ⁻¹)	0.069	0.058	0.130	0.044	0.069	0.037	0.049	0.174	0.042	0.065	0.040	0.043
Fósforo total (mg·L ⁻¹)	6.0	6.4	7.4	5.4	7.0	13.4	4.8	5.9	7.9	7.0	6.1	4.1
Amonio NH ₄ (mg·L ⁻¹)	0.29	0.43	0.1	0.37	0.37	0.25	0.87	0.43	0.39	0.29	0.28	0.31
Nitrito NO ₂ (mg·L ⁻¹) ²	0.006	0.009	0.006	0.004	0.004	0.005	0.004	0.004	0.008	0.01	0.009	0.009
Nitrato NO ₃ (mg·L ⁻¹)	0.112	0.118	0.108	0.073	0.083	0.085	0.078	0.076	0.097	0.11	0.099	0.096

F: fondo; S: superficie

Composición de especies de rotíferos

El número total de especies registradas fueron 35, pertenecientes a 17 géneros y 10 familias. Las especies de la comunidad de rotíferos encontradas en las estaciones se muestran en el cuadro 2. Las (X) indican la presencia de las especies localizadas en cada estación. La familia conspicua fue Brachionidae con 13 especies, seguida por Lecanidae con 6 especies.

Cuadro 2. Listado de especies de rotíferos presentes en el canal Cuemanco, Xochimilco.

Especie / Estación	1AS	1AF	1BS	1BF	2AS	2AF	2BS	2BF	3AS	3AF	3BS	3BF
Asplanchnidae												
<i>Asplanchna</i> sp. (Gosse, 1850)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
Brachionidae												
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse, 1851)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus budapestinensis</i> (Daday, 1885)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas, 1766)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus caudatus</i> (Borrois y Daday, 1894)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus havanaensis</i> (Rousselet, 1911)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachionus urceolaris</i> (Müller, 1773)						X	X		X		X	X
<i>Keratella americana</i> (Carlin, 1943)	X	X	X	X		X	X	X	X			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Plationus patulus</i> (Müller, 1786)											X	
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)				X	X		X	X	X		X	
Epiphanidae												
<i>Epiphanes brachionus</i> (Ehrenberg, 1837)										X		

<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)												X
<i>Euchlanis triquetra</i> (Ehrenberg, 1838)									X			
Fiosculariidae												
<i>Ptygura pedunculata</i> (Edmondson, 1939)	X		X	X				X	X			
Lecanidae												
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	X		X						X	X	X	X
<i>Lecane cornuta</i> (Müller, 1786)	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X
<i>Lecane curvicornis</i> (Murray, 1913)				X								
<i>Lecane luna</i> (Müller, 1776)				X				X	X	X	X	X
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)									X			
<i>Lecane quadridentata</i> (Ehrenberg, 1830)				X								X
Lepadellidae												
<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)	X					X		X			X	
<i>Lepadella patella</i> (Müller, 1773)	X			X								
Mytilinidae												
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg, 1930)								X				X
Synchaetidae												
<i>Polyarthra dolichoptera</i> (Idelson, 1925)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Synchaeta pectinata</i> (Ehrenberg, 1832)	X				X	X	X	X	X	X	X	X
Testudinellidae												
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	X	X						X	X			X
Trichocercidae												
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichocerca elongata</i> (Gosse, 1886)									X			
<i>Trichocerca insignis</i> (Herrick, 1885)								X				
Trochosphaeridae												
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Filinia terminalis</i> (Plate, 1886)	X	X	X	X		X		X				

Riqueza y abundancia de especies de rotíferos

La abundancia y número de especies de rotíferos presentes en cada estación se muestran en el cuadro 3. Como se puede observar, la estación 1B tuvo la mayor abundancia de rotíferos (con 2,027.40 ind·L⁻¹ y 1,847.40 ind·L⁻¹, biotopo superficie y fondo, respectivamente), y la que menor abundancia presentó fue la estación 3B (con 332.40 ind·L⁻¹ y 259.80 ind·L⁻¹, biotopo superficie y fondo, respectivamente). La estación 2BF presentó la mayor riqueza con 24 especies, a diferencia de la estación 2AS que presentó la menor riqueza (16 especies).

