

## ROTÍFEROS MONOGONONTA PLANCTÓNICOS EN LAGUNAS DE LA RESERVA DE FAUNA "ESTEROS DE CAMAGUÁN", ESTADO GUÁRICO, VENEZUELA

María José Pardo\* y Evelyn Zoppi de Roa

Laboratorio de Ecología de Sistemas Acuáticos (Plancton), Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Apdo. 47058, Los Chaguaramos, Caracas, 1041-A. \*pardo.mariajose@gmail.com.

### RESUMEN

Los rotíferos Monogononta cuentan con un número pequeño pero importante de especies planctónicas y semiplanctónicas. El propósito de esta investigación fue realizar un estudio comparativo de la riqueza y composición de especies de rotíferos presentes en el espejo de agua en tres lagunas someras y cercanas entre sí, de los Esteros de Camaguán, en las temporadas de lluvia y sequía y transiciones entre una y otra. Las muestras de agua fueron tomadas aleatoriamente en dos puntos distintos, y aproximadamente equidistantes, del espejo de agua con botellas Van Dorn de 2 L y mediante arrastres verticales y horizontales con redes de 65 µm. Las similitudes faunísticas entre lagunas y fechas de muestreo fueron estimadas con el coeficiente de Jaccard. Se identificó un total de 50 especies. Destacan por sus valores mayores de frecuencia de aparición en las tres lagunas, las especies *Keratella cochlearis*, *Lecane cornuta*, *Polyarthra remata*, *P. vulgaris* y *Trichocerca tenuior* las cuales pueden ser consideradas características del área estudiada. Los valores de similitud faunística entre lagunas y épocas de muestreo fueron muy bajos como consecuencia de una composición de especies particular, a pesar de la cercanía de las lagunas. Se presume una historia de colonización propia y actuación de los procesos locales y regionales de diferente forma en cada laguna. Se sugiere poner mayor énfasis en los procesos regionales para entender las diferencias en riqueza y composición de especies entre cuerpos de agua cercanos especialmente en áreas de inundación.

**Palabras clave:** Áreas de inundación, rotíferofauna, variaciones temporales, similitud faunística, procesos locales y regionales.

### Planktonic monogononta rotifers in lagoons of the wildlife reserve "Esteros de Camaguan", Guárico State, Venezuela

#### Abstract

Monogonont rotifers are a small but important group of planktonic and semiplanktonic species. The comparative composition and species richness were determined in the open water zone of three shallow, closely situated lagoons of the Esteros de Camaguán, in rainy and drought seasons, and transition seasons between them. In each lagoon, water samples were taken randomly in the open water zone in two different, equidistant points, with 2 l Van Dorn bottles and with a 65 µm mesh net for horizontal and vertical tows. Faunistics similarities between lagoons and sampling dates were estimated with the Jaccard Coefficient. A total of 50 species was identified. *Keratella cochlearis*, *Lecane cornuta*, *Polyarthra remata*, *P. vulgaris*, and *Trichocerca tenuior* can be considered characteristic of the studied area because

Recibido: mayo 2014

Aceptado: noviembre 2014

Compilación del Simposio *Humedales: Diversidad, Procesos y Sociedad - Mérida, Venezuela 2013*.

of their higher occurrence frequency in the three lagoons. Faunistic similarity values between lagoons and sampling periods were very low due to particular faunistic compositions in each one, despite the proximity of the lagoons. It is suggested that a particular colonization history and action of local and regional processes occurred in different ways in each lagoon. Greater emphasis should be put on regional processes to understand the differences between nearby water bodies, especially in flooding areas.

**Keywords:** Floodplain areas, rotiferfauna, temporal variations, faunistic similarity, local and regional processes.

## INTRODUCCIÓN

Los rotíferos constituyen uno de los principales componentes de las comunidades zooplanctónicas de aguas continentales. Debido a su tamaño diminuto, tasas de renovación poblacional y de reproducción altas, pueden alcanzar tamaños poblacionales muy grandes (Nogrady *y col.*, 1993; Wallace, 2002). Sus hábitos alimentarios, fundamentalmente basados en detrito, bacterias y flagelados y ciliados pequeños, incrementan su importancia en las cadenas tróficas como un eslabón importante de transferencia de materia y energía desde estas fracciones hacia los niveles tróficos superiores que no consumen estos recursos (Arndt, 1993). También constituyen un enlace entre el fitoplancton y consumidores secundarios tales como invertebrados, alevines de peces (Wallace, 2002) y peces de talla pequeña (Zoppi de Roa *y col.*, 1998).

El grupo Monogononta cuenta con 1.570 especies reconocidas de rotíferos (Segers, 2008), de las cuales casi 10% corresponde a especies euplanctónicas (Nogrady *y col.*, 1993). La estrategia reproductiva del grupo, de partenogénesis cíclica y producción de huevos de resistencia, en teoría determina una alta capacidad de dispersión (Nogrady *y col.*, 1993; Jenkins y Buikema, 1998; De Meester *y col.*, 2002), lo que explica en gran parte el éxito de estos microorganismos en colonizar una gran diversidad de cuerpos de agua a escala mundial.

Es común encontrar en la literatura que la estructura de las comunidades del zooplancton en general y, por ende de los rotíferos, está moldeada por procesos locales tales como la disponibilidad de alimento, presencia de depredadores, competencia inter e intraespecífica, heterogeneidad ambiental, características de los cuerpos de agua, ciclo hidrológico y conexión con ríos y otros cuerpos de agua, entre otros factores ambientales (Green, 1972; 1993; Vásquez, 1984; Vásquez y Rey, 1992; Samanez y Zambrano, 1995; Lansac-Tôha *y col.*, 1997; José de Paggi y Paggi, 2007; Segers, 2008). No obstante, los procesos regionales de dispersión y colonización han cobrado mucha importancia para tratar de explicar la paradoja entre las tasas altas de dispersión que pueden exhibir estos microorganismos producto de sus estrategias reproductivas, y las diferencias registradas en la estructura de las

comunidades zooplanctónicas en cuerpos de agua cercanos y de condiciones similares, incluyendo los ambientes fluctuantes (ver Jenkins y Buikema, 1998; Shurin, 2000; De Meester *y col.*, 2002).

