



**Naturalis**

Repositorio Institucional

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



# **Estructura y dinámica del zooplancton de una laguna pampásica moderadamente eutrófica [San Miguel del Monte] : factores de control**

**Benítez, Hernán Hugo**

Doctor en Ciencias Naturales

Dirección: Claps, María Cristina

Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
2008

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20120126000935>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



**Naturalis**

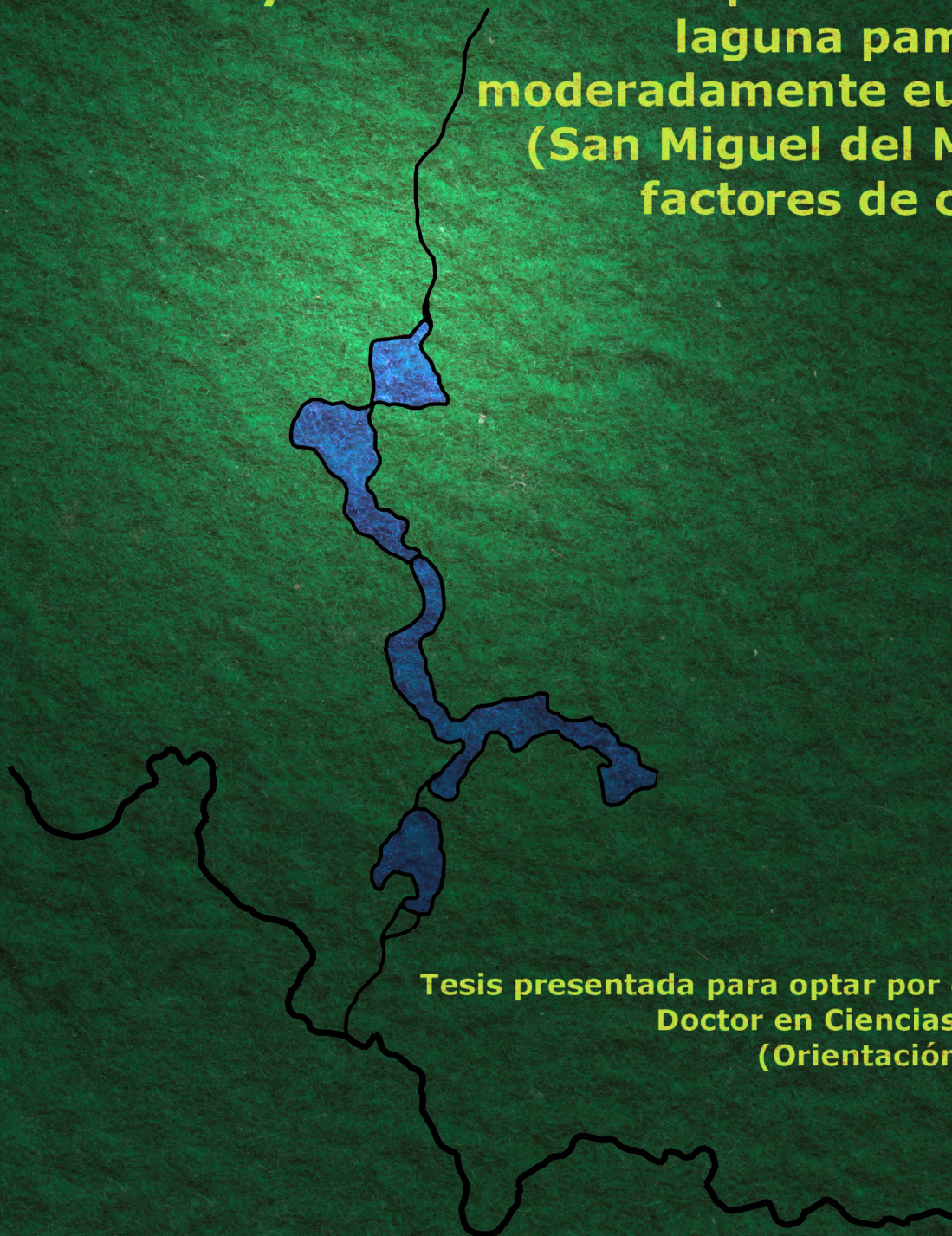
Repositorio Institucional  
FCNyM - UNLP





**Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Universidad Nacional de La Plata  
-2008-**

**Estructura y dinámica del zooplancton de una  
laguna pampásica  
moderadamente eutrófica  
(San Miguel del Monte):  
factores de control.**



**Tesis presentada para optar por el título de  
Doctor en Ciencias Naturales  
(Orientación Zoología)**

**Lic. Hernán Hugo Benítez  
Dirección: Dra. María Cristina Claps**



---

## **Agradecimientos**

A la **Municipalidad de San Miguel del Monte** por haberme permitido la utilización del ambiente y la extracción de muestras incluso en momentos de veda.