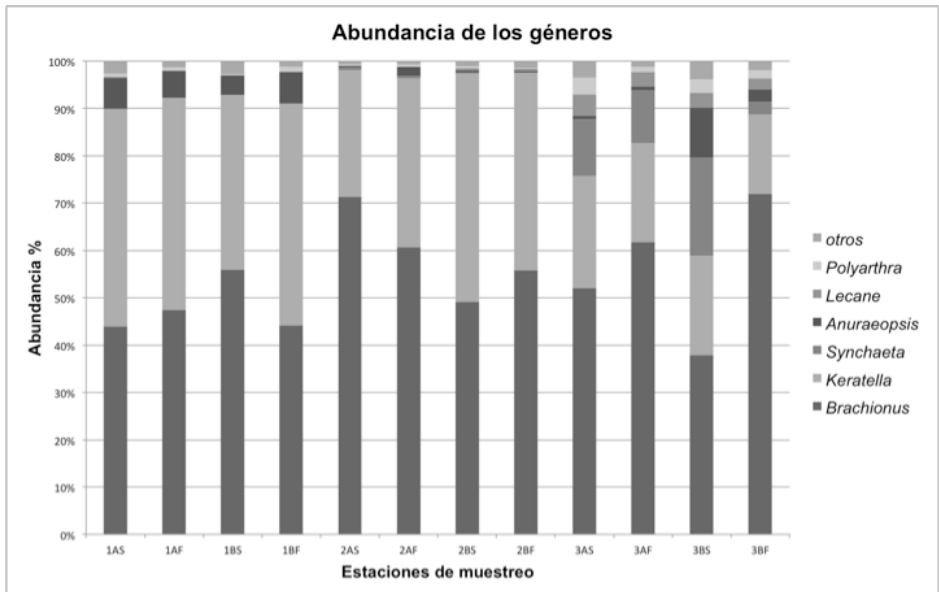
Cuadro 3. Abundancia de la comunidad de rotíferos en las diferentes estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco.

Estación	Abundancia (ind·L ⁻¹)	Número de especies
1AS	1,893.00	22
1AF	1,881.00	17
1BS	2,027.40	19
1BF	1,847.40	22
2AS	1,480.20	16
2AF	1,285.20	20
2BS	1,160.40	20
2BF	1,327.20	24
3AS	256.80	19
3AF	529.80	19
3BS	332.40	22
3BF	259.80	20

Keratella tropica fue la especie más abundante en casi todas las estaciones, con excepción de los puntos de muestreo 2AS, 3BS y 3BF, en donde las especies más abundantes fueron *Brachionus budapestinensis*, *Synchaeta pectinata* y *Brachionus budapestinensis*, respectivamente. En ambos biotopos (superficie y fondo) de las estaciones 1A, 1B, 2A y 2B, la abundancia de *Keratella tropica* fue mayor a $410.40 \text{ ind}\cdot\text{L}^{-1}$. En general, las cinco especies más abundantes fueron *Keratella tropica*, *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus havanaensis*, *Keratella americana* y *Brachionus angularis*.

El género *Brachionus* fue el más abundante en todas las estaciones, representando entre 38 y 72% de la abundancia de rotíferos (Figura 2), seguido por el género *Keratella*.

Figura 2. Abundancia de rotíferos (por género) en el Canal Cuemanco, Xochimilco.



Diversidad de especies

Los valores de la diversidad, determinada con el índice de Shannon-Wiener y de la equidad, encontradas en las estaciones de muestreo se presentan en el cuadro 4. El biotopo superficie tuvo valores mayores en los índices de Shannon-Wiener comparado con el fondo (con excepción de la estación 2A). El resultado más alto del índice de Shannon-Wiener se observó en la estación 3BS (2.42) y el menor en la 2BF (1.61). La mayor equidad se encontró en la 3AS (0.82) y la menor en la 2BF (0.50).

Cuadro 4. Índices de diversidad en las estaciones de muestreo del Canal Cuemanco, Xochimilco.

Estación	H'	H'_{max}	J'
1AS	1.98	3.09	0.64
1AF	1.94	2.83	0.68
1BS	2.02	2.89	0.70
1BF	1.94	3.04	0.64
2AS	1.68	2.77	0.61
2AF	1.74	2.94	0.59
2BS	1.68	3.00	0.56
2BF	1.61	3.22	0.50
3AS	2.41	2.94	0.82
3AF	2.20	3.00	0.73
3BS	2.42	3.09	0.78
3BF	2.35	3.00	0.78

Similitud entre estaciones

La similitud obtenida (Cuadro 5) con el índice de Jaccard tuvo su mínimo valor entre las estaciones 1BF-3AS y 1BF-3BF, y la mayor similitud se presentó entre las estaciones 1AS-1BS y 1AF-1BS.

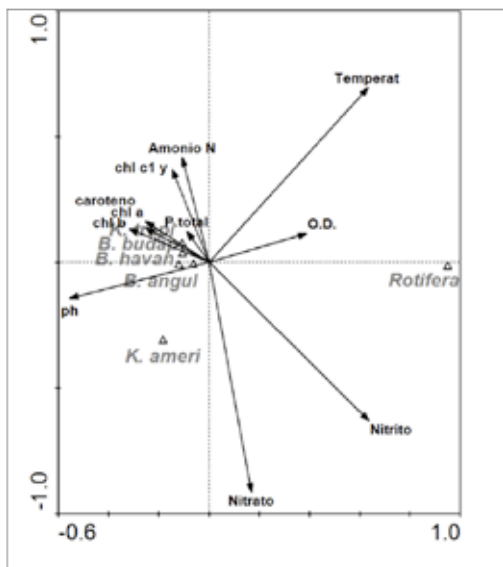
Cuadro 5. Matriz de similitud de Jaccard entre las estaciones de muestro del Canal Cuemanco, Xochimilco.