Los cuerpos de agua de áreas de inundación en general, en comparación con otros tipos de ambientes acuáticos continentales, son considerados zonas muy productivas y parecen conformar hábitats particularmente óptimos para el desarrollo de los rotíferos, especialmente en lo que a riqueza de especies se refiere (Segers *y col.*, 1993; Arora y Mehra, 2003; Sharma y Sharma, 2012). Entre las contribuciones a la fauna de rotíferos del país, en las que se incluye este tipo de ambientes, se encuentran las realizadas por Michelangelli *y col.* (1980), Vásquez (1984), Medina y Vásquez (1988), Saunders y Lewis (1988), Vásquez y Rey (1989; 1992; 1993), Vásquez *y col.* (1998), Zoppi *y col.* (1993), Pardo *y col.* (1994), López (1993), López y Ochoa (1994), Pardo (2003), Zoppi de Roa *y col.* (2009).

A pesar de la diversidad de los rotíferos y de su importancia en la dinámica trófica de los cuerpos de agua naturales y artificiales, su estudio en Venezuela ha sido subestimado, fundamentalmente por un factor común a escala mundial: existen muy pocos investigadores dedicados a este importante grupo zooplanctónico (Dumont, 1983; Wallace, 2002; Zoppi de Roa y Pardo, 2003; Segers, 2008). En nuestro país, aunque los estudios han incluido cuerpos de agua de cuatro de las seis cuencas hidrográficas que lo conforman (río Orinoco, Lago de Maracaibo, Mar Caribe y Lago de Valencia), pocos sitios dentro de cada una de ellas han sido abordados (ver Vásquez *y col.*, 1998).

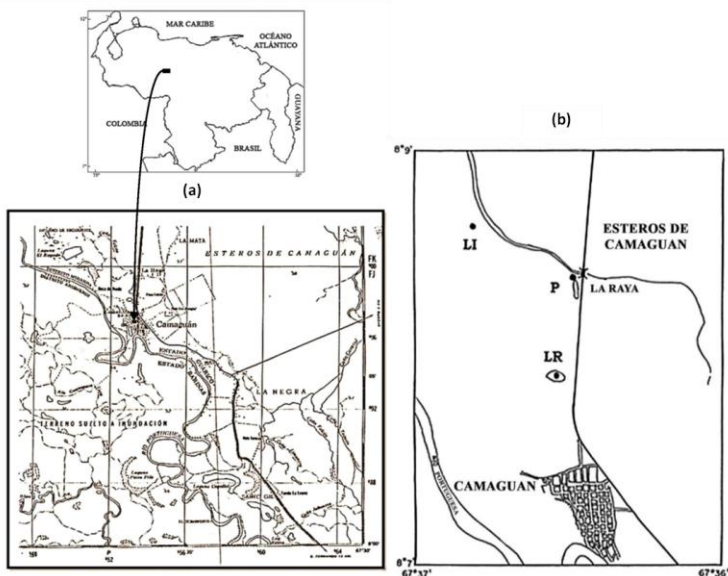
El propósito de la presente investigación fue realizar por primera vez un estudio comparativo de la riqueza y composición de las especies de rotíferos monogonontes presentes en el espejo de agua (zona libre de vegetación), de tres lagunas someras y cercanas entre sí, en los Esteros de Camaguán, área enmarcada en la cuenca del río Orinoco, en cuatro fechas diferentes tomando en cuenta el ciclo estacional de lluvia y sequía propio de los llanos venezolanos. Además, contribuir al conocimiento de la fauna de rotíferos de esta cuenca, la más extensa del país.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de Estudio.** Los Esteros de Camaguán (Municipio Miranda) se encuentran al Suroeste del estado Guárico y están situados geográficamente entre los 7°46' y 8°8'30" de latitud norte y entre los 67°15' y 67°37' de longitud oeste, a una altitud de 56 m.s.n.m. (Figura 1a). Abarcan una superficie aproximada de 19.300 ha y se originan como consecuencia de los derrames del río Portuguesa, al norte de su desembocadura en el río Apure (datos suministrados por el Museo de

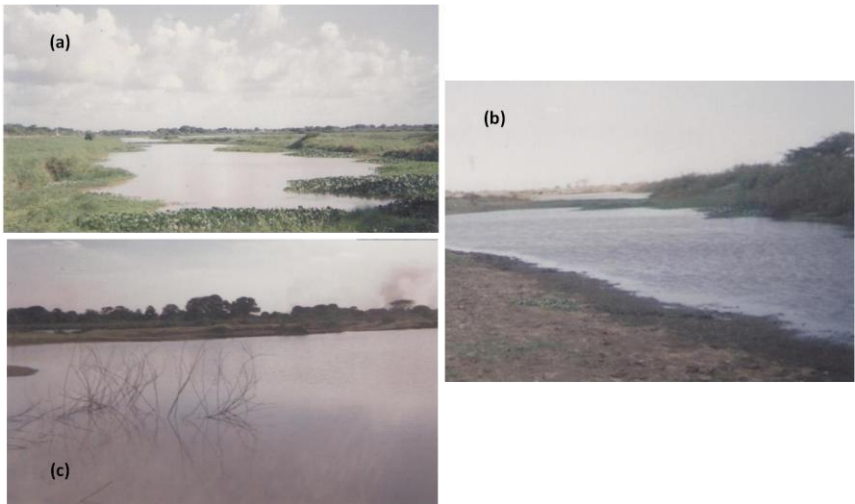
Biología de la Universidad Central de Venezuela). Los Esteros de Camaguán están enmarcados en la cuenca del río Orinoco y en el año 2000 fueron declarados “Reserva de Fauna” por el entonces Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (Utrera y Bianchi, 2002). La región presenta un régimen hidrológico anual biestacional característico de los llanos venezolanos, con un período seco de diciembre a abril y otro lluvioso que se extiende de mayo a noviembre. La media anual de precipitación es de 1.620 mm con valores máximos entre junio y agosto, y la de la temperatura es de 27°C con pequeñas variaciones durante el año. Los máximos y mínimos de temperatura se producen entre marzo y abril, meses de máxima evaporación, y en julio, respectivamente (datos suministrados por el Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea del Ministerio del Poder Popular para la Defensa).

La investigación se llevó a cabo en tres lagunas cercanas al pueblo de Camaguán, denominadas para este estudio “préstamo”, “laguna intermitente” y “laguna redonda” (Figura 1b) (datos tomados de Pardo, 2003). Poseen características típicas de cuerpos de agua tropicales de sistemas de inundación, pues se trata de lagunas pequeñas, someras (profundidad < 5m) y expuestas a fluctuaciones en su nivel de agua producto del ciclo estacional de lluvia y sequía. Se encuentran directamente afectadas por el desborde del caño Falcón y el río Portuguesa en época de lluvias máximas.



