

# Estudios sobre el zooplancton de los embalses de Venezuela: Estado actual y recomendaciones para futuras investigaciones

Carlos López<sup>1\*</sup>, Mariela Villalobos<sup>1</sup> y Ernesto González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Apartado 526. Maracaibo 4001-A, Venezuela.

<sup>2</sup>Laboratorio de Limnología, Instituto de Biología Experimental, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Apartado 47106. Caracas 1041, Venezuela.

Recibido: 07-06-2000 Aceptado: 13-03-2001

## Resumen

En el presente trabajo se revisa la situación actual de los estudios sobre el zooplancton de los embalses de Venezuela. De alrededor de un centenar de embalses que existen en el país, sólo se cuenta con algún tipo de información sobre aspectos de la taxonomía o ecología del zooplancton en 20 embalses. Entre estos, el nivel de información disponible es muy desigual en cuanto a su profundidad y continuidad. La lista de taxones recolectados en la zona limnética de los embalses estudiados comprende un total de 58 rotíferos, 10 cladóceros y 11 copépodos. Los taxones más frecuentes son: *Keratella americana*, *K. tropica*, *Brachionus falcatus*, *Platyias patulus*, *Polyarthra vulgaris*, *Moina micrura*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Diaphanosoma spinulosum* y *Thermocyclops decipiens*. Por lo general, en la mayor parte del año, los copépodos constituyen el grupo más abundante y representan la mayor proporción de la biomasa. Parámetros fundamentales para la estimación de la producción secundaria como la duración del desarrollo embrionario o de otros estadios del ciclo de vida, la biomasa, la relación entre el peso seco y la longitud del cuerpo, así como las interacciones tróficas con los niveles inferiores o superiores han sido pobremente estudiados. En función de la escasez y disparidad de la información y datos disponibles, se identificaron los principales problemas existentes y se proponen sus respectivas recomendaciones de solución en investigaciones futuras.

**Palabras clave:** Embalses; limnología; Venezuela; zooplancton.

## Studies on zooplankton from Venezuelan reservoirs: Actual status and recommendations for future researchs

### Abstract

The actual status of studies on zooplankton from Venezuelan reservoirs is revised. We have found information about some ecology or taxonomy aspects only in twenty reservoirs of a total of one hundred. The list of collected taxa in limnetic zone of reservoirs is composed by 58 rotifers, 10 cladocerans, and 11 copepods. The most frequent taxa are *Keratella americana*, *K. tropica*, *Brachionus falcatus*, *Platyias patulus*, *Polyarthra vulgaris*, *Moina micrura*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Diaphanosoma spinulosum* y *Thermocyclops decipiens*. Generally, the copepods are

\* Autor para la correspondencia. E-mail: carluz@luz.ve

dominant zooplankton group in numbers and biomass throughout the year. Basic parameters to estimate secondary productivity as development times of eggs or another instars, relationship between body size and dry weight and trophic interactions have been studied poorly. We identified the existing problems and made some recommendations for future developments of researches.

**Key words:** Limnology; reservoirs; Venezuela; zooplankton.

## Introducción

El zooplankton constituye un conjunto de comunidades animales que representan un eslabón clave en la trama trófica de los sistemas acuáticos lénticos y marinos. Particularmente en los sistemas embalsados, la información sobre el zooplankton constituye una herramienta importante en el análisis del funcionamiento del sistema y en el establecimiento de pautas de manejo y usos.

El conocimiento sobre el zooplankton de los embalses venezolanos se inició con el trabajo de Kiefer (1), producto del material recolectado por F. Gessner en el embalse La Mariposa (Distrito Capital), durante la célebre expedición limnológica alemana a Venezuela. Posteriormente, Herbst (2, 3) describió dos nuevas especies del género *Diaphanosoma* en muestras procedentes del embalse Lagartijo (Estado Miranda), e Infante (4) publicó un informe sobre la composición y variaciones estacionales del zooplankton de este mismo embalse. Desde entonces, los datos disponibles sobre los embalses del país han aumentado paulatinamente por lo que se cuenta con información valiosa que hasta ahora no ha sido organizada ni analizada con miras a establecer los patrones generales que exhibe el zooplankton en nuestros embalses.

## Métodos

Con el propósito de establecer la situación actual de los estudios sobre el zooplankton de los embalses de Venezuela, organizar la lista de taxones citados y delinear algunos problemas y recomendaciones para el desarrollo futuro de las investigaciones se revisó la literatura sobre ecología y taxono-

mía del zooplankton de los embalses del país. Esta comprende alrededor de 35 trabajos, los cuales en su mayoría son informes técnicos para organismos gubernamentales nacionales o internacionales, o tesis de grado de las universidades nacionales, los cuales son de una limitada divulgación y en muchos casos de difícil acceso (5-36).

En varios trabajos se ha estudiado la heterogeneidad espacial horizontal (4, 9, 12, 16, 17, 20, 34). Sin embargo, con el propósito de aumentar la homogeneidad de la información disponible, la discusión de los aspectos relacionados con el zooplankton en el presente trabajo, se concentra en la zona de aguas abiertas cercanas al muro de contención.

## Embalses estudiados

De alrededor de un centenar de embalses que existen en el país (37), sólo se cuenta con algún tipo de información sobre aspectos de la taxonomía o ecología del zooplankton en 20 embalses. Las características generales de estos embalses de muestran en la Tabla 1.

El nivel de información disponible sobre el zooplankton de los embalses estudiados es muy desigual en cuanto a su profundidad y continuidad. Mientras que en algunos embalses como Barrancas, Cruz Verde, El Isiro, Masparro y Zuata, sólo se tienen datos muy puntuales sobre las especies presentes de algún grupo taxonómico del zooplankton. En otros embalses, como Lagartijo y Socuy se han realizado estudios muchos más diversos y completos sobre distintos aspectos de la ecología de los organismos zooplanctónicos.