	1AS	1AF	1BS	1BF	2AS	2AF	2BS	2BF	3AS	3AF	3BS	3BF
1AS		0.30	0.31	0.29	0.28	0.30	0.29	0.30	0.25	0.28	0.27	0.28
1AF			0.31	0.29	0.30	0.30	0.29	0.29	0.25	0.28	0.26	0.27
1BS				0.30	0.29	0.30	0.28	0.29	0.26	0.29	0.26	0.27
1BF					0.27	0.28	0.28	0.29	0.24	0.25	0.25	0.24
2AS						0.29	0.29	0.29	0.27	0.30	0.28	0.28
2AF							0.29	0.29	0.26	0.28	0.28	0.27
2BS								0.30	0.28	0.26	0.29	0.29
2BF									0.26	0.26	0.27	0.25
3AS										0.27	0.29	0.28
3AF											0.28	0.29
3BS												0.28
3BF												

Análisis de correspondencia canónica

El análisis de correspondencia canónica se muestra en la figura 3. La distribución de las especies se ven influenciadas fuertemente por las concentraciones de clorofila a y b, y en una menor medida por el pH, amonio y fósforo total. La temperatura, oxígeno disuelto, nitritos y nitratos no mostraron una influencia sobre la distribución de las especies más abundantes.

Figura 3. Análisis de correspondencia canónica de las especies más abundantes de rotíferos y los parámetros físicos, químicos y biológicos.



Biomasa de la comunidad de rotíferos

En el cuadro 6 se muestran los valores promedio (\pm desviación estándar) de las medidas morfométricas (largo, ancho y alto) de los organismos medidos, del biovolumen y del peso seco. El valor máximo y el mínimo para cada una de las variables se marcan en negritas.

El cuadro 7 muestra la biomasa estimada a partir del biovolumen y la abundancia de las especies de rotíferos. Los valores mínimos y máximos se resaltan en negritas. La estación que mayor biomasa presentó fue la estación 2AS, mientras que la estación 3BS tuvo la menor biomasa. En cuanto a biotopos, el fondo tuvo biomásas mayores que la superficie en las estaciones 1A, 2B, 3A y 3B. Las biomásas en las estaciones 1B y 2A fueron mayores en el biotopo superficie.

Cuadro 6. Medidas morfométricas, biovolumen y peso seco de las especies de rotíferos que comprenden 95% de la abundancia en las tres estaciones del Canal Cuemanco, Xochimilco.

Especie	Largo (µm)	Ancho (µm)	Alto (µm)	Biovolumen (x 10 ⁵ µm ³)	Peso seco (µg)
<i>Anuraeopsis fissa</i>	80.83 ± 3.3	51.13 ± 2.0	48.54 ± 2.0	0.66 ± 0.07	0.066
<i>Brachionus angularis</i>	97.29 ± 5.9	89.20 ± 7.5	62.89 ± 3.8	3.16 ± 0.57	0.316
<i>Brachionus budapestinensis</i>	126.79 ± 10.7	102.41 ± 10.1	86.03 ± 11.5	6.46 ± 1.53	0.647
<i>Brachionus calyciflorus</i>	214.17 ± 31.3	161.97 ± 19.8	141.44 ± 19.7	29.26 ± 9.76	2.927
<i>Brachionus caudatus</i>	121.37 ± 17.0	101.80 ± 11.0	92.83 ± 13.0	6.84 ± 2.62	0.685
<i>Brachionus havanaensis</i>	116.43 ± 13.1	99.40 ± 9.7	66.98 ± 8.4	4.57 ± 1.34	0.457
<i>Brachionus quadridentatus</i>	154.35 ± 19.6	146.66 ± 24.3	102.16 ± 13.0	13.89 ± 5.61	1.389
<i>Brachionus urceolaris</i>	227.94 ± 37.6	195.33 ± 37.7	168.00 ± 27.7	46.24 ± 24.46	4.624
<i>Keratella americana</i>	97.82 ± 5.0	54.11 ± 2.3	48.31 ± 2.3	0.37 ± 0.04	0.037
<i>Keratella cochlearis</i>	90.07 ± 3.0	52.04 ± 5.7	60.22 ± 2.9	0.43 ± 0.04	0.043
<i>Keratella tropica</i>	113.68 ± 5.8	65.39 ± 2.7	55.43 ± 5.9	0.63 ± 0.05	0.063
<i>Lecane bulla</i>	73.99	71.32	29.6	0.82	0.082
<i>Lecane cornuta</i>	120.17 ± 7.6	109.84 ± 0.9	48.07 ± 3.0	3.33 ± 0.40	0.333
<i>Lecane luna</i>	126.51 ± 0.5	108.42 ± 7.8	50.61 ± 0.22	3.63 ± 0.22	0.363
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	109.34 ± 14.7	60.19 ± 8.7	43.73 ± 5.8	3.15 ± 0.64	0.316
<i>Synchaeta pectinata</i>	133.47 ± 11.5	104.96 ± 9.6	*	3.88 ± 0.95	0.389
<i>Trichocerca bicristata</i>	103.18 ± 14.8	46.82 ± 4.3	*	1.21 ± 0.39	0.121

