



UNNE

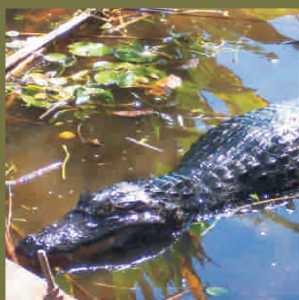
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL
NORDESTE

RECTORADO

CENTRO de GESTIÓN AMBIENTAL y ECOLOGÍA

manual de Biodiversidad de CHACO, CORRIENTES Y FORMOSA

Dirigido por Nora Indiana Basterra y Juan José Neiff
Compilado por Sylvina Lorena Casco



2008

Editorial
Universitaria
de la Universidad
Nacional del Nordeste



Manual de Biodiversidad de Chaco, Corrientes y Formosa

Dirigido por Nora Indiana Basterra y Juan José Neiff

Compilado por Sylvia Lorena Casco

Universidad Nacional del Nordeste
Rectorado
Centro de Gestión Ambiental y Ecología
2008



Manual de Biodiversidad de Chaco, Corrientes y Formosa/
Sylvina Lorena Casco...[et al.]; compilado por Sylvina Lorena
Casco; dirigido por Nora Indiana Basterra y Juan José Neiff. - 1ª
ed. –Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste, 2008. 346 p.,
30 x 20 cm

ISBN 978-950-656-114-7

1. Biodiversidad. I. Casco, Sylvina Lorena, comp. II. Basterra,
Nora Indiana, dir. III. Neiff, Juan José, dir.

CDD 574.5

**Este Manual contó con el apoyo financiero del Gobierno de la Provincia de
Formosa y del Consejo Federal de Inversiones (CFI)**

Dirección

NORA INDIANA BASTERRA

Ing. Hidráulica, Mgter. en Gestión Ambiental
Directora del Centro de Gestión Ambiental y Ecología
Universidad Nacional del Nordeste
Resistencia (Chaco)-Argentina

JUAN JOSÉ NEIFF

Mgter. en Ecología Acuática, Dr. en Ciencias Biológicas
Director del Centro de Ecología Aplicada del Litoral
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Corrientes-Arentina

Compilación

SYLVINA LORENA CASCO

Prof. en Biología, Dra. en Ciencias Biológicas.
Área Biodiversidad-Centro de Gestión Ambiental y Ecología
Universidad Nacional del Nordeste.
Resistencia (Chaco)-Argentina

Revisión pedagógica

Dra. Aurora Cristina Armúa, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE.
Lic. María Graciela Fernández, Facultad de Humanidades, UNNE. Dirección de Enseñanza Superior-Corrientes.
Lic. Patricia Demuth, Facultad de Humanidades, UNNE.

Diseño de tapa: Alberto Correa Alarcón

Primera Edición, 2008

EUDENE

Copyright © 2008, Universidad Nacional del Nordeste
25 de mayo 868. (3400) Corrientes. Argentina

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

ISBN 978-950-656-114-7

Biodiversidad del zooplancton en Corrientes, Chaco y Formosa

S.M. FRUTOS



1. Descripción general

La invención del microscopio en el siglo XVII permitió a naturalistas europeos describir seres diminutos que se encontraban en el agua (González de Infante, 1988) conocidas posteriormente como plancton. Los avances en el siglo XIX, fueron estudios de la distribución, migración, ciclomorfosis y evolución de esta comunidad. Nuestro continente recién se inicia con estudios descriptivos del plancton en el siglo XX.

¿QUÉ ES EL ZOOPLANKTON?

El zooplancton está integrado por organismos animales del plancton y su caracterización, según el origen, permanencia y tamaño, se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización del zooplancton como parte del plancton según su origen, permanencia y tamaño. 1000 μm = 1 mm; < menor de; > mayor de (*) González de Infante (1988)

Origen (*)	Limnoplankton (lagos)			
	Heleoplankton (lagunas)			
	Potamoplankton (ríos)			
Permanencia (*)	Euplankton (permanece toda su existencia como tal)			
	Meroplankton (parte de su vida pasa como plancton)			
	Pseudoplankton (plancton accidental)			
Tamaño	Hutchinson	Margalef	Dussart	Wetzel
Picoplankton	0,2- 2 μm			
Ultrananoplankton	0,05- 5 μm	< 5 μm	<2 μm	0,5 - 10 μm
Nanoplankton	5-60 μm	5 - 50 μm	2 - 20 μm	10 - 50 μm
Microplankton	60-500 μm	50 - 500 μm	20 - 200 μm	50 - 500 μm
Mesoplankton	500- 1000 μm	500 - 1000 μm	100- 200 μm	
Macroplankton	1000- 10000 μm	> de 5 000 μm	200 - 2000 μm	> de 500 μm
Megaplankton			> de 2000 μm	

¿QUÉ ORGANISMOS INTEGRAN EL ZOOPLANKTON?

Los principales animales microscópicos que integran el zooplancton son los rotíferos, cladóceros y copépodos (Fig. 1).