**Figura 1.** (a) Ubicación geográfica. (b) Ubicación regional de la zona de estudio. (P= “préstamo”; LI= “laguna intermitente”; LR= “laguna redonda”).

El “préstamo” es una laguna artificial rectangular permanente localizada en la entrada “La Raya”, paralela a la carretera principal y a una distancia de 2 Km del pueblo de Camaguán. Tiene un área constante aproximada de 12500 m<sup>2</sup> y profundidades (medidas en el centro de la laguna) entre 1,5 m en sequía y 4 m en lluvia. Posee una zona litoral bien definida con pendiente marcada y circundada completamente por macrofitas acuáticas abundantes, cuya composición fue variable durante el estudio. Entre las especies más constantes durante el estudio se pueden mencionar *Eichhornia crassipes*, *Marsilea polycarpa*, *Hymenachne amplexicaulis* y *Salvinia auriculata* (Figura 2a).



**Figura 2.** Lagunas estudiadas. (a) “préstamo”; (b) “laguna intermitente”; (c) “laguna redonda”.

La “laguna intermitente” está ubicada dentro del estero a 1,5 Km del “préstamo”. Esta laguna natural temporal es la más pequeña y somera de las tres estudiadas. Presentó un área máxima aproximada de 2710 m<sup>2</sup> y una profundidad máxima en la época de lluvia de 1,93 m llegando a secarse completamente en la época de máxima sequía. La zona litoral es de pendiente ligera con escasa vegetación acuática distribuida de forma heterogénea alrededor de la laguna en casi todas las épocas de muestreo. *H. amplexicaulis* fue la gramínea dominante (Figura 2b).

“Laguna redonda” es la más grande y profunda de las lagunas estudiadas ubicada a una distancia de 1,2 Km del pueblo y a 300 m de la carretera principal (Figura 2c). Es artificial y permanente, de forma redondeada a ovoide con un área aproximada de 27445 m<sup>2</sup> y profundidad mínima de 1,45 m en sequía y máxima de 5 m en lluvias. El

litoral de esta laguna se asemeja a la de “laguna intermitente”, con pendiente ligera y una composición y cobertura de macrofitas acuáticas escasa y muy heterogénea, siendo algunas de las especies vegetales más constantes *M. polycarpa* y *E. crassipes*.

**Metodología.** Las muestras utilizadas para este estudio se encontraban depositadas en el Laboratorio de Plancton del IZET y fueron colectadas por la primera autora entre los años 1996 y 1997. Las tres lagunas fueron visitadas una sola vez en cuatro fechas diferentes y en el orden siguiente: inicio de sequía (enero de 1996), inicio de lluvia (mayo de 1996), final de lluvia (octubre de 1996) y final de sequía (junio de 1997).

Para la toma de muestras se escogieron de forma aleatoria dos puntos relativamente equidistantes entre sí en la zona central de las lagunas, libre de vegetación, que en lo sucesivo se le denominará “espejo de agua”. Cuando la profundidad lo permitió, en las lagunas “préstamo”, “redonda” y sólo en lluvias en “intermitente”, se tomó una muestra por cada metro de profundidad en cada uno de los puntos seleccionados, desde el fondo hasta la superficie, usando botellas Van Dorn de 2 L de capacidad y se concentraron con mallas de 45  $\mu\text{m}$ . También se realizó un arrastre vertical, desde las cercanías del fondo hasta la superficie, en cada uno de los puntos escogidos del espejo de agua y un arrastre horizontal desde cada uno de éstos hasta la proximidad de un punto de la zona litoral con vegetación, escogido aleatoriamente, con redes de 65  $\mu\text{m}$ . Se evitó en lo posible la resuspensión de los sedimentos en la toma de las muestras cercanas al fondo. Todas las muestras se preservaron *in situ* con formol concentrado.

Las muestras fueron analizadas cualitativamente en su totalidad con la ayuda de una lupa Wild y el uso de cámaras Bogorov. La identificación de las especies se hizo a través de montajes temporales con glicerina o en medio Hoyer en láminas portaobjetos y se observaron bajo microscopio Wild con cámara clara y micrómetro incluidos. Para la identificación taxonómica de los rotíferos se consultaron, entre otros, los siguientes trabajos: Koste (1978), Koste y Shiel (1987 y 1990), Shiel y Koste (1992) y Segers (1995). Se utilizó el método propuesto por Segers (1992) para los nombres científicos de taxa de categorías sub- e infrasub-específicas, y se consultó a Segers (2012) para la actualización de los nombres científicos de las especies y sinonimias.

Ejemplares de todas las especies identificadas en este estudio se encuentran en láminas y/o en viales en el Laboratorio de Plancton del Instituto de Zoología y Ecología Tropical de la Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela.

Con el fin de estimar la similitud en la composición de especies de rotíferos entre lagunas y entre diferentes épocas de muestreo, se utilizó el Coeficiente de Comunidad de Jaccard (tomado de Shiel *y col.*, 1987):

$$CC = c/a+b-c$$

donde “a” es el número de especies en la muestra 1; “b” es el número de especies en la muestra 2 y “c” es el número de especies comunes a ambas muestras. Los valores fluctúan entre 0 (ninguna similitud faunística entre las muestras) y 1 (similitud faunística total). Se calculó el porcentaje de frecuencia de aparición de las especies presentes al menos una vez en las tres lagunas. % F.A.= (Número de veces que aparece la especie “i” en cada laguna en cada fecha de muestreo/Número total de muestreos) x 100. El número de muestreos es constante e igual a 11.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificó un total de 50 especies en el espejo de agua de las tres lagunas estudiadas (Tabla 1). Desde el punto de vista faunístico predominaron las especies de los géneros *Lecane* (26%), *Trichocerca* (12%) y *Brachionus* (10%). La mayor proporción de especies de los dos primeros géneros, de hábitos litorales, es indicativa de la influencia de las macrofitas acuáticas de la zona litoral en la composición de la rotíferofauna planctónica. El enriquecimiento con especies de hábitos preferentemente litorales en aguas abiertas, y *viceversa*, es un hecho recurrente en lagunas de inundación someras. De acuerdo a José de Paggi (1993), también pudiera indicar la existencia de un área ecotonal amplia entre las zonas de aguas abiertas y litoral con vegetación, la cual se mantiene gracias a la circulación del agua producto de la acción de los vientos.