* Esta medida no es necesaria para la determinación del biovolumen según Ruttner-Kolisko, 1977.

Cuadro 7. Biomasa estimada de la comunidad de rotíferos en las estaciones de muestreo.

Estación	Biotopo	Abundancia (ind·L ⁻¹)	Biomasa (µg·L ⁻¹)
1A	S	1,893.00	48.73
	F	1,881.00	50.21
1B	S	2,027.40	67.74
	F	1,847.40	46.46
2A	S	1,480.20	72.20
	F	1,285.20	49.41
2B	S	1,160.40	48.33
	F	1,327.20	63.28
3A	S	256.80	23.87
	F	529.80	37.45
3B	S	332.40	15.65
	F	259.80	20.55

Biomasa estimada con el método de cenizas totales

En el cuadro 8 se muestra la biomasa estimada a partir del método de cenizas totales. Como se puede observar, la estación con mayor biomasa (mgC·m³) es la estación 1, seguida por la 2 y la 3. Cabe mencionar que esta biomasa estuvo compuesta por organismos del plancton de entre 1500 y 55 µm, por lo que los rotíferos no conforman toda la biomasa reportada.

Al combinar los métodos de biovolumen y cenizas totales para conocer la biomasa en términos de carbón, se encontró que los rotíferos comprenden 4.77% de la biomasa en la estación 1B; 4.73% en la estación 2B; y 7.90% en la estación 3B. Los datos se muestran en el cuadro 9. El porcentaje restante corresponde a fitoplancton, otras especies de zooplancton o materia orgánica suspendida.

Cuadro 8. Biomasa de las estaciones de muestreo estimada a partir del método de cenizas totales del canal de Cuemanco, Xochimilco.

Estación	Peso seco de la muestra de 50 L (mg)	Peso de las cenizas (mg)	% de cenizas de base seca	Peso seco (mg·m ³)	Biomasa (mgC·m ³)
1B	71.0	25.4	35.8	1,420.00	508.36
2B	51.1	16.0	31.3	1,022.00	319.886
3B	9.9	1.0	10.1	198.00	19.998

Cuadro 9. Porcentaje de biomasa en peso seco correspondiente a rotíferos en el canal de Cuemanco, Xochimilco.

Estación	Peso seco muestra 50L (mg)	Biomasa peso seco (µg·L ⁻¹)	Biomasa peso seco de rotíferos (µg·L ⁻¹)	% Biomasa peso seco correspondiente a rotíferos
1B	71.00	1,420.00	67.74	4.77
2B	51.10	1,022.00	48.33	4.73
3B	9.90	198.00	15.65	7.90

Para conocer la biomasa en términos de carbón, se emplearon los porcentajes correspondientes a las especies de las estaciones multiplicado por la biomasa en carbón de cada estación (Cuadro 10). Con estos resultados se confirma que la estación 1BS fue la estación que mayor biomasa (24.25 mgC·m³), seguido por la estación 2BS y 3BS (15.13 y 1.58 mgC·m³, respectivamente).

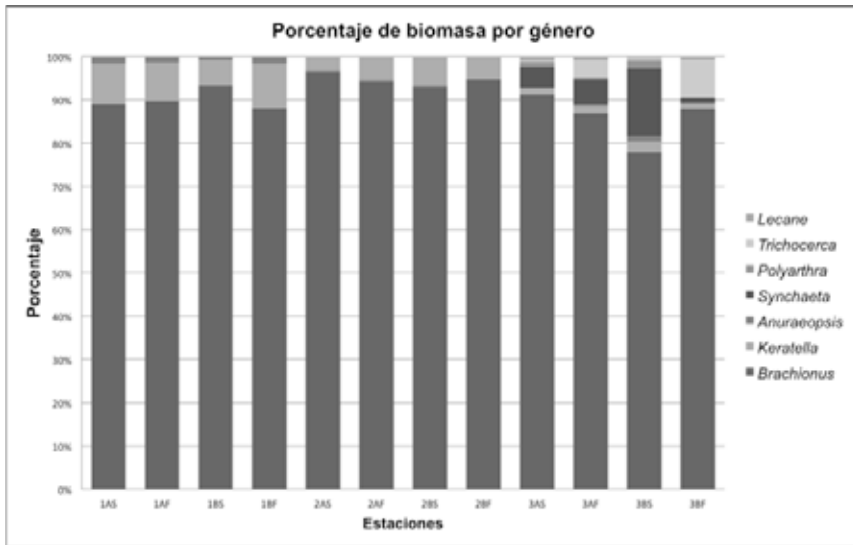
El género que aportó mayor biomasa en todas las estaciones fue *Brachionus* con 37.90 mgC·m³. La especie que mayor biomasa proporcionó a la comunidad de rotíferos en las tres estaciones fue *Brachionus budapestinensis* (13.87 mgC·m³).