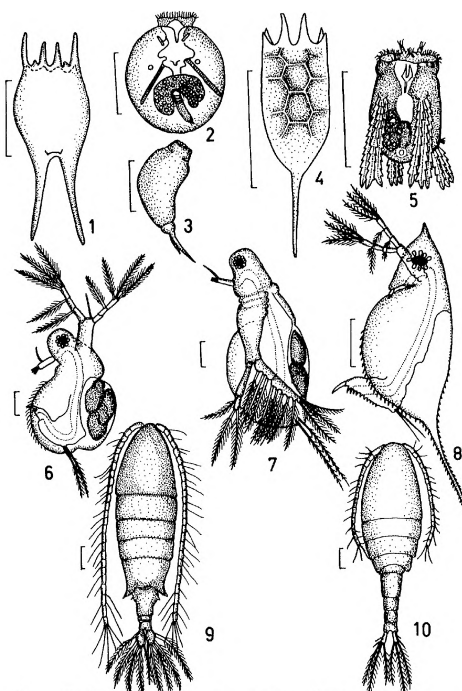


Fig. 1: Principales grupos integrantes del zooplancton. Rotíferos: 1. *Brachionus havanaensis*, 2. *Testudinella patina*, 3. *Trichocerca (D.) rutneri*, 4. *Keratella americana*, 5. *Polyarthra remata*. Cladóceros: 6. *Moina micrura*, 7. *Diaphanosoma birgei*, 8. *Daphnia laevis*. Copépodos: 9. *Notodiaptomus deeveyorus*, 10. *Thermocyclops minutus*. Figura tomada de González de Infante (1988) y adaptada con ejemplos de las provincias de Corrientes, Chaco y Formosa. La medida a la izquierda de cada animal corresponde a 100 μm .

Los protozoos (ciliados y flagelados) son considerados como parte del zooplancton, sin embargo se deben estudiar aparte, porque las amebas desnudas (sin cobertura rígida) se destruyen cuando se les agrega el fijador químico a la muestra, excepto las amebas testáceas (con exoesqueleto quitinoso y otras

estructuras rígidas). Una larva de mosquito (Insecta, Diptera) que realiza migraciones verticales en lagos y lagunas para alimentarse de los zoopláncteres, es incluida dentro de las comunidades del zooplancton (Margalef, 1983; Estéves, 1988; Lopretto y Tell, 1995).

Las principales características de los organismos que integran el zooplancton se encuentran resumidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Tamaño, hábitos alimentarios y forma de reproducción de los principales organismos del zooplancton.

	Tamaño (µm)	Alimentación	Reproducción	Formas de resistencia
Rotíferos	50 a 2000	Algas, detritos, bacterias, otros rotíferos	Partenogenética y sexual (en condiciones desfavorables)	Huevos de duración, o de resistencia
Cladóceros	200 a 3000	Algas, bacterias, detritos	Partenogenética y sexual (en condiciones desfavorables)	Éfipios y huevos de resistencia.
Copépodos	500 a 2000	Algas, rotíferos, ciliados, larvas de copépodos, dípteros y oligoquetos	Sexual	Huevos de resistencia y últimos estadios larvales (copepoditos) depositados en el fondo acuático

Los organismos del zooplancton perduran a través de largos periodos de tiempo por medio de los huevos de resistencia y éfipios, pudiendo permanecer enterradas en el sedimento de lagos durante décadas e incluso siglos, constituyendo una herramienta para reconstruir el pasado y predecir los cambios acuáticos del sistema (Conde Porcuna *et al.*, 2004).

¿CÓMO SE ESTUDIA EL ZOOPLANCTON?

Para tomar muestras de zooplancton existen varias técnicas de muestreo, con ventajas y desventajas para la colecta de los distintos grupos integrantes, que se encuentran discutidas por Boltovskoy en Lopretto y Tell (1995). Es importante señalar que, cuando mayor es el volumen de agua filtrada, aumenta la posibilidad de capturar un mayor número de especies.

➤ Muestreo en ríos y arroyos

En estos cuerpos de agua se usa una bomba centrífuga, alimentada a batería, que permite recoger hasta 50 litros por minuto (Lámina I, Fig. 2). El filtrado del agua se realiza a través de una red de 53 µm de abertura de malla, con colector incluido para facilitar el manejo en campo (Lámina I, Fig. 3).

El contenido del colector (concentración del zooplancton) se fija y es colocada en un frasco rotulado (Lámina I, Fig. 4).

➤ Muestreo en lagunas

En la zona litoral de las lagunas del nordeste argentino, donde hay predominio de macrófitas acuáticas (*Eichhornia* spp., *Thalia* sp., *Typha* sp.) la toma de las muestras puede realizarse por medio de trampas (Downing y Rigler, 1984), botellas hidrográficas (tipo Van Dorn) y tubos (González de Infante 1988; Boltovskoy 1990). Entre estos últimos, un ejemplo consiste en un cilindro de 1,00 m de longitud y 0,10 m de diámetro (Lámina I, Fig. 1), marcado cada 10 cm, con una doble escala (métrica y volumétrica) y con una palanca de cierre automático. Muestras de 6 a 8 litros permiten un fácil manejo en el campo.

El contenido de agua colectado se filtra a través de una red de 53 µm de abertura de malla, como en el muestreo de ríos y arroyos.

• Cuidado en el tratamiento de las muestras

Para conservar las muestras de zooplancton se usa formol (4%). En el caso de organismos que se contraen con la fijación, se usa soda, porque el dióxido de carbono presente en ésta anestesia a los animales, que permanecen con sus estructuras relajadas, agregándose después formaldehído u otro fijador (ácido acético, alcohol etílico o la solución de Bouin).

Si la distancia del sitio de muestreo es relativamente corta, se puede transportar la muestra viva en frascos contenidos en una heladera portátil (con hielo), para un primer estudio, que consiste en la identificación de las especies en microscopio. En zonas cálidas, muestras traídas desde 15 ó 20 Km de distancia llegan en buenas condiciones al

laboratorio donde se las estudia. El frasco debe tener un rótulo con los siguientes datos:

- Lugar de muestreo, fecha y hora.
- Técnica de muestreo (bomba, tubo, botella hidrográfica).
- Volumen de agua filtrado y abertura de la malla de la red usada (μm).

➤ Análisis cualitativo de las muestras

Para la identificación de las especies de rotíferos, cladóceros y copépodos se usan claves taxonómicas.