Tabla 1

Características generales de los embalses del país de los cuales se dispone de información taxonómica y/o ecológica del zooplancton

Embalse	Estado	Ubicación astronómica	Año de llenado	Altitud (msnm)	Referencias sobre el zooplancton
Agua Fría	Trujillo	10° 21' N; 67° 09' W	1973	1720	(10, 11, 59)
Barrancas	Falcón	10 ° 40' N; 70 ° 53' W		160	López (datos no publicados)
Burro Negro	Zulia	10° 15' N; 71° 03' W	1960	49	17, 34
Camatagua	Aragua	9° 50' N; 67° 00' W	1963	302	13, 25
Cruz Verde	Falcón	12° 00' N; 70° 00' W	1977	102	López (datos no publicados)
Cumaripa	Yaracuy	10° 05' N; 68° 51' W	1971	202	9
El Isiro	Falcón	11° 21' N; 64° 11' W	1989	89	López (datos no publicados)
El Andino	Anzoátegui	9° 34' N; 64° 11' W	1978	43	(27, 32, 57)
El Cují	Anzoátegui	9° 37' N; 65° 14' W	1981	32	27
Guanapito	Guárico	9° 00' N; 66° 25' W	1963	420	(25, 58)
Guri	Bolívar	6° 88' N; 63° 41' W	1968	270	13, 43
Lagartijo	Miranda	10° 10' N; 66 ° 41' W	1962	188	(4, 12, 20, 27, 52)
La Mariposa	Dtto. Federal	10° 24' N; 66° 33' W	1949	980	(1, 16)
Macagua II	Bolívar		1986		(14)
Masparro	Barinas		1978		(26)
Socuy	Zulia	10° 15' N; 72° 15' W	1978	54	(15, 21, 23, 24, 28-31, 36, 38, 50, 51, 55)
Tulé	Zulia	10° 53' N; 72° 15' W	1967	34	(18, 33)
Tamanaco	Guárico	9° 28' N; 63° 03' W	1966	137	(60)
Uribante Caparo	Táchira	7° 55' N; 71° 45' W	1986	1000	(19)
Zuata	Aragua	10° 12' N; 67° 23' W	1942	508	(13)

Los números de las referencias se corresponden con las citadas en el texto.

## Resultados y Discusión

### Composición y abundancia del zooplancton

La mayor parte de los trabajos realizados en las comunidades zooplanctónicas de los embalses de Venezuela son esencialmente estudios de descripción de la estructura de las comunidades y sus variaciones temporales y espaciales. Con la excepción de Infante (4) en el embalse Lagartijo que abarcó varios años de muestreo, la mayoría de los trabajos comprenden solamente períodos de lluvia y sequía (9, 21, 24, 34) y en algunos casos un ciclo anual (25, 27, 33).

**Rotíferos:** La lista de rotíferos recolectados en la zona limnética de los embalses estudiados comprende un total de 58 taxones pertenecientes a 19 géneros (4, 9, 16, 18, 21, 27, 34, 35, 38) (Tabla 2). Estos taxones representan alrededor del 21 % del total de taxones de la fauna de rotíferos de Venezuela (39).

La lista está constituida por formas tanto euplancónicas como béntico-perifíticas y litorales (40), y en su mayor parte está conformada por taxones de distribución geográfica amplia. Únicamente, *Brachionus dolabratus* Harring, *B. falcatus* Zacharias y *Filinia longiseta saltator* (Gosse) son taxones endémicos del Neotrópico (39).

Los géneros *Lecane* (15 taxones) y *Brachionus* (8 taxones) son los más diversos. Esta tendencia es compartida con otros ambientes acuáticos del país (39) y es explicada por el incremento en la diversidad de estos dos géneros hacia las regiones tropicales (41, 42).

Los taxones más frecuentes son: *Keratella americana* Carlin, *K. tropica* (Apstein), *Brachionus falcatus* Zacharias, *Platyias patulus* (O.F.M.) y *Polyarthra vulgaris* Carlin. Con la excepción de *K. tropica*, estos taxones se encuentran entre los más comunes en las aguas continentales del país (39). Los géneros *Brachionus* y *Keratella* suelen ser típicamente,

dominantes en los cuerpos de agua tropicales (41).

La abundancia total de los rotíferos en los embalses de Venezuela varía en las magnitudes de  $1-10^2$  individuos/litro (4, 20, 21, 25, 27, 34), pudiéndose encontrar, como en el caso del embalse Cumaripa, valores entre  $10^1-10^3$  individuos/litro (9). Los valores máximos de abundancia, generalmente ocurren durante (9, 25, 27) o poco después del período de lluvias (4, 34) (Figura 1). En estas épocas, los rotíferos pueden llegar a ser dominantes, como consecuencia de los efectos que la entrada de nutrientes produce en la disponibilidad de fitoplancton y bacterias.

**Cladóceros:** De la zona limnética de los embalses estudiados se tiene una lista conformada por 10 especies pertenecientes a 5 géneros (4, 9, 12, 16, 17, 24, 43) (Tabla 3). Estas especies comprenden: *Diaphanosoma dentatum* Herbst, *D. spinulosum* Herbst y *Daphnia gessneri* Herbst que son endémicas de la región Neotropical (44, 45), y *Bosmina tubicen* Brehm, *Diaphanosoma birgei* Korinek, y *D. brevireme* Sars que están restringidas en su distribución al continente americano (45, 46).

El género *Diaphanosoma* con 5 especies es el más diversificado en los embalses de Venezuela. Este resultado concuerda con las observaciones de Korovchinsky (45, 47), que resaltan una mayor diversidad del género *Diaphanosoma* en los trópicos, y la revisión de Sendacz (48), que destaca un alto endemismo de este género en la Región Neotropical.

De los taxones señalados para los embalses venezolanos, algunos de los registros requieren de revisión. Probablemente, algunas citas de *Diaphanosoma brachyurum* Lieven correspondan más bien a *D. birgei* Korinek (8). *Moina micrura* Kurz puede estar siendo confundida con otras especies presentes en América del Sur, y aún no está completamente claro si las especies *Daphnia laevis* Birge y *D. gessneri* constituyen una única especie (44).

Tabla 2  
Lista de rotíferos recolectados en la zona limnética de algunos embalses de Venezuela

Taxones	AG <sup>16</sup>	BN <sup>34</sup>	CA <sup>25</sup>	CU <sup>8</sup>	CV <sup>26</sup>	EA <sup>27</sup>	EC <sup>27</sup>	GU <sup>27</sup>	LA <sup>4,25</sup>	LM <sup>16</sup>	MS <sup>26</sup>	SO <sup>21, 28</sup>	TU <sup>18</sup>
<i>Anuraeopsis coelata</i> (De Beauchamp)													
<i>A. fissa</i> (Gosse)												+	
<i>A. navicula</i> (Rousselet)										+		+	
<i>Ascomorpha saltans</i> Bartsh													
<i>Asplanchna sieboldi</i> (Leydig)												+	
<i>Brachionus angularis</i> (Gosse)				+		+				+		+	+
<i>B. calcyflorus</i> Pallas						+	+	+	+			+	+
<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday							+					+	
<i>B. dolabratus</i> Harring		+		+		+	+					+	+
<i>B. falcatus</i> Zacharias		+	+	+		+	+		+		+	+	+
<i>B. havanaensis</i> Rousselet		+			+		+	+	+			+	+
<i>B. quadridentatus</i> (Daday)									+			+	
<i>B. urceolaris</i> (O.F.M.)									+				
<i>Conochiloides dossuarius</i>									+				
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Hauer)												+	
<i>Epiphanes macrourus</i> (Barrois & Daday)												+	+
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrb)												+	+
<i>F. longiseta saltator</i> (Gosse)												+	
<i>F. opoliensis</i> (Zacharias)												+	
<i>F. pejleri</i> Hutchinson												+	+