Cuadro 10. Biomasa en términos de carbón de cada especie por metro cúbico en las estaciones de Cuemanco, Xochimilco.

Especies	% de la biomasa			Biomasa en carbón (mgC·m ³)			
	1BS	2BS	3BS	1BS	2BS	3BS	Total
<i>Keratella tropica</i>	0.22	0.31	0.16	1.10	0.99	0.03	2.12
<i>Brachionus budapestinensis</i>	1.60	1.73	1.12	8.11	5.54	0.22	13.87
<i>Keratella americana</i>	0.06	0.01		0.28	0.04		0.33
<i>Brachionus havanaensis</i>	1.33	0.53	0.54	6.74	1.71	0.11	8.56
<i>Brachionus angularis</i>	0.66	0.28	0.28	3.34	0.90	0.06	4.29
<i>Anuraeopsis fissa</i>	0.04		0.11	0.20		0.02	0.22
<i>Keratella cochlearis</i>	0.01	0.01	0.03	0.08	0.02	0.01	0.10
<i>Brachionus calyciflorus</i>	0.87	1.86	3.55	4.40	5.94	0.71	11.05
<i>Synchaeta pectinata</i>			1.24			0.25	0.25
<i>Brachionus quadridentatus</i>			0.67			0.13	0.13
<i>Polyarthra dolichoptera</i>			0.13			0.03	0.03
<i>Trichocerca bicristata</i>			0.05			0.01	0.01
<i>Lecane bulla</i>			0.03			0.01	0.01
Total	4.77	4.73	7.90	24.25	15.13	1.58	

En la figura 4 se muestra el porcentaje de biomasa que aporta cada género a la comunidad de rotíferos. El género *Brachionus* aporta entre 78 y 96% de la biomasa de la comunidad de rotíferos.

Figura 4. Porcentaje de biomasa por género de rotíferos en cada estación del Canal Cuemanco, Xochimilco.



Correlación de Pearson entre la biomasa y los factores ambientales

La biomasa tuvo un coeficiente de correlación ($p < 0.5$) significativo con el pH y los pigmentos fotosintéticos. Esto concuerda con los resultados del análisis de correspondencia canónica (Figura 3). Por otro lado, la biomasa tuvo una correlación negativa con el nitrito, oxígeno disuelto y temperatura (Cuadro 11), lo que también concuerda con el análisis de correspondencia canónica (Figura 3).

Cuadro 11. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables ambientales y la biomasa de rotíferos de las estaciones de muestreo en Cuemanco, Xochimilco.

Parámetro	Biomasa (mgC·m ³)
Amonio NH ₄	-0.094246548
Nitrito NO ₂	-0.695791592
Nitrato NO ₃	0.16491907
P. total	0.382626109
O.D.	-0.695791592
Temperatura °C	-0.948892815
pH	0.894074822
chl a	0.864254158
chl b	0.839641433
chl c1 y c2	0.845309992
Carotenoides	0.845309992

Porcentaje de Materia orgánica y porcentaje de carbono

El porcentaje de materia orgánica y carbono orgánico total se muestra en el cuadro 12. El porcentaje de materia orgánica osciló entre 52.3 y 60.2%, mientras que el de carbono osciló entre 30.4 y 34.9%. La estación con menor porcentaje de materia orgánica y carbono orgánico total fue la 1B.

Cuadro 12. Porcentaje de materia orgánica y carbono orgánico total de las estaciones de muestreo.

Estación	% Materia orgánica	% Carbono orgánico total
1B	52.3	30.4
2B	60.2	34.9
3B	60.2	34.9

DISCUSIÓN

Las 35 especies de rotíferos encontradas en el estudio representan 27.7% del total de las especies registradas para Xochimilco (Cuadro 2). El número de especies concuerda con los resultados de Nandini *et al.* (2005), quienes reportan que en cuatro estaciones del lago de Xochimilco coexisten de 25 a 30 especies en cada sitio, siendo los géneros dominantes: *Brachionus*, *Keratella*, *Polyarthra*, *Trichocerca*, *Filinia* y *Asplanchna*.