Desde el punto de vista zoogeográfico, la taxocenosis consiste de especies cosmopolitas (65%), cosmotropicales (tropicopolitas y pantropicales) (26%) y endémicas del neotrópico (12%), proporciones que se corresponden con la tendencia zoogeográfica de la rotíferofauna registrada para nuestro país (Vásquez *y col.*, 1998; Zoppi de Roa y Pardo, 2003) y en general para la región neotropical (Paggi y José de Paggi, 1990; Rocha *y col.*, 1995; Segers *y col.*, 1998). Así mismo, el 33% de las especies identificadas tienen una distribución amplia en Venezuela. Sólo las especies *Brachionus mirus angustus*, *B. mirus reductus*, *Lecane proiecta*, *Macrochaetus collinsi*; *Polyarthra dolichoptera*, *Synchaeta stylata*, *Trichocerca braziliensis*, *T. elongata*, *T. tenuior* y *Trichotria tetractis* se encuentran restringidas a la cuenca del río Orinoco (Vásquez *y col.*, 1998).

**Tabla 1.** Lista de especies de rotíferos planctónicos registradas en las tres lagunas de los Esteros de Camaguán en las distintas fechas de muestreo. (P= “préstamo”; I= “laguna intermitente”; R= “laguna redonda”).

MORFOESPECIES	Inicio sequía	Inicio lluvia	Lluvia máx.	Final sequía
<i>Asplanchna sieboldi</i> (Leydig, 1854)		R		R
<i>Brachionus dolabratus</i> Harring, 1913	P			
<i>B. falcatus</i> Zacharias, 1898	P			
<i>B. mirus angustus</i> (Koste, 1972)				R
<i>B. mirus reductus</i> (Koste, 1972)	R			
<i>B. urceolaris</i> (O.F.M., 1773)		R		
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886)	P			P
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrb., 1832)	I			
<i>E. incisa</i> Carlin, 1939	P-I			
<i>Filinia longiseta</i> (EHRB., 1834)				R
<i>F.opoliensis</i> (Zacharias, 1891)	P-R	P		P-R
<i>F. terminalis</i> (Plate, 1886)	P			
<i>Hexarthra intermedia intermedia</i> Wiszniewski, 1929	P-R	P-R		P-R
<i>H. intermedia braziliensis</i> (Hauer, 1953)		P		
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943	P-R	P-R		P
<i>K. cochlearis</i> (Gosse, 1851)	P-R-I	R		
<i>K. lenzi</i> Hauer, 1954		P	R	
<i>K. tropica</i> (Apstein, 1907)	P	P		
<i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851)	R			
<i>L. closterocerca</i> (Schmarda, 1859)			P	
<i>L. comuta</i> (O.F.M., 1786)	P-R-I		P-R	P
<i>L. curvicornis</i> (Murray, 1913) f. <i>nitida</i> (Murray, 1913)	P	P		
<i>L. furcata</i> (Murray, 1913)	R			
<i>L. haliclysta</i> Harring & Myers, 1926	R			
<i>L. hamata</i> (Stokes, 1896)			P	
<i>L. hastata</i> (Murray, 1913)	R			
<i>L. papuana</i> (Murray, 1913)	P-I	P-I		
<i>L. proiecta</i> Hauer, 1956				R
<i>L. rhytida</i> Harring y Myers, 1926		I		
<i>L. signifera</i> (Jennigs, 1896) f. <i>ploenensis</i> (Voigt, 1902)		P		
<i>L. ungulata</i> (Gosse, 1887)			R	
<i>Lepadella ovalis</i> (O.F.M., 1786)	I			
<i>L. rhomboides</i> (Gosse, 1886) f. <i>imbricata</i> (Harring, 1914)				P
<i>Macrochaetus collinsi</i> (Gosse, 1887)	P			
<i>M. sericus</i> (Thorpe, 1893)	P			
<i>Plationus patulus</i> (O.F.M., 1786)	P			
<i>P. patulus</i> (O.F.M., 1786) f. <i>macracanthus</i> (Daday, 1905)	R		P-R	
<i>Platygias quadricornis brevispinus</i> (Daday, 1905)			P	
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	P	P	R	P-R
<i>P. remata</i> Skorokov, 1896	I	P	I-R	R
<i>P. vulgaris</i> Carlin, 1943	P-R-I	P	P-R	P-R
<i>Synchaeta stylata</i> Wierzejski, 1893			R	R
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	P-I		P	
<i>Trichocerca bicristata</i> (Gosse, 1887)	R			
<i>T. braziliensis</i> (Murray, 1913)	P		P	R
<i>T. elongata</i> (Gosse, 1886)				R
<i>T. pusilla</i> (Jennigs, 1903)				R
<i>T. similis grandis</i> (Hauer, 1965)			P-R	
<i>T. tenuior</i> (Gosse, 1886)	P-I		P	R
<i>Trichocerca</i> sp.	P			R
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrb., 1830)	P			



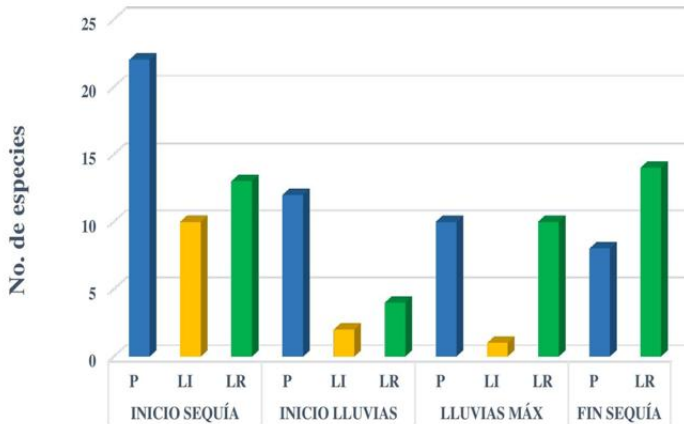
En forma independiente a la estacionalidad, las lagunas “préstamo” y “redonda”, las más grandes y profundas, albergaron el mayor número de especies, 32 y 28, respectivamente, durante todo el estudio. En contraste, “laguna intermitente” presentó un total de 11 especies, lo que se corresponde con sus características particulares, siendo la más pequeña, somera y única temporal entre las lagunas. Ciertamente, la riqueza total de especies planctónicas de “laguna intermitente” es el resultado de dos de los cuatro muestreos, ya que en la época de sequía estaba completamente seca y en la de máximas lluvias, el espejo de agua prácticamente desapareció debido al crecimiento muy denso de la gramínea *Hymenachne ampleuxicaulis*, la cual cubrió gran parte del área. Los resultados obtenidos se corresponden con lo documentado por Paggi (1980), el cual refiere que la proporción de especies planctónicas está directamente relacionado con la profundidad y con el tamaño de los cuerpos de agua.