Este análisis taxonómico (Clase, Subclase, Orden, Familia, Género y Especie) consiste en montar los zoopláncteres en un portaobjetos con una gotita de glicerina o glicerina gelatinizada; luego se disectan las partes utilizadas para la identificación sistemática y se las dibuja con cámara clara.

Las partes que describen las claves para la determinación sistemática deben ser observadas en microscopio con mil aumentos (100X). Para identificar las especies del zooplancton de ambientes acuáticos del nordeste argentino se utilizan además de las claves, numerosos trabajos citados por Paggi, José de Paggi y Batistoni, en Lopretto y Tell (1995).

Son de utilidad además estudios complementarios de la zona que se pueden consultar en Dussart y Frutos (1985 y 1986), Martínez y José de Paggi (1988), José de Paggi (2001).

➤ Unidad mínima de muestreo

El problema de saber cuántos litros de agua se debe filtrar para que la muestra represente bien el zooplancton del ambiente acuático, se soluciona conociendo el número de especies presentes en volúmenes crecientes del agua filtrada hasta que éste no aumente más.

Es decir, se grafica un par de ejes de coordenadas, en la abscisa se coloca el volumen de agua filtrado y en la ordenada, el número de especies. Cuando la curva especie-área no varía más, ese punto se corresponde con el volumen mínimo de agua a tomar.

A modo de ejemplo se presenta la estimación del área mínima para el zooplancton del río Negro (Frutos, 1998; Fig.

2) y de lagunas de la planicie del río Paraná, en la provincia del Chaco (Frutos, 2003b; Fig. 3)

En el primer caso se consideró 50 litros de agua como unidad mínima de muestreo, observándose que, un mayor volumen de agua filtrada, no aumentó el número total de especies. A pesar que la línea de tendencia (línea continua) asciende, la variación del número de especies entre muestras fue bajo (C.V.=2%, Fig. 2).

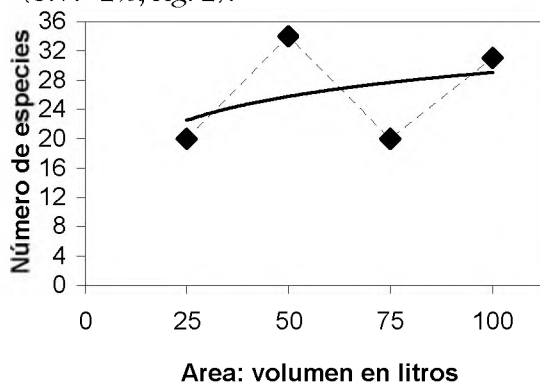


Fig. 2. Área o volumen mínimo de muestreo del zooplancton del Río Negro (Chaco).

En lagunas de la planicie del río Paraná (Chaco) en situación de sequía, volúmenes de 30, 60 y 90 litros de agua filtrada no varió el número de especies del zooplancton (Fig. 3). En este caso, 30 litros de agua filtrada (Frutos, 2003b) se consideró un volumen apropiado para la toma de muestras del zooplancton.

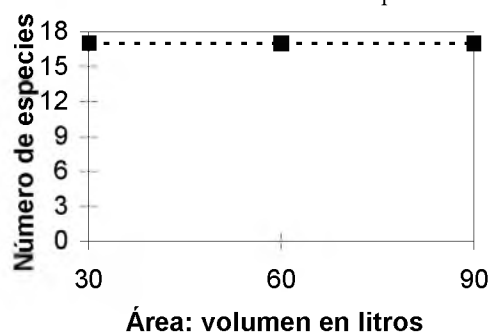


Fig. 3. Área o volumen mínimo de muestreo del zooplancton en una laguna de la planicie del río Paraná (Chaco) en situación de sequía (Frutos, 2003b).

El área mínima es propia de cada ambiente acuático (río, arroyo o laguna); en todos los casos variará en relación directa con la situación de inundación o de sequía. En lagunas sin conexión con el río, el área mínima varía de acuerdo con el agua aportada por las lluvias.

¿CÓMO CONOCER LA DIVERSIDAD DEL ZOOPLANCTON?

La diversidad resulta compleja cuando intentamos definirla porque comprende dos aspectos, la variación y la abundancia relativa de las especies (Magurran, 1989). En este sentido, la diversidad del zooplancton se puede conocer contando el número de especies (riqueza) o estimando la diversidad intrínseca por medio de índices como el de Shannon-Wiener, Simpson y otros (Magurran, 1989). Estos últimos permiten relacionar la abundancia de cada especie con la abundancia total de todas las poblaciones.

Otra manera de interpretar la biodiversidad (Magurran, 1989) es mediante los diagramas de rango-abundancia o rango-frecuencia, en el caso del zooplancton nos indicará qué distribución presentan las poblaciones en la situación analizada.

En la actualidad, de acuerdo con el objetivo de estudio, la diversidad comprende desde una comunidad o un sitio de muestreo hasta niveles amplios abarcando áreas regionales o extensas áreas geográficas (Magurran, 1989).

La diversidad del zooplancton se puede conocer mediante el estudio de la:

- Riqueza (número de especies).
- Diversidad alfa (diversidad de una comunidad, área local o de una muestra individual).
- Diversidad beta (comparación de la diversidad de las comunidades a lo largo de un gradiente, o entre hábitat diferentes de un área regional).



2. Estado actual

¿QUÉ GRUPOS PREDOMINAN EN EL ZOOPLANCTON DE ESTA REGIÓN?

Los rotíferos son los organismos dominantes del zooplancton en el río Paraná, en arroyos y ríos del Chaco Oriental y en lagunas y arroyos de la Cuenca del río Riachuelo (Bonetto y Corrales de Jacobo, 1985; Martínez y Frutos, 1986). Sin embargo, en lagunas isleñas ubicadas en la confluencia del río Paraná con el río Paraguay, los crustáceos pueden llegar a ser dominantes durante la fase de aguas bajas (Frutos, 1993; 1996). En lagunas alejadas del curso del río Paraná, los rotíferos son reemplazados por cladóceros o copépodos, durante períodos de sequías prolongadas, o después de las crecientes del río Paraná (Corrales de Jacobo y Frutos, 1985; Frutos 1993; 1996).