Las especies que se encontraron en todas las estaciones estudiadas son: *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus caudatus*, *Brachionus havanaensis*, *Brachionus quadridentatus*, *Keratella tropica*, *Polyarthra dolichoptera* y *Trichocerca bicristata*. Las especies con menor presencia fueron: *Epiphanes brachionus*, estación (3A), *Euchlanis dilatata* (3B), *Euchlanis triquetra* (3A) y *Trichocerca insignis* (2B).

Algunos géneros de rotíferos son considerados como indicadores de la calidad y del estado trófico de los cuerpos de agua (Gannon y Stemberger, 1978). La presencia del género *Brachionus* es indicativo de contaminación orgánica, de moderada a alta (Sládeček, 1983; Duggan *et al.*, 2001; Ejsmont-Karabin, 2012), mientras que la presencia de los géneros

Keratella y *Trichocerca* se asocia a condiciones eutróficas (Mäemets, 1983; Radwan y Popiolek, 1989).

Con relación a la riqueza de especies, la estación con menor número de especies fue la 2AS (16), mientras que la estación 2BF fue la estación más rica (24). La mayor abundancia se encontró en las estaciones 1B, y las más bajas en las estaciones 3A y la 3B. Los valores más altos obtenidos con el índice de Shannon-Wiener (H') se presentaron en la estación 3 en ambos biotopos (superficie y fondo), con valores por encima de 2.20. También la mayor equidad (J') se encontró en la estación 3 en sus dos biotopos, seguidas por la estación 2, y por último, la estación 1. Odum (1983) menciona que entre más alto sea el valor del índice de Shannon-Wiener, mayor es la diversidad de la comunidad y está menos dominada por una o pocas especies, por lo tanto, la comunidad estudiada presenta una alta diversidad de especies.

El coeficiente de similitud de Jaccard sugiere que las estaciones 3BF y 1BF son las que mayor diferencia presentan (con un valor de 0.24), y 1AS y 1AF comparten una mayor similitud con 1BS (0.31). Las similitudes o disparidades pueden ser reflejo de la diferencia o semejanza en la calidad del agua (Walsh *et al.*, 2008).

El análisis de correspondencia canónica muestra que la distribución de las especies más abundantes en las estaciones estudiadas, se ve influenciada en su mayoría por los pigmentos fotosintéticos (alimento), y por el pH, amonio y fósforo en menor medida (Figura 3). Mientras que la biomasa presentó un coeficiente de correlación significativo con los pigmentos fotosintéticos y con el pH. Estos resultados concuerdan con diversos reportes que sugieren que la distribución de las especies de rotíferos, composición y abundancia se encuentran influenciadas por factores abióticos, como la temperatura (Miracle, 1974; Radwan, 1984; Mikschi, 1989; Sellami *et al.*, 2009), oxígeno disuelto (Mikschi, 1989), y el pH (Radwan y Bielánska-Grajner, 2001), además del alimento (Whitman *et al.*, 2004; Sellami *et al.*, 2009; Perbiche-Neves *et al.*, 2013).

Las cinco especies con mayor biovolumen (μm^3) y peso seco (μg) fueron del género *Brachionus*: *B. urceolaris*, *B. calyciflorus*, *B. quadridentatus*, *B. caudatus* y *B. budapestinensis*. Las especies con menor biovolumen y peso seco fueron del género *Keratella*: *K. tropica*, *K. cochlearis* y *K. americana*.

La variación en la estimación de los pesos de los organismos acuáticos puede depender de los cambios en las condiciones ambientales, tipos de cuerpos de agua, cambios estacionales en la composición de los organismos y los métodos de muestreo, determinación y uso de diferentes factores de conversión (Dumont *et al.*, 1975; Bottrell *et al.*, 1976; Duncan *et al.*, 1985).

La estación con mayor biomasa ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) fue la 2AS con $72 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, y la de menor fue la 3BS con $15.65 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$. En general, la 2 tuvo una mayor biomasa, con valores entre 48.33 y $72.20 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, seguida por la 1, cuyos valores van de 46.46 a $67.74 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, y por último la 3 con 15.65 y $37.45 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Cabe destacar que debido a las complicaciones que representa la estimación de la biomasa, existen pocos estudios relativos a la comunidad de rotíferos en ambientes similares a Xochimilco. Los datos obtenidos en la presente investigación mostraron que el canal Cuemanco tiene mayor biomasa que otros cuerpos de agua con temperaturas, nivel de eutrofización y profundidad diferentes (Obertegger *et al.*, 2004; Bonecker *et al.*, 2007; Casanova *et al.*, 2009), y similar a la reportada por otros autores (Urabe, 1992). Los ambientes eutróficos tienden a tener mayor biomasa de zooplancton que ambientes oligotróficos (Kalff, 2002). Esto destaca la importancia de la comunidad de rotíferos en Xochimilco.