Tabla 2 (Continuación)

Taxones	AG <sup>16</sup>	BN <sup>34</sup>	CA <sup>25</sup>	CU <sup>9</sup>	CV <sup>38</sup>	EA <sup>27</sup>	EC <sup>27</sup>	GU <sup>27</sup>	LA <sup>4,25</sup>	LM <sup>16</sup>	MS <sup>26</sup>	SO <sup>21, 26</sup>	TU <sup>18</sup>
<i>Hexarthra intermedia</i> Wiszniewski	+		+			+		+	+		+		
<i>H. intermedia Braziliensis</i> (Hauer)										+		+	
<i>Keratella americana</i> Carlin		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. cochlearis</i> (Gosse)	+			+					+	+	+	+	+
<i>K. procurva</i> (Thorpe)										+			
<i>K. tropica</i> (Apstein)					+	+	+			+	+	+	+
<i>K. quadrata</i> Muller											+		
<i>Lecane aeganea</i> Harring					+								
<i>L. bulla</i> (Gosse)				+	+						+	+	+
<i>L. cornuta</i> Muller				+								+	+
<i>L. crepida</i> Harring					+							+	+
<i>L. hamata</i> Stockes												+	
<i>L. inopinata</i> Harring & Myers											+		
<i>L. luna</i> O.F.M												+	+
<i>L. leontina</i> (Turner)													+
<i>L. pyriformis</i> (Daday)												+	
<i>L. papuana</i> (Murray)												+	+
<i>L. quadridentata</i> (Ehrb)												+	+
<i>L. scutata</i> Harring & Myers													
<i>L. signifera</i> F. pleonensis (Voigt)													

Zooplankton de los embalses venezolanos

Tabla 2 (Continuación)

Taxones	AG <sup>16</sup>	BN <sup>24</sup>	CA <sup>25</sup>	CU <sup>9</sup>	CV <sup>38</sup>	EA <sup>27</sup>	EC <sup>27</sup>	GU <sup>27</sup>	LA <sup>4,25</sup>	LM <sup>16</sup>	MS <sup>26</sup>	SO <sup>21,26</sup>	TU <sup>16</sup>
<i>L. thalera</i> (Harring & Myers)									+				
<i>L. unguolata</i> (Gosse)					+								
<i>Lepadella patella</i> (O.F.M.)									+				
<i>L. ovalis</i> (O.F.M.)													
<i>Macrochaetus sericus</i> (Thorpe)													+
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrb)													+
<i>Platyonus patulus</i> (O.F.M.)		+	+	+		+			+		+		+
<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrb)		+		+					+				+
<i>P. quadricornis brevispina</i> (Daday)													
<i>Polyarthra euryptera</i> (Wierzejski)				+									
<i>P. remata</i> (Skorikov)						+		+					
<i>P. vulgaris</i> (Carlin)	+	+		+	+				+	+	+		+
<i>Testudinella patina</i> (Hermann)												+	
<i>T. patina dendraena</i> (De Beauchamp)												+	
<i>Thrichocerca pusilla</i> (Lauteborn)									+			+	
<i>T. ruttneri</i> (Donner)				+									
<i>T. similis</i> (Wierzejski)		+		+	+	+						+	
<i>T. similis grandis</i> (Haver)													+

Sólo se incluyeron taxones identificados a nivel de especie. Abreviaturas: AG = Agua Fría. BN = Burro Negro. CA = Camatagua. CU = Cumaripa. CV = Cruz Verde. EA = El Andino. EC = El Cují. GU = Guanapito. LA = Lagartijo. LM = La Mariposa. MS = Masparro. SO = Socuy. TU = Tulé.

Tabla 3  
Lista de cladóceros recolectados en la zona limnética de algunos embalses de Venezuela

Especies	AG <sup>16</sup>	BR*	BN <sup>17</sup>	CA <sup>25</sup>	CU <sup>9</sup>	EA <sup>27</sup>	EC <sup>27</sup>	GU <sup>25</sup>	GR <sup>9</sup>	IS*	LA <sup>4,12,25</sup>	LM <sup>16</sup>	SO <sup>24</sup>	TU <sup>33</sup>
<i>Ceriodaphnia cornuta</i> Sars		+	+		+	+		+		+	+	+	+	+
<i>Bosmina tubicen</i> Brehm		+											+	+
<i>Daphnia gessneri</i> Herbst								+						
<i>D. leavis</i> Birge	+													
<i>Diaphanosoma brevireme</i> Sars													+	
<i>D. dentatum</i> Herbst											+			
<i>D. birgei</i> Korinek		+									+			
<i>D. brachyurum</i> Lieven					+						+			
<i>D. spinulosum</i> Herbst		+								+	+		+	
<i>Moina micrura</i> Kurz		+	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+

Sólo se incluyeron taxones identificados a nivel de especie. Los números se corresponden con las referencias citadas en el texto. \* López, datos no publicados. Abreviaturas: AG = Agua Fria. BR = Barrancas. BN = Burro Negro. CA = Camatagua. CU = Cumaripa. EA = El Andino. EC = El Cují. GU = Guanapito. GR = Guri. IS = El Isiro. LA = Lagartijo. LM = La Mariposa. SO = Socuy. TU = Tulé.