En los ríos Salado y Negro del Chaco Oriental (Argentina) las amebas testáceas (*Arcella* y *Difflugia*) son los únicos componentes del zooplancton en situaciones hidrológicas extremas, sequías o crecientes prolongadas (Frutos, 1998).

2.1. Biodiversidad del zooplancton en humedales de Corrientes

El Iberá es uno de los humedales más importantes de Sudamérica con una extensión de 12.000 km². Comprende ambientes de aguas quietas (lénticos), que pueden ser permanentes o temporarios y de aguas corrientes (lóticos), con o sin flujo permanente (Neiff, 2003). Otros cuerpos de aguas “quietos” son los esteros, que se definen como paisajes densamente vegetados con dominancia de plantas palustres, con aguas ácidas, deficientes en oxígeno, transparentes y de color castaño (Neiff, 2003).

Entre los ambientes léticos se encuentran lagunas grandes, con forma sub redondeada o irregular como Galarza, Luna y Trin y lagunas elongadas como la Fernández, Medina, Iberá y Paraná (Neiff, 2003).

Las lagunas pequeñas se encuentran en la zona occidental del Iberá ocupando los departamentos de Ituzaingó, Concepción y Loreto. Tienen una zona central (limnética) y una zona marginal (litoral) poblada por gramíneas acuáticas y plantas sumergidas hasta una profundidad de 2 metros (Neiff, 2003).

Los ríos y arroyos comprendidos en el sistema Iberá son de baja salinidad y con tendencia ácida (Neiff, 2003). El río Corriente es el drenaje natural del sistema y vierte sus aguas en el río Paraná, pudiendo alcanzar 6 metros en las crecientes. Entre los arroyos se pueden mencionar el Miriñay, Caengúa, Encontrado, Sirí (Neiff, 2003).

2.1.1. Diversidad estacional del zooplancton en el Sistema Iberá

Los primeros estudios del zooplancton, en los humedales del Iberá (Frutos, 2003a), demostraron que existen diferencias marcadas de la diversidad entre las lagunas ubicadas al norte (Galarza e Iberá) y al sur (Trin y Medina) del sistema, en las estaciones de verano e invierno.

• En verano

En la laguna Galarza, donde la vegetación sumergida es frecuente (*Egerias najas* y *Cabomba caroliniana*), la población más abundante es *Keratella cochlearis* (Fig. 4). En la laguna Iberá, *Ptygura libera* abunda en la zona norte, en tanto que en la zona sur vegetada, se encuentran especies pertenecientes a los géneros *Trichocerca* y *Lecane* acompañadas de *P. libera* (Fig. 4).

En la laguna Trin, en el sitio libre de vegetación, *Hexarthra intermedia* es la población abundante; *Lecane bulla* en la zona con vegetación acuática y, en el fondo de la laguna, un cladócero (*Bosminopsis deitersi*) y un rotífero (*Filinia longiseta*) son las poblaciones más abundantes (Fig. 4).

En la laguna Medina con vegetación sumergida similar a la encontrada en la laguna Trin, *Polyarthra* sp. es dominante (Fig. 4).

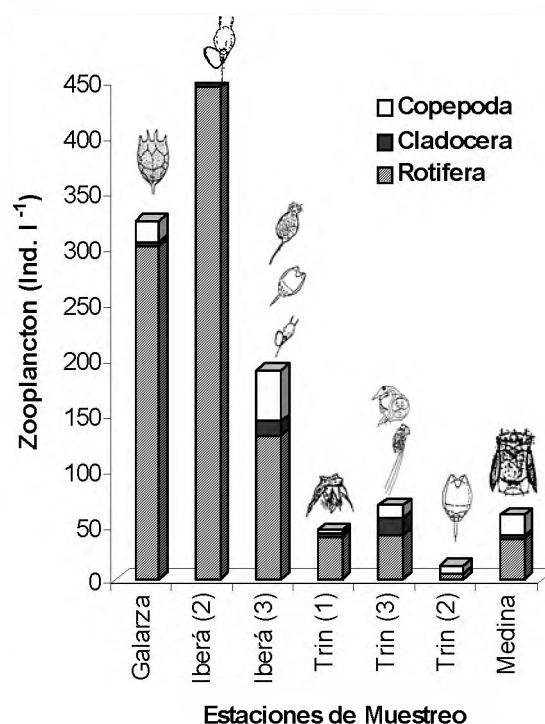
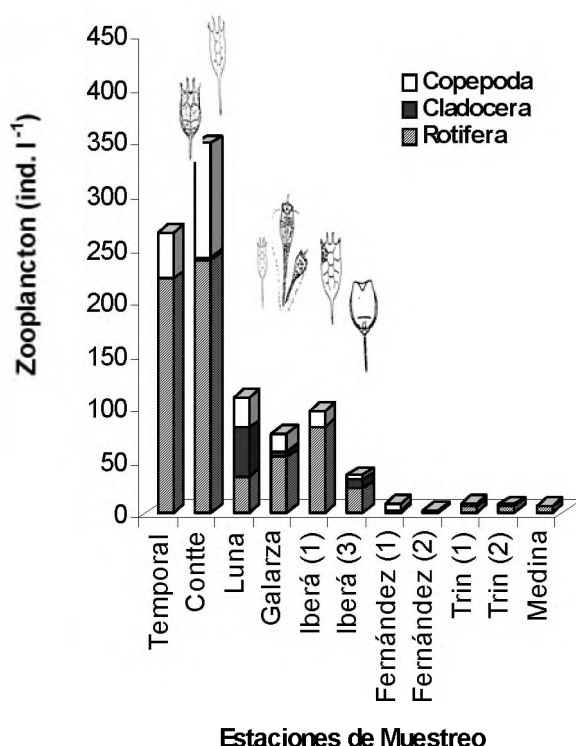


Fig. 4. Poblaciones dominantes y abundancia del zooplancton en lagunas del Iberá en verano (Frutos, 2003a).