El género que aportó mayor biomasa en todas las estaciones fue *Brachionus* ($37.90 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), lo que representa 92.51%. La especie que mayor biomasa proporcionó a la comunidad de rotíferos en las tres estaciones fue *Brachionus budapestinensis* ($13.87 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$), representando 34%, seguida de *B. calyciflorus* que contribuyó con 27% ($11.05 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$). En tercer y cuarto lugar: *B. havanaensis* y *B. angularis*, quienes añadieron 8.56 y $4.29 \text{ mgC}\cdot\text{m}^3$, representando 20.9 y 10.5%, respectivamente.

CONCLUSIONES

En el Canal Cuemanco la biomasa de los rotíferos se ve representada en su mayoría por especies del género *Brachionus* (92.51%).

La especie que mayor biomasa aportó a la comunidad de rotíferos fue *B. budapestinensis* con 34%.

Los parámetros ambientales tienen un efecto en la abundancia de las especies más representativas en las estaciones analizadas, mientras que la biomasa tiene un coeficiente de correlación significativo con los pigmentos fotosintéticos y el pH.

AGRADECIMIENTOS

Marcela Ivonne Benítez Díaz Mirón, agradece el apoyo de Conacyt por la beca Doctoral No. 227103/46776.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahlstrom, H., 1932, "Plankton rotatoria from Mexico", en *Transactions of the American Microscopical Society*, 51: 242-251.
- Ahlstrom, H., 1940, "A revision of the Rotatoria genera *Brachionus* and *Platyias* with descriptions of one new species and two new varieties", en *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 77(3): 148-184.
- Barreiro, T. y M. Signoret, 1999, *Productividad primaria en sistemas acuáticos costeros. Métodos de evaluación*, Colección de Libros de Texto, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.
- Bogdan, G. y J. Gilbert, 1982, "Seasonal patterns of feeding by natural populations of *Keratella*, *Polyarthra*, and *Bosmina*: Clearance rates, selectivities, and contributions to community grazing", en *Limnology and Oceanography*, 27(5): 918-934.

- Bonecker, C. *et al.*, 2007, "Zooplankton biomass in tropical reservoirs in southern Brazil", en *Hydrobiologia*, 579(1): 115-123.
- Bottrell, H. *et al.*, 1976, "A review of some problems in zooplankton production studies", en *Norwegian Journal of Zoology*, 24: 419-456.
- Carlin Nilsson, B., 1935, "Rotatorien aus Mexico", en *Kungliga Fysiografiska Sällskapet i Lund förhandlingar*, 5: 175-185.
- Casanova, M. *et al.*, 2009, "Rotifer abundance, biomass, and secondary production after the recovery of hydrologic connectivity between a river and two marginal lakes (São Paulo, Brazil)", en *Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters*, 39(4): 292-301.
- Castellanos, M. *et al.*, 1999, *Aislamiento, caracterización, biología y cultivo del rotífero Brachionus plicatilis (O.F. Müller)*, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.
- Dooan, M., 1973, "An Energy Budget for Adult Brachionus plicatilis Muller (Rotatoria)", en *Oecologia*, 13(4): 351-362.
- Downing, A. y H. Rigler, 1984, *A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters*, Vol. 17, 2a ed., Blackwell Scientific Publishers, Londres.
- Duggan, C. *et al.*, 2001, "Distribution of rotifers in North Island, New Zealand, and their potential use as bioindicators of lake trophic state", en *Hydrobiologia*, 446-447: 155-164.
- Dumont, J. *et al.*, 1975, "The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters", en *Oecologia*, 19(1): 75-97.
- Duncan, A. *et al.*, 1985, "Carbon weight on length regressions of Daphnia spp. grown at threshold food concentrations", en *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 22: 3109-3115.
- Ejsmont, J., 2012, "The usefulness of zooplankton as lake ecosystem indicators: rotifer trophic state index", en *Polish Journal Ecology*, 60: 339-350.

- Enríquez, C. *et al.*, 2009, "Seasonal dynamics of zooplankton in Lake Huetzalin, Xochimilco (Mexico City, Mexico)", en *Limnological Ecology and Management of Inland Waters*, 39(4): 283-291.
- Flores, J. *et al.*, 2003, "Estudio preliminar sobre la fauna de rotíferos de Xochimilco (México)", en Stephan, E. (ed.), *El agua en la cuenca de México: Sus problemas históricos y perspectivas de solución*, Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco, A.C., Parque Ecológico de Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Gannon, E. y S. Stemberger, 1978, "Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality", en *Transactions of the American Microscopical Society*, 97(1): 16-35.
- Garza, G. y E. Castellanos, 2003, "Diversidad de rotíferos en los canales de la región noroeste de la zona chinampera de Xochimilco, Distrito Federal", en Stephan, E. (ed.), *El agua en la cuenca de México: sus problemas históricos y perspectivas de solución*, Asociación Internacional de Investigadores de Xochimilco, A.C., Parque Ecológico de Xochimilco, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Garza, G. *et al.*, 2003, "Género *Brachionus* (Rotifera) en la zona chinampera del Lago de Xochimilco, Distrito Federal, México", en *Scientiae Nature*, 6(1): 63-68.
- Hardy, R. *et al.*, 1984, "About the relationship between the zooplankton and fluctuating water levels of Lago Camaleao, a central Amazonian varzea lake", en *Amazoniana Kiel*, 9(1): 43-52.
- Kalff, J., 2002, *Limnology: inland water ecosystems*, Prentice, Hall, Inc., Nueva Jersey.
- Mäemets, A., 1983, "Rotifers as indicators of lake types in Estonia", en *Hydrobiologia*, 104: 357-361.
- Mikschi, E., 1989, "Rotifer distribution in relation to temperature and oxygen content", en *Hydrobiologia*, 186(1): 209-214.
- Miracle, R., 1974, "Niche structure in freshwater zooplankton: a principal components approach", en *Ecology*, 55: 1306-1316.