Desde el punto de vista estacional, el muestreo correspondiente a inicios de sequía arrojó 33 especies, siendo el valor mayor registrado tomando en cuenta las tres lagunas. Éste puede ser considerado un período de “estabilidad” para los cuerpos de agua, separados unos de otros después de la fase de inundación y con suficiente agua y desarrollo denso de la vegetación marginal, la cual alberga una riqueza importante de especies de las cuales algunas de ellas incursionan en la zona libre de vegetación, como se mencionó anteriormente. Los otros tres muestreos produjeron valores similares en riqueza total de especies, 16 (inicio de lluvia), 15 (lluvias máximas) y 19 (final de sequía). Llama la atención que en los períodos de máxima sequía y de lluvia se hayan obtenido prácticamente el mismo número de especies y que el de lluvias sea el menor entre los valores registrados.

La Figura 3 muestra las variaciones temporales de la riqueza de especies en cada laguna. El muestreo correspondiente a la época de inicios de sequía, en la que las lagunas tenían suficiente agua y un litoral circundado por abundantes macrofitas acuáticas, resultó en una mayor riqueza de especies en el “préstamo” (22 especies) y en “laguna intermitente” (10 especies) y una riqueza muy parecida a la máxima obtenida en todos los muestreos realizados en “laguna redonda” (13 especies en esta época y 14 especies registradas a finales de sequía). En esta época, la rotiferafauna de las tres lagunas estuvo conformada por especies de géneros euplanctónicos y semiplanctónicos (*Brachionus*, *Filinia*, *Keratella*, *Hexarthra*, *Polyarthra*) enriquecida por especies de géneros de hábitos litorales (*Euchlanis*, *Lecane*, *Plationus*, *Testudinella*, *Trichocerca*).

El patrón en los otros muestreos es variable y particular para cada laguna. La diferencia en riqueza de especies en el “préstamo” entre las épocas de sequía (12 y 8 especies) y de lluvia (10 especies) es de sólo dos especies entre fechas de colecta. En los dos muestreos correspondientes

a sequía la taxocenosis estuvo dominada por especies de los géneros euplancónicos *Polyarthra*, *Keratella*, *Hexarthra* y *Filinia* con poca participación de especies de géneros litorales. Por el contrario, los géneros *Lecane* y *Trichocerca* principalmente, sumaron más especies a la riqueza en la época de lluvias siendo *Polyarthra vulgaris* la única especie euplancónica presente y, aunque en este estudio no se ofrecen datos de abundancia, es importante destacar que ésta fue la dominante en cuanto a número de individuos en esta época.



**Figura 3.** Riqueza de especies de rotíferos planctónicos en cada laguna y época de muestreo. (Se sigue el mismo orden en que fueron colectadas las muestras). (P= “préstamo”; LI= “laguna intermitente”; LR= “laguna redonda”).

“Laguna intermitente” presentó los menores valores de riqueza de especies en las épocas de sequía y de lluvia. En el primer caso, solamente dos especies del género *Lecane* fueron detectadas. En esta fecha la laguna tenía una profundidad de sólo 6 cm, con transparencia del 100% y crecimiento incipiente de la gramínea *H. ampleuricaulis* lo cual indica que la laguna se secó completamente durante los meses de sequía previos. En el muestreo de lluvias dominó completamente *Polyarthra remata* en un área libre de vegetación muy reducida debido al desarrollo abundante de *H. ampleuricaulis*, tal como se mencionó anteriormente. Por su parte, “laguna redonda” presentó un patrón particular y diferente. Si bien a inicios de lluvia se detectó la menor riqueza (4 especies), el muestreo correspondiente a fines de sequía presentó la mayor riqueza entre todos los muestreos (14 especies) realizados en esta laguna, con mayor representación de especies euplancónicas. La riqueza en lluvias fue de 10 especies y también, las especies euplancónicas estuvieron mejor representadas.

El patrón observado en estas lagunas, en las que la diferencia en el número de especies entre las épocas de máxima sequía y de lluvias es pequeña, no es comparable con los resultados obtenidos por una gran parte de los estudios realizados en cuerpos de agua de áreas de inundación. Es más frecuente encontrar en la literatura registros de una riqueza de especies mayor en épocas de inundación y menor en sequía tanto en el espejo de agua como en las zonas litorales de este tipo de cuerpos dulceacuícolas continentales. Los resultados se han relacionado con la liberación de nutrientes por descomposición de la vegetación terrestre y desarrollo de plantas acuáticas (Koste y Robertson, 1983; Vásquez, 1984; Samanez y Zambrano, 1995); el incremento espacial de la región litoral y del número de hábitats (Lansac-Tôha *y col.*, 1997); la incorporación de especies de hábitos litorales a la zona de aguas abiertas (Fernando, 1980; Carvalho, 1983; Hamilton *y col.*, 1990) y de fauna alóctona proveniente del desborde de los ríos e inundación de las lagunas adyacentes (Bonecker y Lansac-Tôha, 1996). Contrario a estos estudios, José de Paggi (1993) registró un incremento importante en riqueza de rotíferos en el espejo de agua, durante la época de sequía y una disminución durante la época de inundación en laguna El Tigre (río Paraná). Los resultados fueron relacionados con un efecto de dilución o concentración en la oferta alimentaria, disminución o aumento de la temperatura y aumento o disminución de la presencia de copépodos en las épocas de inundación y sequía, respectivamente. No existen evidencias sobre los mecanismos responsables de los resultados obtenidos en riqueza de especies en estas lagunas.