• En invierno

Keratella cochlearis es dominante en la laguna Temporal y *K. americana* en las lagunas Contte, Luna e Iberá. *Conochilus unicornis* (rotífero colonial) es más abundante en la laguna Galarza y *Lecane lunaris*, entre la vegetación sumergida de la laguna Iberá (Fig. 5).

En las lagunas del sur del sistema Iberá, las poblaciones dominantes disminuyen o tienden a desaparecer cuando aumenta la diversidad tal como lo enuncia Magurran (1989). En invierno no se encuentran poblaciones dominantes en las lagunas Fernández, Trin y Medina, pero sí alta diversidad (Frutos, 2003a).



Estaciones de Muestreo
Fig. 5. Poblaciones dominantes y abundancia del zooplancton en lagunas del Iberá en invierno (Frutos, 2003a).

2.1.2. Diversidad espacial del zooplancton en el Sistema Iberá.

La mayor biodiversidad del zooplancton se encuentra en lagunas con vegetación sumergida con *Cabomba caroliniana*; *Egeria najas* y *Utricularia foliosa* (Frutos, 2003a). En ríos, la alta diversidad se registra en las nacientes, con mayor riqueza de crustáceos cladóceros y copépodos, producida por arrastre de los organismos desde los esteros durante las lluvias (Frutos, 2003a).

La diversidad alfa fue muy variable comprendió entre 7 y 41 especies en lagunas y entre 9 y 34 especies en arroyos y ríos.

La diversidad beta (a nivel regional) comprendió 92 especies en lagunas y 82 especies en ríos, sin embargo se considera que la diversidad puede ser mayor si se toma un mayor número de muestras abarcando todas las estaciones climáticas (Frutos, 2003a).

En los ríos del sistema Iberá se encuentra dominancia de algunas poblaciones del zooplancton sólo en primavera. Especies del género *Polyarthra* predominan en el río Corriente. Poblaciones frecuentes en la zona litoral y/o vegetadas como *Trichocerca gracilis* y *Colurella* sp. fueron abundantes en el arroyo Caengúa (Frutos, 2003a).

2.2. Biodiversidad del zooplancton en arroyos, ríos y esteros de Chaco y Formosa

En la margen derecha del río Paraná, después de su confluencia con el río Paraguay, se encuentra una extensa planicie con numerosos arroyos y ríos que drenan áreas de esteros (Neiff, 1986). En la fase de aguas bajas, los cursos de agua mantienen su individualidad, o se cortan en ciertos tramos, conteniendo un zooplancton típico de aguas quietas, con altas concentraciones de individuos pertenecientes a poblaciones euplancónicas o plancton verdadero (Frutos, 1998).

Cuando la concentración salina es alta, expresada en forma indirecta como conductividad eléctrica (Tabla 3), la diversidad del zooplancton se reduce a la presencia de unas pocas poblaciones eurihalinas. Con valores muy elevados de la salinidad, *Brachionus plicatilis* (rotífero), es la única población existente en estos ambientes (Frutos, 1998).

En la fase de aguas altas, producidas por intensas lluvias, el zooplancton es poco abundante y pierde su individualidad como plancton verdadero, relacionado con la microfauna proveniente de esteros y bañados.

El zooplancton compuesto en su mayor parte por rotíferos que vienen de áreas litorales, lagunas o charcas (heloplancton) se encuentra acompañado por organismos característicos de aguas dulces libre de vegetación (limnoplancton), representados por bdeloideos y *Polyarthra* sp. (Tabla 3).

Estudios del zooplancton de los ríos Negro y Salado a lo largo de un año determinaron que la biodiversidad representada por rotíferos (Frutos, 1998), es elevada en fase de aguas altas y escasa en fase de aguas baja, llegando a encontrarse 84 taxa

en el río Negro y 60 en el río Salado (Frutos, 1998).

Aunque los crustáceos son poco abundantes en el zooplancton, la contribución de especies de copépodos puede ser importante, llegando a registrarse 38 especies, dominando los ciclopoideos y en número similar calanoideos y harpacticoideos (Dussart y Frutos, 1986).

De acuerdo a lo señalado por Martínez y Frutos (1986), en los esteros del Chaco Oriental (Patí, Lobo, Morocho y Cuatro Diablos) se pueden identificar 104 taxa, con dominancia de rotíferos (63), seguidos de cladóceros (20) y copépodos (13).

Las poblaciones dominantes son las características de aguas vegetadas, como rotíferos, con hembras de dos ovarios y vivíparos (Digononta, Bdelloidea), acompañados de las de un sólo ovario (Monogononta) pertenecientes a los géneros *Lecane*, *Trichocerca* y *Brachionus* (Tabla 3).