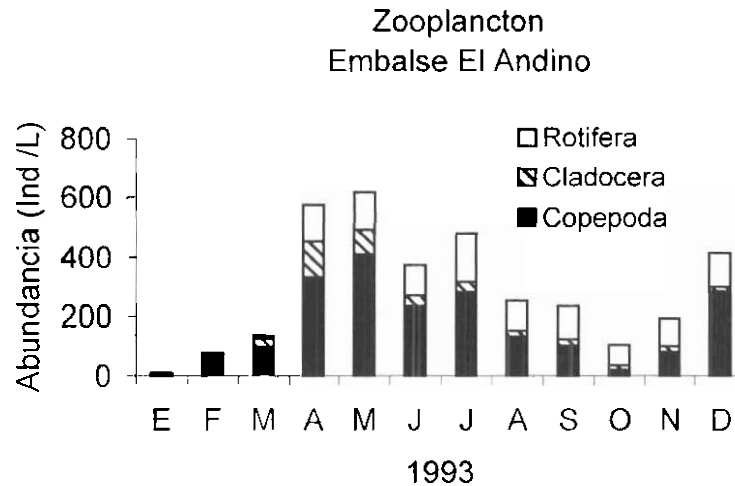


Figura 1. Variaciones temporales de la abundancia del zooplankton del embalse El Andino (57)

Los taxones más frecuentes son *M. micrura*, *C. cornuta*, y *D. spinulosum*. En los embalses mesotróficos a eutróficos de las zonas bajas se encuentra una asociación típica de especies pequeñas, conformada por *C. cornuta*, *M. micrura* y una o varias especies del género *Daphanosoma* (4, 9, 17, 24, 25, 27). En los embalses oligotróficos de alta montaña (10, 11, 26), se suelen encontrar especies de géneros de mayor tamaño como *Daphnia* y *Simocephalus*. En Guri, un embalse de aguas negras (en el sentido de Sioli), se encuentra únicamente una especie de *Daphnia*.

La abundancia de los cladóceros generalmente se encuentra en las magnitudes de  $1-10^2$  individuos/litro (4, 10, 17, 20, 24, 25, 27), pudiéndose encontrar valores máximos cercanos a  $10^3$  individuos/litro (9). Como en el caso de los rotíferos, los máximos generalmente están asociados al periodo lluvioso, cuando inclusive el grupo de los cladóceros puede llegar a ser dominante (17, 25) (Figura 1).

**Copépodos:** En la zona limnética de los embalses estudiados se tiene una lista de 11 especies repartidas en 7 géneros (4, 12, 13, 16, 24, 25, 27, 33) (Tabla 4). De estas especies, únicamente *Macrocyclops albidus* Herbst tiene distribución cosmopolita, el

resto de las especies citadas son endémicas del Neotrópico (13, 49).

Los géneros *Notodiaptomus* (4 especies) entre los calanoides y *Thermocyclops* (2 especies) entre los ciclopoideos, son los más diversificados. El género *Notodiaptomus* es endémico de América del Sur, y comprende el mayor número de especies de calanoides del Neotrópico (48). Por su parte, el género *Thermocyclops* es característico del zooplankton dulceacuícola tropical y en el continente americano está representado por unas nueve especies (49).

*Thermocyclops decipiens* Kiefer es la especie más común en los embalses estudiados. De acuerdo con Reid (49), *T. decipiens* tiende a ser una especie dominante en las comunidades de crustáceos planctónicos de embalses mesotróficos a eutróficos en la Región Neotropical.

Con la excepción del Embalse Guri, la asociación de uno o dos ciclopoideos y un calanoide parece ser la más frecuente en los embalses venezolanos (13, 24, 25, 27, 33).

Por lo general, la mayor parte del año, los copépodos constituyen el grupo más abundante en los embalses de Venezuela (Figura 1). La abundancia total de los copépodos se encuentra entre  $1-10^2$  indivi-

Tabla 4  
Lista de especies de copépodos calanoides y ciclopoideos de la zona limnética de algunos embalses de Venezuela

Especie	AG <sup>16</sup>	BN <sup>17</sup>	CA <sup>13, 25</sup>	GA <sup>13</sup>	GR <sup>13</sup>	GU <sup>25</sup>	LA <sup>25, 4, 12</sup>	LM <sup>16</sup>	SO <sup>24</sup>	TU <sup>33</sup>	ZU <sup>13</sup>
Orden Calanoida											
<i>Prionodiptomus colombiensis</i> (Thiébaud)											
<i>Notodiptomus cearencis</i> (Wright)											
<i>N. henseni</i>					+	+	+				
<i>N. kieferi</i> Brandorff					+						
<i>N. maracaibensis</i> Kiefer									+	+	
Orden Cyclopoidea											
<i>Mesocyclops brasiliensis</i> Kiefer	+									+	+
<i>Microcyclops anceps</i> Richard											+
<i>Macrocyclus albidus</i> Herbst											
<i>Metacyclus brauni</i> Herbst	+										
<i>Thermocyclops decipiens</i> Kiefer						+	+	+	+	+	
<i>T. minutus</i> Lowndes					+				+		

Sólo se incluyeron taxones identificados a nivel de especie. Los números se corresponden con las referencias citadas en el texto. Abreviaturas: AG = Agua Fría. BN = Burro Negro. CA = Camatagua. GA = Guárico. GR = Guri. GU = Guanapito. LA = Lagartijo. LM = La Mariposa. SO = Socuy. TU = Tulé. ZU = Zuata.

duos/litro en todos los embalses estudiados (4, 9, 17, 20, 24, 25, 27).

**Otros organismos recolectados en el zooplancton:** La presencia de larvas de *Chaoborus* (Insecta: Diptera) se ha señalado en muchos de los embalses en los que se han realizado estudios del zooplancton (4, 9, 17, 25, 27). Sólo en el embalse Lagartijo (6, 7) y en el embalse Socuy (31, 50, 51) se han realizado estudios detallados sobre la ecología de este díptero.

De acuerdo con Seather (7), las especies de *Chaoborus* del embalse Lagartijo son *C. brasiliensis* (Theob) y *C. magnificus* Lane. La especie del embalse Socuy, aún no ha sido identificada pero no se corresponde con ninguna de las dos especies descritas por Seather (51).

Además de las larvas de *Chaoborus*, la presencia de los protozoarios: *Trichodina pediculus* y *Vorticella* sp (27); ácaros de las especies: *Arrenurus expansiformis* y *Hydrodroma* sp. (4), y de especies no identificadas (15, 19); medusas de la especie *Craspedacusta sowerbyi* (25, 52), y ostrácodos (4, 15, 27) también se ha señalado en algunos embalses venezolanos.

### Producción del zooplancton

Únicamente, en los embalses Socuy (24), Lagartijo (52), Infante y col. (27) y La Mariposa (35), se tienen datos de la biomasa como peso seco de los organismos zooplanc-tónicos. Generalmente, los copépodos suelen representar la mayor proporción de la biomasa, siendo seguidos de los cladóceros y por último los rotíferos (24, 25). En estos trabajos se han utilizado las relaciones de Dumont y col. (53) y Botrell y col. (54) y mediciones directas del peso seco. Con la excepción de las larvas de *Chaoborus* del embalse Socuy (55), no se conoce la relación entre el tamaño del cuerpo y el peso seco para las poblaciones zooplanc-tónicas de los embalses de Venezuela.