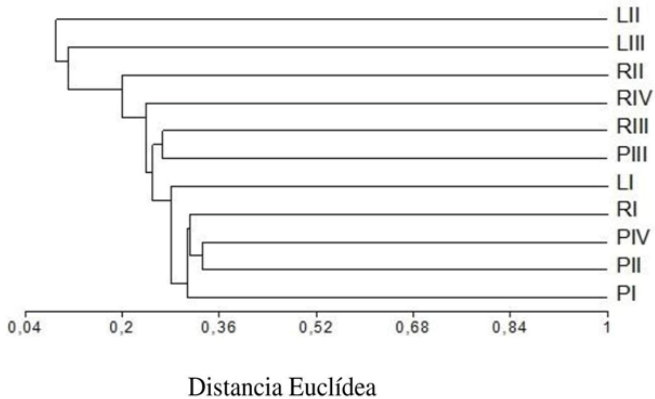
La composición de especies experimentó variaciones importantes entre lagunas y épocas de muestreo. Un número de especies pequeño se registró al menos una vez en las tres lagunas, por lo que se consideran características de los ambientes estudiados. Estas especies son: *Keratella cochlearis*, *Lecane cornuta*, *Polyarthra remata*, *P. vulgaris* y *Trichocerca tenuior* (Tabla 2). La proporción de especies constantes en cada laguna (% C  $\geq$  75, lo que equivale a ser detectadas en tres o los cuatro muestreos en una laguna), también resultó bastante baja. *Polyarthra vulgaris* fue la única especie constante común al “préstamo” (% C=100) y a “laguna redonda” (% C=75). Las otras fueron *Filinia opoliensis*, *Keratella americana*, *Lecane cornuta* y *Polyarthra dolichoptera* en el “préstamo” (% C= 75) y *Hexarthra intermedia intermedia* (% C=75) en “laguna redonda”. Estos resultados, con pocas especies constantes dentro de un cuerpo de agua entre muestreos se corresponden con los registrados por algunos autores, entre ellos, José de Paggi (1989), Vásquez y Rey (1992), Bonecker *y col.*, (1994), Vieira *y col.* (2005), entre otros. Vásquez y Rey (1992) encontraron una constancia de especies baja en el espejo de agua de cinco lagunas de inundación del río Orinoco, siendo las especies euplanctónicas las dominantes, como en este estudio.

**Tabla 2.** Especies características del área de estudio (%F.A.= Porcentaje de frecuencia de aparición).

<b>ESPECIES</b>	<b>% F.A.</b>
<i>Keratella cochlearis</i>	36
<i>Lecane cornuta</i>	55
<i>Polyarthra remata</i>	46
<i>Polyarthra vulgaris</i>	73
<i>Trichocerca tenuior</i>	36

Como consecuencia de las diferencias en la composición de especies, la similitud faunística, medida a través del Coeficiente de Jaccard, resultó en valores muy bajos en todas las comparaciones (Figura 4). Los porcentajes de similitud faunística más altos obtenidos (33%) corresponden al “préstamo” en las épocas de inicios de lluvia y final de sequía (ambas consideradas épocas secas), las cuales forman un agrupamiento con la rotíferofauna de esa misma laguna en la época de inicios de sequía con un porcentaje de 31%. El resto de las comparaciones de composición faunística, entre épocas de muestreo y entre lagunas, resultaron en valores de similitud inferiores al 30% indicando comunidades planctónicas muy distintas y particulares para cada laguna en cada época de muestreo y confirma que son muy pocas las especies comunes entre lagunas y fechas de colecta. Los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por diversos autores, los cuales pueden o no ser independientes de la intensidad de los muestreos, del tamaño y tipo de cuerpo de agua y de la distancia entre ellos (ver José de Paggi, 1989; 1993; 2004; Vásquez y Rey, 1992; Vieira *y col.*, 2005, entre otros). Las diferencias en composición de especies se han atribuido a la influencia de factores locales como depredación, competencia, disponibilidad de alimento, heterogeneidad ambiental, segregación espacial y temporal y, muy especialmente, a fluctuaciones en el ciclo hidrológico (Vásquez y Rey, 1992; Samanez y Zambrano, 1995; Lansac-Tôha *y col.*, 1997; Vieira *y col.*, 2005; José de Paggi y Paggi, 2007). Este enfoque, tal como refieren Jenkins y Buikema (1998), asume que sólo los procesos locales influyen en la estructuración de la composición de las comunidades acuáticas y deja de lado la importancia que los procesos regionales de dispersión pueden ejercer sobre las mismas.

Los rotíferos Monogononta poseen mecanismos reproductivos que en teoría les permiten dispersarse “fácilmente” en forma pasiva a través de la producción de huevos de resistencia (Nogrady *y col.*, 1993; De Meester *y col.*, 2002) y muchas de sus especies realmente son cosmopolitas (Segers, 2008). Sin embargo, el grado alto de endemismo de especies en las regiones neotropical y australiana (Segers, 2008), así como la existencia de evidencias fuertes de niveles de flujo genético reducidos entre poblaciones cercanas en organismos con aparentes tasas altas de dispersión, se han convertido en una paradoja en estudios de diversidad de los rotíferos y otros organismos del zooplancton (De Meester *y col.*, 2002).



**Figura 4.** Valores de Similitud Faunística (Coeficiente de Jaccard) entre lagunas y fechas de muestreo. P= “préstamo”; L= “laguna intermitente”; R= “laguna redonda”. I= inicios de sequía; II= inicios de lluvia; III= lluvias máximas; IV= final de sequía.

De acuerdo a la “Hipótesis de Monopolización” (De Meester *y col.*, 2002), en organismos con partenogénesis cíclica como los rotíferos Monogononta, la estructuración de las comunidades es producto del desarrollo de grandes bancos de huevos de resistencia originados por los primeros colonizadores (inmigrantes) y de la adaptación local rápida. La combinación de ambos procesos resulta en la monopolización de los recursos y el aumento de los efectos de prioridad, es decir, de los efectos residuales de la historia de colonización previa (Jenkins y Buikema, 1998), reduciendo el impacto de nuevos inmigrantes. Estos últimos autores demostraron que, si bien no todos las especies del zooplancton se dispersan con la misma facilidad, los rotíferos pueden colonizar más rápidamente nuevos ambientes que otros organismos.