Tabla 3. Diversidad del zooplancton de arroyos y ríos del Chaco Oriental (tomada de Martínez y Frutos, 1986)

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	Taxa dominantes	Riqueza (N° de especies)	Arroyos
93-480	<i>Bdelloidea</i> <i>Polyarthra</i> sp.	25-40	Negro Cangui Del Tres
92-510	<i>Bdelloidea</i> sp. <i>Filinia</i> sp.	17-18	Pilagá San Hilario Quia Guaycurú
810-1150	<i>Keratella cochlearis</i> <i>K. serrulata</i> <i>K. americana</i> <i>Brachionus angularis</i>	11	Salado
6500-11000	<i>B. plicatilis</i> <i>B. angularis</i> <i>B. calyciflorus</i> <i>Synchaeta</i> <i>K. cochlearis</i>	5-10	He-He Grande Salado Saladillo
1050-3200	<i>Bdelloidea</i> <i>Polyarthra</i> sp.	4-23	Inglés Monte Lindo Oro Tragadero Tapenagá Amores
4500	Estadios larvales de copépodos	5	Saladito

Estudios de la biodiversidad de rotíferos en humedales del río Pilcomayo (Formosa) dan a conocer un total de 114 taxa, de los cuales 30 géneros son comunes a los registrados en el Bajo Paraguay y 22% son citas nuevas para la Argentina (José de Paggi,

2001), existiendo sólo 5% de especies endémicas de la región neotropical.

2.3 Biodiversidad en lagunas isleñas de la confluencia de los ríos Paraguay y Paraná

En lagunas isleñas del río Paraná, aguas abajo de la confluencia con el río Paraguay, la biodiversidad del zooplancton puede alcanzar un total de 142 especies, de las cuales 104 corresponden a rotíferos, 18 a cladóceros y 20 a copépodos (Frutos, 1993).

Existe una tendencia a aumentar la diversidad después de las inundaciones y a disminuir durante la fase de aislamiento prolongado de las lagunas de la planicie del río Paraná (Frutos, 1993). Este fenómeno se relaciona con la remoción de sedimentos del fondo de las lagunas que impiden el desarrollo de la mayoría de las poblaciones del plancton, excepto el de algunos cladóceros y copépodos (Frutos, 1993).

Las poblaciones dominantes en fase de aguas altas del río Paraná, son rotíferos de las especies *Keratella cochlearis*, *K. lenzi*, *Polyarthra* sp. y *K. americana* (Frutos, 1993). En fase de aguas bajas, con aislamiento definido de las lagunas, los crustáceos, *Argyrodiaptomus denticulatus*, *Daphnia laevis* y *Diaphanosoma birgei*, son los más abundantes (Frutos, 1993).

En lagunas de la planicie, el zooplancton tiene alta riqueza de especies en comparación con la registrada en ríos tributarios del Paraná (José de Paggi y Paggi, 2007). Las diferencias locales entre lagunas se explica por la heterogeneidad ambiental y está muy relacionado con el tamaño del área de estudio (José de Paggi y Paggi, 2007).



3. Importancia regional, nacional e internacional

Dentro del ciclo de transferencia de la materia y energía en ambientes acuáticos, el zooplancton cumple un rol de gran importancia en las mallas tróficas, sirviendo de nexo entre los productores microscópicos (fitoplancton) y consumidores, como por ejemplo ácaros, larvas de mosquitos (*Chaoborus*), otros invertebrados y peces (González de Infante, 1988).

En cuerpos de aguas tropicales la herbivoría y la materia orgánica particulada muerta constituyen la base energética del zooplankton. El detrito (materia orgánica particulada y disuelta) es remineralizado por bacterias en un 50% que luego es aprovechado por el fitoplancton y el 50% restante de la fracción particulada es utilizada por el zooplankton (Pedrós-Alió y Brock, 1983). El zooplankton herbívoro libera amoníaco y fosfato que obtiene en un 50% de las algas (Cole, 1988). Cuando mueren los zoopláncteres, sus cadáveres son reciclados por bacterias aeróbicas y anaeróbicas, pudiendo ser transferidos a otros organismos de la malla trófica.

La transferencia de energía hacia los consumidores secundarios (alevinos y peces) se produce principalmente a través de las pulgas de agua (cladóceros) que son las principales componentes en la dieta de peces. Las “mojarritas”, los copépodos y rotíferos forman parte de su dieta en menor proporción (Matveev *et al.*, 1989; 1992). Los crustáceos del zooplankton pasan a formar parte de la alimentación de peces pequeños que van a integrar la dieta de otros más grandes como el dorado o el surubí (Corrales de Jacobo y Canón Verón, 1994).

Dentro de la pirámide de biomasa (Fig. 6) es interesante destacar que mil gramos de fitoplancton se convierten en cien gramos de zooplankton, éstos en diez gramos de peces de pequeño porte que luego se transforman en 1 gramo de peces de mayor porte. En cada eslabón se produce una pérdida aproximada de 10 a 1, por lo que 1000 g de fitoplancton se transforman en 1 g de carnívoro secundario (Olivier, 1969).

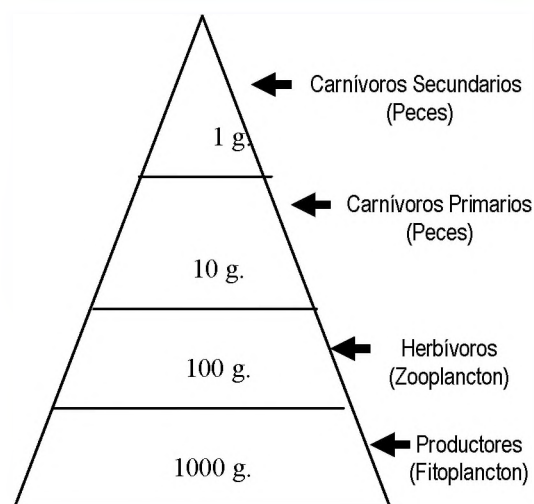


Fig. 6. Pirámide de biomasa en sistemas acuáticos. Adaptado de Olivier (1969).