- Nagao, N. *et al.*, 2001, "High ash content in net-plankton samples from shallow coastal water: possible source of error in dry weight measurement of zooplankton biomass", en *Journal of Oceanography*, 57: 105-107.
- Nandini, S. *et al.*, 2005, "Seasonal variations in the species diversity of planktonic rotifers in Lake Xochimilco, Mexico", en *Journal of Freshwater Ecology*, 20(2): 287-294.
- Obertegger, U. *et al.*, 2004, "The zooplankton of Lake Tovel. Studi Trentini di Scienze Naturali", en *Acta Biologica*, 81: 369-378.
- Odum, P., 1983, *Ecología, el vínculo entre las ciencias sociales y las naturales*, Continental, México.
- Osorio, B., 1942, "Rotíferos planctónicos de México I, II y III", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 3(1-4): 23-79.
- Perbiche, G., 2013, "Relations among planktonic rotifers, cyclopoid copepods, and water quality in two Brazilian reservoirs", en *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 138-149.
- Radwan, S., 1984, "The influence of some abiotic factors on the occurrence of rotifers of Łęczna and Włodawa Lake District", en *Hydrobiologia*, 112: 117-124.
- Radwan, S. y B. Popiolek, 1989, "Percentage of rotifers in spring zooplankton in lakes of different trophy", en *Hydrobiologia*, 186/187: 235-238.
- Radwan, S. e I. Bielańska, 2001, "Ecological structure of psammic rotifers in the ecotonal zone of Lake Piaseczno (eastern Poland)", en *Developments in Hydrobiology*, 153: 221-228.
- Rossa, C. *et al.*, 2007, "Biomassa de rotíferos em ambientes dulcícolas: revisão de métodos e fatores influentes", en *Interciencia*, 32(4): 220-226.
- Ruttner, A., 1977, "Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers", en *Archiv für Hydrobiologie-Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 8: 71-76.
- Sámamo, A., 1931, "Contribución al conocimiento de la fauna de los rotíferos de México", en *Anales del Instituto de Biología*, México, 2: 157-163.

- Sámamo, A., 1936, "Contribución al conocimiento de la fauna de Actopan, Hidalgo III. Nota acerca de la fauna de rotíferos de los depósitos de agua de Actopan y lugares vecinos", en *Anales del Instituto de Biología*, México, 7: 269-270.
- Sellami, I. *et al.*, 2009, "Abundance and biomass of rotifers in relation to the environmental factors in geothermal waters in Southern Tunisia", en *Journal of Thermal Biology*, 34(6): 267-275.
- Sládeček, V., 1983, "Rotifers as indicators of water quality", en *Hydrobiologia*, 100: 169-201.
- Strickland, D. y R. Parsons, 1972, *A practical handbook of seawater analysis*, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
- Urabe, J., 1992, "Midsummer succession of rotifer plankton in a shallow eutrophic pond", en *Journal of Plankton Research*, 14(6): 851-866.
- Walkley, A., 1947, "A critical examination of a rapid method for determination of organic carbon in soils-effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents", en *Soil Science*, 63: 251-257.
- Wallace, L. y W. Snell, 2001, "Rotifera", en Thorp, H. y P. Covich (eds.), *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*, Colorado State University, Department of Fishery and Wildlife Biology, Fort Collins, EEUU.
- Walsh, J. *et al.*, 2008, "Rotifers from selected inland saline waters in the Chihuahuan Desert of Mexico", en *Saline systems*, 4: 7-11.
- Whitman, L. *et al.*, 2004, "Characterization of Lake Michigan coastal lakes using zooplankton assemblages", en *Ecological Indicators*, 4: 277-286.
- Zingel, P. y J. Haberman, 2008, "A comparison of zooplankton densities and biomass in Lakes Peipsi and Võrtsjärv (Estonia): rotifers and crustaceans versus ciliates", en *Hydrobiologia*, 599(1): 153-159.