Otros parámetros fundamentales para la estimación de la producción secundaria

como la duración del desarrollo embrionario u otros estadios del ciclo de vida, sólo se conocen para los cladóceros: *Daphnia laevis* y *Simocephalus vetulus* de la zona limnética, y *Simocephalus latirostris* de la zona litoral del embalse Agua Fria (10, 56), los copépodos limnéticos *Notodiptomus maracaibensis* y *Thermocyclops minutus* del embalse Socuy (36), y las larvas planctónicas de *Chaoborus* de este mismo embalse (31). Del mismo modo, solamente se tienen valores de las tasas de respiración en las larvas de *Chaoborus* de los embalses Lagartijo (5) y Socuy (50, 51).

De esta forma, las estimaciones de la producción secundaria del zooplancton de los embalses de Venezuela se reducen solamente a las larvas de *Chaoborus* en el Embalse Socuy (31).

### Interacciones ecológicas

**Zooplancton y niveles tróficos inferiores:** Las interacciones del zooplancton con los niveles tróficos inferiores se han estudiado fundamentalmente mediante la comparación de las variaciones temporales de las poblaciones de fitoplancton y zooplancton (4, 9, 23, 25). En los pocos embalses donde se han analizado los hábitos alimentarios del zooplancton (9, 11, 32), parecen delinarse dos tendencias interesantes: en los embalses mesotróficos a eutróficos, el material particulado (fragmentos de algas, materia orgánica en descomposición y partículas minerales) y probablemente las bacterias asociadas, constituyen la fuente de alimento fundamental para el zooplancton (22, 57) (Figura 2). Las diatomeas cuando están disponibles, representan el grupo fitoplanctónico más importante en la dieta (57). En los embalses menos productivos, el zooplancton consume prácticamente todas las especies fitoplanctónicas presentes (11).

Desde el punto de vista experimental, se tienen dos experiencias en microcosmos que evaluaron *in situ*, el efecto del pastoreo del zooplancton sobre la comunidad fitoplanctónica de los embalses.

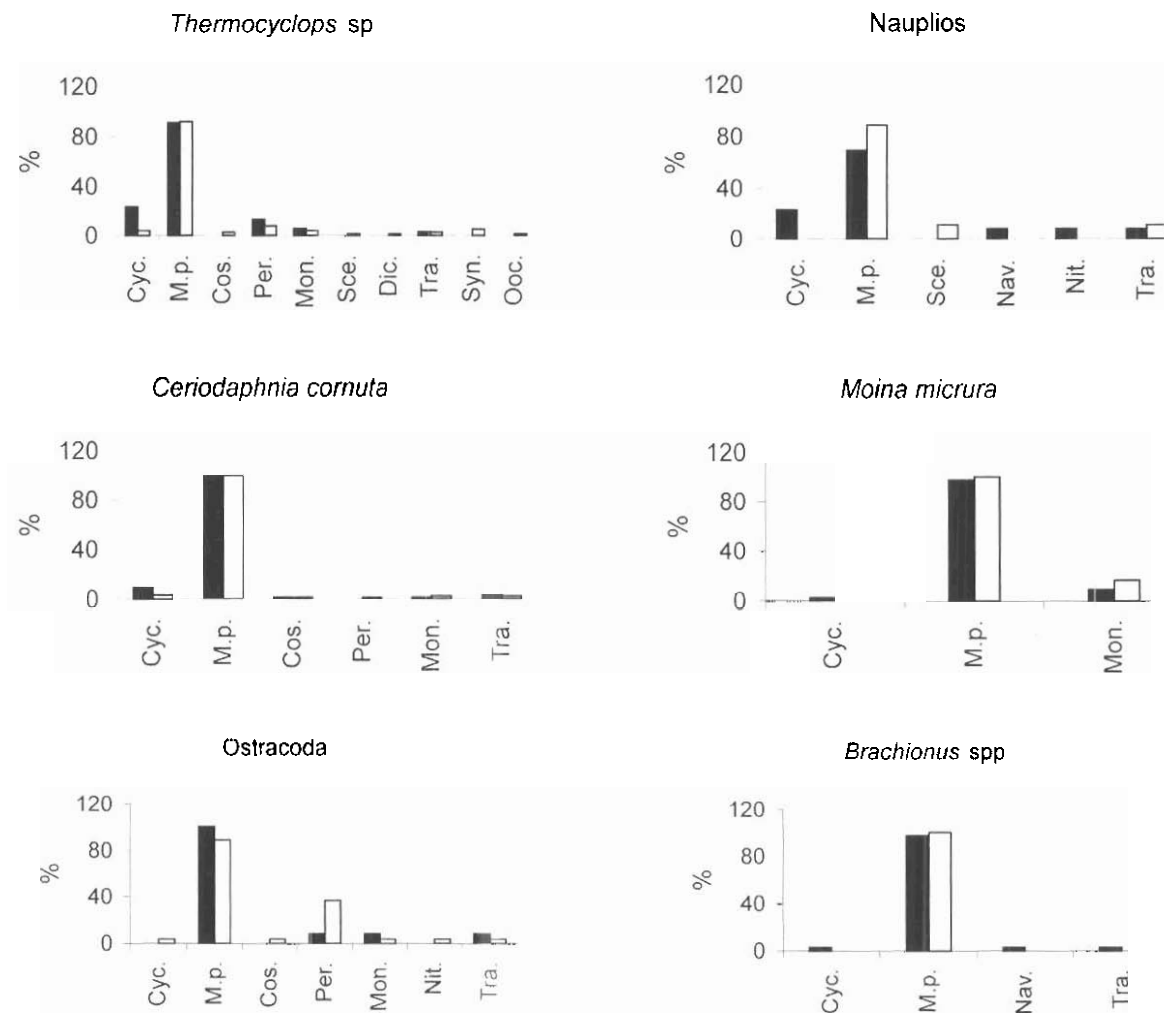


Figura 2. Recursos alimentarios ingeridos por los taxones más comunes del zooplankton del embalse El Andino (57). (Recuadros negros = época de sequía; Recuadros blancos = época de lluvias; Cyc = Cyclotella; Nav = Navícula; Nit = Nitzschia; Cos = Cosmarium; Dic = Dictyosphaerium; Mon = Monoraphidium; Ooc = Oocystis; Sce = Scenedesmus; Per = Peridinium; Syn = Synechococcus; Tra = Trachelomonas; M.P. = material particulado.