Los casos de estudio comentados dan a conocer, en forma resumida, la biodiversidad del zooplankton de una extensa área, que comprende tres provincias con características locales diferentes del nordeste argentino: uno de los humedales más extensos de Sudamérica, el sistema Iberá en la provincia de Corrientes y la planicie del río Paraná (Chaco y Formosa). En éstos, se encuentra un complejo sistema de bañados, esteros, lagunas, arroyos y ríos tributarios, en los cuales, las comunidades del zooplankton pueden ser arrasadas durante las crecientes. Por otra parte, las variaciones de la concentración salina permite que el zooplankton varíe desde un limnoplankton (zooplankton de agua dulce) hasta un haloplankton (propio de aguas salobres), cambiando las poblaciones dominantes, abundancia y diversidad del zooplankton, aún dentro de una misma provincia (Frutos, 1998).

Las fases de inundación del río Paraná constituyen un factor muy importante en la distribución de las poblaciones aumentando o disminuyendo la riqueza. El hallazgo de nuevas especies de crustáceos zooplanktónicos para el mundo y citas nuevas de rotíferos y crustáceos microscópicos para la Argentina (Dussart y Frutos, 1985; 1986; Martínez y José de Paggi, 1988; José de Paggi, 2001), señala que la biodiversidad en estos ambientes acuáticos constituye una fuente permanente de información como parte del

segundo eslabón de la cadena alimentaria acuática.

Las comunidades más pequeñas del plancton (fitoplancton y zooplancton) se ven reflejadas en la biomasa de los peces apetecibles por el hombre, debido a que la pesca es un recurso alimentario vital en algunos sectores de la sociedad con escasos recursos o como producto de comercialización interna y de exportación.

Finalmente, si se entiende el funcionamiento de las comunidades acuáticas podremos contribuir con el cuidado de los ecosistemas naturales, manteniendo la continuidad de la vida acuática y terrestre, incluyendo la del hombre.



4. Bibliografía

1. Batistoni, P.A. 1995. Crustacea Copepoda, pp. 643-655. En: Lopretto, E. y G. Tell (Eds). Ecosistemas de aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.
2. Boltovskoy, D. 1990. Muestreador de agua tubular con válvula de cierre autónomo. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 23: 171-173.
3. Boltovskoy, D. 1995. Colección de Plancton, pp. 271-290. En: Lopretto, E. y G. Tell (Eds). Ecosistemas de aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.
4. Cole, G.A. 1988. Manual de Limnología. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
5. Conde-Porcuna, J., M. Ramos-Rodríguez y E. Morales-Baquero 2004. El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/investigación3.htm>).
6. Corrales de Jacobo, M.A. y S.M. Frutos. 1985. Estudio preliminar del zooplancton de la laguna Sirena (Corrientes, Argentina). *Physis B*, 43 (104): 43-48.
7. Corrales de Jacobo, M.A. y M.B. Canón Verón. 1995. Relaciones Tróficas de la Ictiofauna de Cuencas Autóctonas del Chaco Oriental. Argentina. *Rev. Brasil. Biol.* 55 (3): 419-437.
8. Downing, J.A. y F.H. Rigler. 1984. A manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. IBP, Hand Book 17.
9. Dussart, B. 1966. Limnologie. L'étude des Eaux Continentales. Gauthier-Villars, Paris. XIV, 362-389.
10. Dussart, B. y S.M. Frutos. 1985. Sur quelques Copépodes d'Argentine. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 18 (4): 305-314.
11. Dussart, B. y S.M. Frutos. 1986. Sur quelques Copépodes d'Argentine. 2. Copépodes du Paraná Medio. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 19 (3-4): 241-262.
12. Elliot, J.M. 1977. Some Methods for the Statistical Analysis of Samples of Benthic Invertebrates. Scientific Publication N° 25. Freshwater Biol. Assoc.
13. Esteves, F. de A. 1988. Fundamentos de Limnología. Editora Interciencia / FINEP. Río de Janeiro, Brasil.
14. Frutos, S.M. 1993. Zooplancton en cuerpos de agua isleños del Bajo Paraná. *Ambiente Subtropical*, 3: 87-121.
15. Frutos, S.M. 1996. Zooplancton de la laguna Turbia (Isla del Cerrito) en la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay (Argentina). *Rev. Bras. Biol.* 56 (3): 569-580.
16. Frutos, S.M. 1997. Variaciones en la densidad y diversidad de los microcrustáceos de una laguna con embalsados en la Cuenca del Riachuelo, Corrientes, Argentina. VI Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral "Dr. Joaquín Frenguelli". 147--148.
17. Frutos, S.M. 1998. Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos Salado y Negro. Planicie del río Paraná. Argentina. *Rev. Brasil. Biol.* 58 (3): 431-444.
18. Frutos, S.M. 2003a. Zooplancton de lagunas y cursos de agua del Sistema Iberá, pp. 143-161. En: Poi de Neiff, A.S.G. (Ed.) Limnología del Iberá. Aspectos físicos, químicos y biológicos de las aguas. EUDENE. Corrientes, Argentina.
19. Frutos, S.M. 2003b. Distribución y Abundancia del Zooplancton en el Eje Fluvial Paraguay-Paraná en relación al Régimen Pulsátil. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.
20. González de Infante, A. 1988. El plancton de las aguas continentales. Monog. 33. Serie de Biología. Departamentos de Asuntos Científicos, OEA, Washington, Estados Unidos.
21. Hutchinson, B.P. 1967. A Treatise on Limnology. Vol. II. Introduction to Lake Biology and the Limnoplankton. John Wiley & Sons, New York, Estados Unidos.