Las diferencias encontradas en composición de especies entre fechas de muestreo durante el presente estudio, indican una persistencia baja de la mayoría de las especies, evidenciada por la presencia alta de especies accidentales entre muestreos y una presencia muy baja de especies constantes, especialmente en las lagunas “intermitente” y “redonda”. “Laguna intermitente” es una laguna pequeña y efímera lo que explicaría una composición de especies diferente cuando las condiciones hidrológicas imponen cambios más drásticos en las condiciones físicas y biológicas y es probable que esté bajo control regional, con procesos continuos y frecuentes de recolonización. Por el contrario, “laguna redonda” es la más grande y profunda de las tres, el espejo de agua es bastante amplio y mantiene agua durante todo el año. Es probable que los efectos de “monopolización de los recursos” se encuentren en estado inicial y por tanto, la estructuración de

estas comunidades también se encuentre bajo el control regional más que de los procesos locales. En el caso del “préstamo”, con mayor proporción de especies constantes, los procesos locales y regionales parecieran estar actuando de manera diferente. Una alternativa es que las especies colonizadoras no sean lo suficientemente “influyentes” (p.e. competidoras dominantes) para impedir la invasión de nuevas especies, o como también señalan Jenkins y Buikema (1998), especies dominantes invasoras pueden cambiar en cualquier momento los efectos de prioridad en la colonización. En cualquiera de los casos, cada laguna parece tener una historia de colonización propia reflejada en una composición y riqueza particulares.

Las muestras utilizadas en esta investigación fueron colectadas con la finalidad de realizar un levantamiento de la rotíferofauna planctónica de lagunas de los Esteros de Camaguán. Los muestreos fueron puntuales en tiempo, colectados en sólo cuatro visitas a cada laguna, por lo que los resultados obtenidos pueden no ser concluyentes. Sin embargo, ponen de manifiesto la importancia y la necesidad de diseñar estrategias de muestreo que puedan ayudar a comprobar la hipótesis planteada haciéndose mayor énfasis en los procesos regionales. Ello indudablemente contribuirá a entender cómo se establecen las comunidades de rotíferos en ambientes fluctuantes como los de las áreas de inundación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Las autoras desean expresar sus agradecimientos a la Dra. Elizabeth Gordon y al Dr. Rubén Torres por la lectura crítica del manuscrito y sus comentarios valiosos. A dos árbitros anónimos por sus observaciones y sugerencias las cuales también contribuyeron a mejorar la calidad del manuscrito. Esta investigación forma parte del Proyecto de Investigación PI-03-00-69932007 financiado por el CDCH.

## **LITERATURA CITADA**

- Arndt, H. 1993. Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates). *Hydrobiologia* 255/256:231-246.
- Arora, J. y N.K. Mehra. 2003. Species diversity of planktonic and epiphytic rotifers in the backwaters of the Delhi segment of the Yamuna River, with remarks on new records from India. *Zoological Studies* 42(2):239-247.
- Bonecker, C.C. y F.A. Lansac-Tóha. 1996. Community structure of rotifers in two environments of the upper River Paraná floodplain (MS)-Brazil. *Hydrobiologia* 325:137-150.
- Carvalho, M.L. 1983. Efeitos da flutuação do nível da água sobre a densidade e composição do zooplâncton em um lago de várzea da Amazônia, Brasil. *Acta Amazonica* 13:715-724.

- De Meester, L., A. Gómez, B. Okamura y K. Schwenk. 2002. The Monopolization Hypothesis and the dispersal-gene flow paradox in aquatic organisms. *Acta Oecologica* 23:121-135.
- Dumont, H.J. 1983. Biogeography of rotifers. *Hydrobiologia* 104:19-30.
- Fernando, C.H. 1980. The freshwater zooplankton of Sri Lanka, with a discussion of tropical freshwater zooplankton composition. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 65:85-125.
- Green, J. 1972. Freshwater ecology in the Mato Grosso. III. Associations of Rotifera in meander lakes of the Rio Suiá Missú. *J. Nat. Hist.* 6:229-241.
- Green, J. 1993. Diversity and dominance in planktonic rotifers. *Hydrobiologia* 255/256:345-352.
- Hamilton, S.K., S.J. Sippel, W.M. Lewis, Jr. y J.F. Saunders, III. 1990. Zooplankton abundance and evidence for its reduction by macrophyte mats in two Orinoco floodplain lakes. *J. Plank. Res.* 12:345-363.
- Jenkins, D.G. y A.L. Buikema, Jr. 1998. Do similar communities develop in similar sites? A test with zooplankton structure and function. *Ecol. Monogr.* 68(3):421-443.
- José de Paggi, S. 1989. Rotíferos de algunas provincias del Noroeste argentino. *Rev. Hydrobiol. trop.* 22(3):223-238.
- José de Paggi, S. 1993. Composition and seasonality of planktonic rotifers in limnetic and littoral regions of a floodplain lake (Paraná river system). *Rev. Hydrobiol. trop.* 26:53-63.
- José de Paggi, S. 2004. Diversidad de rotíferos Monogononta del litoral fluvial argentino. *Insugeo. Miscelánea* 12:185-194.
- José de Paggi, S y J.C. Paggi. 2007. Zooplankton. En: *The Middle Paraná River: Lymnology of a Subtropical Wetland* (M.H. Iriondo, J.C. Paggi, and M.J. Parma, Eds.). Cap. 9:229-249 pp.
- Koste, W. 1978. *Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Ein Bestimmungswerk berg. Von M. Voigt. Überordnung Monogononta.* Berlin, Stuttgart 2263 pp.
- Koste, W. y B. Robertson. 1983. Taxonomic studies of the Rotifera (Phylum Aschelminthes) from a central Amazonian várzea lake, Lago Camaleao (Ihla de Marchantaria, Rio Solimoes, Amazona, Brazil. *Amazoniana* 8:225-254.
- Koste, W. y R.J. Shiel. 1987. Rotifera from Australian Inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). *Invert. Taxon.* 7:949-1021.
- Koste, W. y R.J. Shiel. 1990. Rotifera from Australian Inland waters. V. Lecanidae (Rotifera: Monogononta). *Trans. R. Soc. S. Aust.* 114:1-36.
- Lansac-Tôha, F.A., C.C. Bonecker; L.F. Machado Velho y A. Fonseca Lima. 1997. Composição, distribuição e abundância da comunidade zooplanctônica. En: *A planície de inundação do alto rio Paraná: Aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos* (A.E.A.M. Vazzoler; A.A. Agostinho y N.S. Hahn. Universidade Estadual de Maringá, Ed.). Cap. II.2:118-155.
- López, C. 1993. Nuevos rotíferos para aguas continentales de Venezuela. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 26:65-70.
- López, C. y E. Ochoa 1994. Algunos rotíferos de la Península de Paraguaná, Venezuela. *Acta Cient. Venez.* 45:1-4.
- Medina, M. y E. Vásquez. 1988. Estudio de los rotíferos de una laguna de inundación de aguas negras del Rio Caroní, Venezuela. *Mem. Soc. Ciencias Nat. La Salle* 130:105-119.
- Michelangelli, F., E. Zoppi de Roa y R. Pourriot. 1980. Rotíferos de las sabanas inundables. Edo. Apure, Venezuela. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 13(1-2):47-59.