Oliveira (22) en el embalse Lagartijo, evaluó el impacto de dos fracciones de tamaño de zooplankton sobre el fitoplancton en microcosmos de 0,5 litros, y encontró que ninguna de estas fracciones limitaron, vía herbivoría, al fitoplancton. El efecto del zooplankton sobre el fitoplancton se evidenció únicamente en algunas especies de microalgas.

González (32) cuantificó los efectos del enriquecimiento y del pastoreo del zooplankton sobre la comunidad fitoplanctónica del embalse El Andino en microcosmos de 10 litros. Este autor encontró que a pesar de la alta mortalidad del zooplankton detectada en los experimentos, el zooplankton afectó la comunidad del fitoplancton a través de la re-

Tabla 5  
Especies ícticas y componentes del zooplancton encontrados en la dieta de poblaciones de peces de algunos embalses de Venezuela

Espece íctica	Componentes del Zooplancton	Embalse
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>	Cladóceros Copépodos <i>Chaoborus</i> spp	Tamanaco (60)
<i>Aphyocharax alburnus</i>	Copépodos	Guanapito (25)
<i>Astyanax metae</i>	<i>Chaoborus</i> spp.	Tamanaco (60)
<i>Bryconops jacopinii</i>	Cladóceros	Guanapito (25)
<i>Caquetaia kraussii</i>	<i>Chaoborus</i> spp.	Camatagua (25) Lagartijo (25) El Andino (27) El Cují (27)
<i>Cichla orinocensis</i>	Copépodos	Camatagua (25) Guanapito (25)
<i>Cichla temensis</i>	Copépodos Cladóceros	Camatagua (25) Guanapito (25) Tamanaco (60)
<i>Geophagus surinamensis</i>	Cladóceros Ostrácodos	Camatagua (25) Lagartijo (25) Guanapito (25) Tamanaco (60)
<i>Metynnis hypsauchen</i>	Cladóceros Copépodos	Camatagua (25)
<i>Metynnis lippicottianus</i>	Cladóceros Copépodos <i>Chaoborus</i> spp.	Tamanaco (60)
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	<i>Chaoborus</i> spp.	Tamanaco (60)
<i>Roeboides dayi</i>	Cladóceros Copépodos <i>Chaoborus</i> spp.	El Andino (27) El Cují (27)
<i>Salmo gairdnerii</i>	Cladóceros Ostrácodos	Agua Fria (59)

Los números se corresponden con las referencias citadas en el texto.

generación de nutrientes (principalmente el fósforo). Al final de los experimentos, en los microcosmos en los que el zooplancton estuvo presente, se encontró una concentración de fósforo ligeramente mayor y una biomasa fitoplanctónica mayor que en los microcosmos sin zooplancton.

#### Zooplancton y peces depredadores:

En los embalses del país donde se han estudiado los hábitos alimentarios de los peces, se ha encontrado que el zooplancton es parte importante de la dieta de alevines y de varias especies pequeñas (25, 27, 58-60) (Tabla 5).

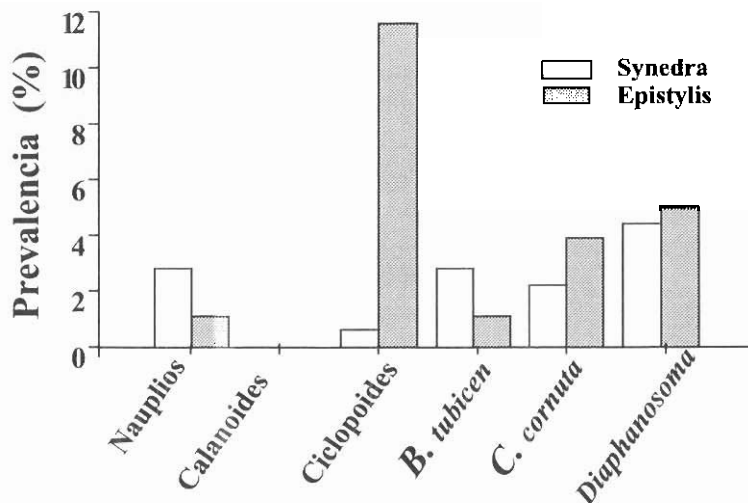


Figura 3. Prevalencia de los epibiontes sobre los crustáceos zooplanctónicos del embalse Tulé (33).

Sin embargo, hasta el presente, solo se tiene el trabajo preliminar de Ortaz y col. (61) en el cual se estudiaron en limnocorales *in situ*, los efectos de la depredación de individuos de *Roeboidea dayi* sobre la comunidad del zooplankton del embalse La Mariposa. En estos experimentos de siete días de duración, la presencia de peces a densidades similares a las encontradas e la naturaleza generó una disminución en la abundancia total del zooplankton y una variación en la importancia relativa de los distintos grupos del zooplankton que favoreció a los rotíferos sobre los copépodos y cladóceros. La presencia de esta especie zooplanctófaga, además generó un aumento en las concentraciones de clorofila a, de fósforo total y de nitrógeno total en los ambientes experimentales.

**Zooplankton y depredadores invertebrados:** En el caso de los depredadores invertebrados como las larvas de *Chaoborus*; los adultos de los copépodos ciclopoideos de los géneros *Thermocyclops* y *Mesocyclops*, los rotíferos de los géneros *Asplanchna* y *Trichocerca* y los ácaros, no se conoce la dieta, ni mucho menos el impacto de depredación que ejercen sobre la comunidad del zooplankton.

**Otras interacciones:** Otros tipos de interacciones como la epibiosis y el parasi-

tismo, son igualmente poco conocidas en el zooplankton de los embalses. López y col. (33) en el embalse Tulé, estudiaron la comunidad de epibiontes sobre los crustáceos zooplanctónicos. Únicamente un protozooario ciliado (*Epistylis* sp) y una diatomea pennada (*Synedra* sp) fueron epibiontes frecuentes. Sin embargo, los niveles de prevalencia y carga fueron bajos. *Epistylis* sp mostró una mayor prevalencia en los copépodos ciclopoideos como sustrato, mientras que *Synedra* sp exhibió su mayor prevalencia en *Diaphanosoma*. Ambos epibiontes estuvieron ausentes en los copépodos calanoideos (Figura 3).