22. Jaccard, E.G. 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat.* 44: 223-270.
23. José de Paggi, S. 1995. Rotifera, pp. 643-655. En: Lopretto, E. y G. Tell (Eds). Ecosistemas de aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ed. Sur. La Plata, Argentina.
24. José de Paggi, S. 2001. Diversity of Rotifera (Monogononta) in wetlands of Río Pilcomayo National Park, Ramsar Site (Formosa, Argentina). *Hydrobiologia* 462: 25-34.
25. Lopretto, E.C. y G. Tell. 1995. Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo I. Ed. Sur. La Plata.
26. McNaughton, S.J. y L.L. Wolf. 1984. Ecología General. Omega. Barcelona, España.
27. Magurran, A.E. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. VEDRA. Barcelona, España.
28. Margalef, R. 1983. Limnología. Omega, Barcelona, España.
29. C. y S.M. Frutos. 1986. Fluctuación temporal del zooplancton en arroyos y esteros del Chaco Oriental (Argentina). *Ambiente Subtropical* 1: 112-133.
30. Martínez, C.C. y S.B. José de Paggi. 1988. Especies de Lecane NITZCH (Rotifera. Monogononta) en ambientes acuáticos del Chaco Oriental y del Valle aluvial del río Paraná (Argentina). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 2184: 279-295.
31. Matveev, V.F., C.C. Martínez y S.M. Frutos. 1989. Predatory - prey relationships in subtropical zooplankton: water mite against cladocerans in an Argentine lake. *Oecologia*, 79: 489-495.
32. Matveev, V.F., C.C. Martínez, S.M. Frutos y Y. Zalocar de Domitrovic 1992. Population control in planktonic crustaceans of a subtropical lake during seasonal succession. *Arch. Hydrobiol.* 124 (1): 1-18.
33. Neiff, J.J. 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15 (6): 424-441.
34. Neiff, J.J. 2003. Los ambientes acuáticos palustres del Iberá, 3-16. En: Poi de Neiff, A.S.G. (Ed.) Limnología del Iberá. Aspectos físicos, químicos y biológicos de las aguas. EUDENE. Corrientes, Argentina.
35. Olivier, S.R. 1969. Elementos de Ecología. El ambiente Acuático. Centro de Investigaciones Científicas de Río Negro. Viedma.
36. Paggi, J.C. 1995. Crustacea Cladocera, pp. 909-951. En: Lopretto, E. y G. Tell (Eds). Ecosistemas de aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo III. Ed. Sur. La Plata, Argentina.
37. Paggi, S.J. de y J.C. Paggi 1995. Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica, pp. 315-321. En: Lopretto, E. y G. Tell (Eds). Ecosistemas de aguas Continentales. Metodologías para su estudio. Tomo I. Ed. Sur. La Plata, Argentina.
38. Paggi, S.J. de y J.C. Paggi 2007. Zooplankton. The Middle Paraná River: Limnology of Subtropical Wetland. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. M.H. Iriondo, J.C. Paggi and M.J. Parma (Eds.) 9:229-249
39. Pedrós-Alió, C. y T.D. Brock. 1983. Papel de las bacterias heterotróficas en las aguas dulces. *Microbiología-83. Sociedad Española de Microbiología. Vol. II:* 723-729.
40. Shannon, C. y W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press. Urbana.
41. Wetzel, R. G. 1981. Limnología. Zooplankton, fauna bentónica e interacciones con las comunidades piscícolas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.16:378-443.



5. Para seguir aprendiendo...



Actividades en laboratorio

- a. Relaciona con flechas, de diferentes colores los grupos del zooplancton con su alimentación (azul), reproducción (rojo) y formas de resistencia (verde).

Manual de Biodiversidad...

Partenogenética y sexual (en condiciones desfavorables)

Sexual

Copépodos

Efipios y huevos

Huevos

Rotíferos

Huevos y copepoditos depositados en el fondo acuático

Algas, detritos, bacterias, otros rotíferos

Cladóceros

Algas, bacterias y detritus

Algas, rotíferos, ciliados, larvas

c. Comenta con tus compañeros...

1. ¿Cómo es la diversidad en ríos con alta concentración salina?

2. ¿Cómo influyen los factores señalados abajo sobre la diversidad del zooplancton en la planicie del río Paraná?

- Fases de aguas altas del río, es decir cuando se producen inundaciones

- Área vegetada de lagunas, bañados o charcas de la planicie de inundación.

3. ¿Qué importancia tiene el zooplancton en las comunidades acuáticas?

b. Las siguientes partes del cuerpo de algunos integrantes del zooplancton están mezcladas. ¿Te animas a...:

- ...unir las partes que corresponden a cada grupo, colocando en los círculos el número en orden correlativo para armar el cuerpo de cada uno?

- ...indicar a qué grupo del zooplancton pertenecen?

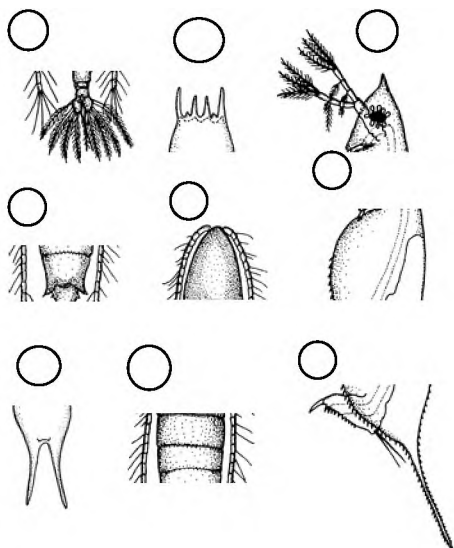




Fig. 1. Toma de muestras de plancton (tubo) con escala métrica y volumétrica



Fig. 2. Bomba usada para tomar muestras cuantitativas de zooplancton



Fig. 3. Filtrado del zooplancton en una red de 53 µm de abertura de malla. El agua sin plancton es medida para conocer el volumen inicial filtrado



Fig. 4. Concentración de agua con zooplancton en una botella rotulada, luego se fija la muestra con formol

LAMINA I