- Nogrady, T., R.L. Wallace y T. Snell. 1993. Rotifera. Biology, Ecology and Systematics. En: *Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World* (H.J. Dumont, Ed.), SPB Academic Publisher bv, The Hague, The Netherlands. Cap. 4. 145 pp.
- Paggi, J.C. 1980. Campaña limnológica Keratella I en el río Paraná medio (Argentina). Zooplankton de ambientes leníticos. *Ecologia* 4:77-88.
- Paggi, J.C. y S. José de Paggi. 1990. Zooplankton de ambientes lóticos e lénticos do Rio Paraná Médio. *Acta Limnol. Brasil* 3:685-719.
- Pardo, M.J. 2003. *Rotíferos de la Clase Monogononta planctónicos y perifíticos de la zona litoral de tres lagunas inundables de los Esteros de Camaguán, Estado Guárico*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. 384 pp.
- Pardo, M.J., E. Zoppi de Roa y W. Vásquez. 1994. Estudio preliminar sobre la composición del zooplankton de la región sureste del Estado Guárico, Venezuela. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 54:109-121.
- Rocha, O., S. Sendacz y T. Matsumura-Tundisi. 1995. Composition, biomass and productivity of zooplankton in natural lakes and reservoirs of Brazil. En: *Limnology in Brazil* (J.G. Tundisi; C.E.M. Bicudo y T. Matsumura-Tundisi, Eds.). Río de Janeiro: ABC/SBL. 384 pp.
- Samanez, I. y F. Zambrano. 1995. Observaciones sobre la diversidad y algunas características ecológicas del plancton en el Departamento de Madre de Dios. *Perú. Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 51:1-10.
- Saunders, J.F. y W.M. Lewis, Jr. 1988. Zooplankton abundance in the Caura River, Venezuela. *Biotropica* 20:206-214.
- Segers, H. 1992. Taxonomy and Zoogeography on the rotifer fauna of Madagascar and the Comoros. *J. Afr. Zool.* 106:351-361.
- Segers, H. 1995. Rotifera. Lecanidae (Monogononta). En: *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world* 6. SPB Academic Publisher bv, The Hague, The Netherlands. 226 pp.
- Segers, H. 2008. Global diversity of rotifers (Rotifera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:49-59.
- Segers, H., 2012. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera) with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa* 1564:1-104. Publicación Electrónica: <http://fada.biodiversity.be/CheckLists/Rotifera.pdf>.
- Segers, H., C.S. Nwadiaro y H.J. Dumont 1993. Rotifera of some lakes in the floodplain of the River Niger (Imo State, Nigeria). II Faunal composition and diversity. *Hydrobiologia* 250:63-71.
- Segers, H., N.L. Ferrufino y L. De Meester. 1998. Diversity and zoogeography of Rotifera (Monogononta) in a flood plain lake of the Ichilo River, Bolivia, with notes on little-known species. *Int. Rev. Hydrobiol.* 83:439-448.
- Sharma, B.K. y S. Sharma. 2012. Diversity of zooplankton in a tropical floodplain lake of the Brahmaputra river basin, Assam (Northeast India). *Opusc. Zool. Budapest* 43(2):187-195.
- Shiel, R.J. y W. Koste. 1992. Rotifera from Australian Inland waters. VIII. Trichocercidae (Monogononta). *Trans. R. Soc. S. Aust.* 116:1-27.
- Shiel, R.J., C.J. Merrick y G.G. Ganf. 1987. The Rotifera of impoundments in Southeastern Australia. *Hydrobiologia* 147:23-29.
- Shurin, J. B. 2000. Dispersal limitation, invasion resistance, and the structure of pond zooplankton communities. *Ecology* 81(11):074-3086.
- Utrera, A. y G. Bianchi. 2002. *Evaluación de la Fauna Silvestre de los Llanos Occidentales*. FUDENA. Caracas, Venezuela.



- Vásquez, E. 1984. Estudio de las comunidades de rotíferos del Orinoco medio, bajo Caroní y algunas lagunas de inundación (Venezuela). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle* 121. 44:95-108.
- Vásquez, E. y J. Rey. 1989. A longitudinal study of zooplankton along the Lower Orinoco River and its Delta (Venezuela). *Annl. Limnol.* 25:107-120.
- Vásquez, E. y J. Rey. 1992. Composition, abundance and biomass of zooplankton in Orinoco floodplains lakes, Venezuela. *Annl. Limnol.* 28:3-18.
- Vásquez, E. y J. Rey. 1993. Rotifer and cladoceran zooplankton assemblages in lakes on the Orinoco River floodplain (Venezuela). *Verh. Internat. Limnol.* 25:912-917.
- Vásquez, E., M.J. Pardo, E. Zoppi de Roa y C. López. 1998. Rotifer fauna from Venezuela. *Amazoniana* 15(1/2):11-24.
- Vieira, L.C.G., G. Sousa M. y L.M. Bini. 2005. Estabilidade e persistencia de assembléias zooplanctônicas em um pequeno lago tropical. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá* 27(4):323-328.
- Wallace, R.L. 2002. Rotifers: Exquisite Metazoans. *Integ. and Comp. Biol.* 42:600-667.
- Zoppi de Roa, E. y M.J. Pardo. 2003. Filo Rotifera. En: *Biodiversidad en Venezuela* (M. Aguilera, A. Azócar y E. González J., Eds.). Publicación Fonacit-Fundación Polar. Vol. 1. Cap. 13. Pp. 242-253.
- Zoppi de Roa, E., M.J. Pardo y W. Vásquez. 1993. Nuevas adiciones a la fauna de rotíferos de Venezuela. *Rev. Hydrobiol. trop.* 26:165-173.
- Zoppi de Roa, E., M. Palacios-Cáceres y M.J. Pardo, 1998. Zooplankton as dietary components of small fish species in a flooded savanna of Venezuela. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26:1359-1363.
- Zoppi de Roa, E., E. Gordon, F. González y E. Montiel. 2009. Plancton y vegetación de una sabana inundable en Mantecal (Estado Apure, Venezuela). *Acta Biol. Venez.* 29(1-2):69-83.