### Recomendaciones

En función de la escasez y disparidad de la información y datos disponibles, se identificaron los siguientes problemas y se proponen sus respectivas recomendaciones de solución para el desarrollo de futuras investigaciones:

1. Existen grandes vacíos de información en relación con la composición taxonómica, variaciones espacio-temporales y factores reguladores asociados. Por lo que se hace necesario:

- Realizar inventarios taxonómicos extensivos que abarquen una gran canti-

dad de embalses no estudiados. Estos estudios deberán utilizar los mismos procedimientos metodológicos de recolección y preservación y similares criterios de identificación taxonómica. Un esfuerzo particular deberá realizarse para resolver los problemas de identificación asociados con las especies de los géneros: *Daphnia*, *Moina*, *Diaphanosoma* y *Mesocyclops*.

- Ejecutar estudios intensivos en embalses que representen la tipología de los embalses del país, con el propósito de complementar la información que se tiene sobre los ciclos estacionales, el efecto de la heterogeneidad horizontal, y generar información sobre el papel de factores reguladores típicamente asociados a los embalses, como el nivel del agua, el tiempo de retención y la turbidez.

2. Se tienen muy pocos datos sobre las tasas de desarrollo, pesos corporales, ciclos de vida y ecología bioenergética de las especies que componen el zooplancton. Sin estos datos es imposible obtener buenas estimaciones de la biomasa y producción secundaria y en consecuencia no se pueden cuantificar las interacciones tróficas y el flujo energético. En tal sentido se recomienda:

Determinar la duración del desarrollo embrionario y post-embrionario, y las tasas de respiración, asimilación y excreción a distintas temperaturas en las especies más frecuentes de los embalses (*Keratella americana*, *K. tropica*, *Brachionus falcatus*, *Platyias patutus*, *Polyarthra vulgaris*, *Ceriodaphnia cornuta*, *Moina micrura* y *Thermocyclops decipiens*).

Establecer las relaciones entre el peso corporal y la longitud del cuerpo en las principales especies para poder tener estimaciones apropiadas de la biomasa.

3. Se conoce muy poco sobre las interacciones del zooplancton con otros componentes de la comunidad pelágica. Se hace necesario:

Desarrollar estudios de campo y experimentales que permitan establecer el papel de la depredación por peces, depredación por invertebrados, la herbivoría, bacterioplancton como alimento, y de la epibiosis y parasitismo en la dinámica y organización del zooplancton.

### Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento a A. Infante, O. Infante y M. Ortaz, por facilitarnos sus datos e información no publicada. CL agradece al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico por el financiamiento a los proyectos VAC-2829-97 y VAC-1535-98, y a la División de Investigación de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia, por el apoyo brindado.

### Referencias Bibliográficas

1. KIEFER F. *Ergebn Deutsch Limnol Venezuela-Exped 1952* 1: 233-268, 1956.
2. HERBST H. *Gew Abw* 40: 7-11, 1968.
3. HERBST H. *Gew Abw* 58: 147-150, 1976.
4. INFANTE A. Estudio limnológico del Embalse Lagartijo, Estado Miranda, Venezuela. IV. Composición y variaciones estacionales del zooplancton del Embalse de Lagartijo, Estado Miranda (Informe al Instituto Nacional de Obras Sanitarias), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 82, 1976.
5. ALVAREZ H. Consumo de oxígeno bajo diferentes condiciones experimentales de laboratorio, en larvas y pupas de *Chaoborus* sp en el Embalse de Lagartijo (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 48, 1971.

6. CRESSA C. Distribución vertical de la población de *Chaoborus* sp en el Embalse de Lagartijo (Estado Miranda) y su variación estacional (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 48, 1971.
7. SAETHER O. *Acta Biol Venez* 9: 195-212, 1976.
8. KORINEK V. *Can J Zool* 59: 1115-1121, 1980.
9. CARRUYO L. Estudio de la distribución horizontal y vertical del zooplankton del Embalse Cumaripa en el Estado Yaracuy y su relación con algunos parámetros ambientales (Tesis de Licenciatura), Universidad Simón Bolívar, Caracas (Venezuela), pp. 144, 1983.
10. CALVO A. Estudio de la dinámica poblacional de los cladóceros (*Daphnia laevis* y *Simocephalus vetulus*) en el Embalse de Agua Fria (Estado Miranda) (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 126, 1984.
11. GÓMEZ E. Aspectos de la dieta natural del zooplankton en el embalse de Agua Fria (Edo. Miranda) (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 126, 1984.
12. CORASPE Z. Migraciones verticales diarias de algunas especies del zooplankton en el embalse Lagartijo (Edo. Miranda) (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 118, 1985.
13. DUSSART B. *Hydrobiologia* 113: 15-23, 1984.
14. VÁSQUEZ E. *Mem. Soc Ciencias Nat La Salle* 44: 108-129, 1984.
15. LÓPEZ C. Composición, abundancia y distribución de las comunidades zooplancónicas del Embalse de Manuelote, (Río Socuy, Estado Zulia, Venezuela) (Tesis de Licenciatura), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), pp. 174, 1986.
16. LÓPEZ E. Estudio sistemático del plancton de los embalses de Agua Fria (Estado Miranda) y La Mariposa (Distrito Federal) (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 119, 1987.
17. MORALES N. Identificación, distribución, migraciones y cuantificación del zooplankton del Embalse de Burro Negro, Edo. Zulia (Tesis de Licenciatura), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), pp. 118, 1988.
18. DÍAZ W., CASTELLANO N. *Ciencia* 5: 43-72, 1988.
19. SIERRA N. *Mem Soc de Cien Nat La Salle* 48: 41-54, 1988.
20. CASTILLO M. Estudio de la distribución horizontal del zooplankton en el Embalse de Lagartijo. Edo. Miranda (Tesis de Licenciatura), Universidad Simón Bolívar, Caracas (Venezuela), pp. 122, 1991.
21. LÓPEZ C. *Bol Centro Inv Biol* 25: 1-23, 1991.
22. OLIVEIRA M. Influencia de la depredación por zooplankton sobre la composición de una comunidad planctónica (Tesis de Licenciatura) Universidad Simón Bolívar, Caracas (Venezuela), pp. 107, 1992.
23. LÓPEZ C. *Verh Inter Ver Limnol* 25: 2329-2332, 1994.
24. LÓPEZ C., BELLO C. *Ecotrópicos* 6: 30-42, 1993.
25. INFANTE A., INFANTE O., VEGAS T., RIEHL W. Proyecto Multinacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe final: I Etapa (Embalses Camatagua, Guanapito y Lagartijo, Venezuela y Las Canoas, Nicaragua), Universidad Central de Venezuela y Organización de los Estados Americanos, Caracas (Venezuela), pp. 61, 1993.
26. ZOPPI DE ROA E., PARDO M., VÁSQUEZ W. *Rev Hydrobiol trop* 26: 165-173, 1993.
27. INFANTE A., INFANTE O., GONZÁLEZ E. Proyecto Multinacional del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Informe final: II Etapa (Embalses El Andino y El Cují, Venezuela), Universidad Central de Venezuela y Organización de los Estados Americanos, Caracas (Venezuela), pp. 60, 1995.



28. LÓPEZ C., OCHOA E. *Rev Biol Trop* 43: 189-193, 1995.
29. OCHOA E. Fecundidad y esfuerzo reproductivo en las poblaciones de copépodos planctónicos de los embalses Tulé y Manuelote, Estado Zulia, Venezuela (Tesis de Licenciatura), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), pp. 105, 1995.
30. THEIS S. Fecundidad y esfuerzo reproductivo de los cladóceros planctónicos del Embalse de Manuelote, Estado Zulia (Tesis de Licenciatura), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), pp. 52, 1995.
31. LÓPEZ C., CRESSA C. *Arch Hydrobiol* 136: 421-431, 1996.
32. GONZÁLEZ E. Interacciones fitoplancton-zooplancton en condiciones naturales y experimentales en un embalse de la cuenca del río Unare (Embalse El Andino, Edo. Anzoátegui) (Tesis de Doctorado), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 155, 1996.
33. LÓPEZ C., OCHOA E., PÁEZ R., THEIS S. *Mar Freshw Res* 49: 271-276, 1998.
34. MORALES N., LÓPEZ C. *Bol Centro Inv Biol* 31: 107-124, 1998.
35. MENDOZA J. Variaciones en la abundancia del plancton y de las bacterias en el embalse La Mariposa (Distrito Federal, Venezuela) (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas, (Venezuela), pp. 47, 1999.
36. VILLALOBOS M. Efecto de la temperatura en la duración del desarrollo embrionario de los copépodos planctónicos *Thermocyclops minutus* Kiefer y *Notodiptomus maracaibensis* Lowndes del Embalse Socuy (Tesis de Licenciatura), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), pp. 82, 2000.
37. CRESSA C., VÁSQUEZ E., ZOPPI DE ROA E., RINCÓN J., LÓPEZ C. *Interciencia* 18: 237-248, 1993.
38. LÓPEZ C., OCHOA E. *Act Cient Ven* 45: 214-217, 1994.
39. VÁSQUEZ E., PARDO M.J., ZOPPI DE ROA E., LÓPEZ C. *Amazoniana* 15: 11-24, 1998.
40. NOGRADY T., GREEN J., KOSTE W., PEJLER B. *Rotifera. 1 Guides to the identification of macroinvertebrates of the continental waters of the world.* 4 (Eds. H. Dumont) SPB, Academic Publishing, The Neetherlands, pp. 142, 1993.
41. PEJLER B. *Arch Hydrobiol (Suppl)* 53: 255-306, 1977.
42. SEGERS H. *Rotifera. 2 The Lecanidae (Monogononta). Guides to the identification of macroinvertebrates of the continental waters of the world.* 6 (Eds. H. Dumont) SPB, Academic Publishing, The Neetherlands, pp. 226, 1995.
43. INFANTE A. *Hydrobiologia* 119: 81-82, 1984
44. FERNANDO C. H., PAGGI J., RAJAPAKSA R. *Memorias dell Instituto Italiano di Idrobiologia.* 45: 107-141, 1987.
45. KOROVCHINSKY N. *Sisidae & Holopedidae. Guides to the identification of macroinvertebrates of the continental waters of the world.* 3 (Eds. H. Dumont) SPB, Academic Publishing, The Neetherlands, pp. 82, 1992.
46. DEEVEY S., DEEVEY G. *Limnol Oceanogr* 16: 201-218, 1971.
47. KOROVCHINSKY N. *Hydrobiologia* 140: 243-253, 1986.
48. SENDACZ S. *Act Limnol Brasil* 4: 31-41, 1993.
49. REID J. *Hydrobiologia* 175: 149-174, 1989.
50. CORONA A. Determinación de las tasas de respiración de las larvas y pupas de *Chaoborus* (Insecta: Diptera) del Embalse Socuy, Venezuela (Tesis de Licenciatura), Universidad del Zulia, Maracaibo (Venezuela), pp. 70, 1994.
51. CORONA A., LÓPEZ C. *Int Rev Ges Hydrobiol* 82: 351-355, 1997.

52. INFANTE A., INFANTE O. *Int Revue Ges Hydrobiol* 79: 17-25, 1994.
53. DUMONT H., VAN DE VELDE I., DUMONT S. *Oecologia* 19: 75-91, 1975.
54. BOTRELL H., DUNCAN A., GLIWICZ Z., GRYGIEREK A., HERZIG A., HILLBRICHT-ILKÓWSKA A., KURASAWA H., LARSSON P., WEGLESKA T. *Norw J Zool* 24: 419-456, 1976.
55. LÓPEZ C., ARAUJO M., CORONA A., RINCÓN J. *Rev Biol Trop* 44/45: 641-643, 1996-1997.
56. GARCÍA J., PEREIRA G. *Hydrobiologia* 428: 129-133, 2000.
57. GONZÁLEZ E. *Verh Internat Verein Limnol* 26: 1930-1934, 1998.
58. BELLO C. Hábitos alimentarios de la curbinata (*Plagioscion squamosissimus* (Haeckel, 1840) (Actinopterygii, Sciaenidae) en el Embalse de Guanapito, Edo. Guárico (Tesis de Licenciatura), Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela), pp. 80, 1979.
59. INFANTE O., RENGIFO A. *Act Cient Ven* 41: 114-121, 1990.
60. HERRERA M., LÓPEZ H. *Act Biol Venez* 17: 59-70, 1997.
61. ORTAZ M., GONZÁLEZ E., MANDUCA J., PEÑAHERRERA C., MONTES E. Características limnológicas de los embalses La Pereza, Lagartijo, La Mariposa y Quebrada Seca y preservación del zooplankton como controlador de microalgas mediante técnicas de biomanipulación (Informe Técnico), Hidroimpacto e Hidrocapital, Caracas (Venezuela), pp. 247, 1999.