Al **Club de Pesca** por haber puesto a mi disposición no sólo su infraestructura, sino también la excelente predisposición y ayuda de todos sus integrantes.

Al **Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Nación** y a la **Universidad Nacional de La Plata**, por haber hecho materialmente viable mi plan de trabajo en esta Tesis.

Al **Instituto de Limnología de La Plata** y a su **Director, Alberto Rodríguez Capítulo**, por haberme dado un ámbito laboral tan propicio durante todos estos años.

A aquellos que pusieron horas que eran suyas en este trabajo, incluso más allá de mis pedidos y de sus compromisos:

a **Diego Martín Ardohain**,

a **Nancy Carolina Neschuk**,

a **Karina Paola Quaini**,

a **Analía Inés Ramón** y

a **Gonzalo Carlos Ruiz**,

---

---

a todos ellos por haber transformado tantas horas de trabajo embarcado, de sol, calor, frío, agua helada, llovizna, olas viento, sueño y hambre en una serie de paseos placenteros que volvería a hacer mañana mismo, y por haberme ayudado a criar y alimentar los “bichos” y a llevar a cabo las experiencias y los análisis en el laboratorio.

A **María Elisa Bazzuri**, por haber realizado la traducción del resumen al inglés.

A **María Elicia Mac Donagh**, por haberme facilitado los datos fitoplanctónicos del los años 1997 y 1998.

A **Lía Cristina Solari** por haberme “llevado adelante” en los recuentos del fitoplancton y por haberme dado su voluntad para cualquier inconveniente que surgiera.

A **Néstor Adrián Gabellone**, por haberme alentado a tratar el laboratorio y sus elementos con el cariño con que trato a mi propia casa.

A **María Cristina Claps**. A ella, no por haberme dirigido sino por haberme tratado como lo hizo. Por haber sabido cuándo hacer cada cosa... por haber sabido cuándo darme su apoyo, cuándo escucharme, cuándo hablar ella y cuándo darme los palos que yo necesitaba para ir hacia adelante. Por haber propiciado este ámbito en donde me sentí escuchado y valorado desde el primer día, lo mereciera o no. Por haber soportado mi “escala temporal”.

A **Ángel** y **Vilma**, mis viejos, por haber aguantado todo y por haberme inculcado que no aflojara. A ellos, por haberme hecho crecer. A ellos, por ser a un tiempo, la brújula y el Norte.

---



## **Índice:**

<b>Resumen</b>	<b>I</b>
<b>Summary</b>	<b>V</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
Introducción General	2
Antecedentes en el área de estudio	10
<b>Área de estudio</b>	<b>13</b>
<b>Ciclo Anual 1997~1998</b>	<b>24</b>
Introducción	25
Parámetros Físico~Químicos	28
Materiales y Métodos	28
Resultados	30
Variación en dimensión horizontal	30
Variación en dimensión vertical	42
Fitoplancton	53
Materiales y Métodos	53
Resultados	53
Grupos principales y especies dominantes en escala horizontal	53
Grupos principales y especies dominantes en escala vertical	57
Análisis del fitoplancton por fracciones de tamaño	59
Zooplancton	68
Materiales y Métodos	68
Resultados	74
Riqueza específica del zooplancton	74
Abundancia zooplanctónica	76
Importancia absoluta y persistencia de las especies	76
Abundancia en escala horizontal	81
Abundancia en perfil vertical	85
Biomasa zooplanctónica	88
Biomasa en escala horizontal	88
Biomasa en perfil vertical	91
Hábitos de vida predominantes	94

Diversidad y riqueza específica	104
Diversidades y riquezas en dimensión horizontal	104
Diversidades y riquezas en dimensión en perfil vertical	106
Zooplankton y variables físicas, químicas y biológicas	108
Variación horizontal	108
La laguna en su conjunto	114
Discusión	135
<b>Ciclo Anual 2002~2003</b>	<b>140</b>
Introducción	140
Parámetros Físico~Químicos	144
Materiales y Métodos	144
Resultados	147
Variación en dimensión horizontal	147
Variación en dimensión vertical	159
Fitoplancton	163
Materiales y Métodos	163
Resultados	164
Grupos principales y especies dominantes en escala horizontal	164
Análisis del fitoplancton por fracciones de tamaño	166
Zooplankton	176
Materiales y Métodos	176
Resultados	181
Riqueza específica del zooplankton	181
Abundancia zooplanctónica	184
Importancia absoluta y persistencia de las especies	184
Abundancia en escala horizontal	188
Abundancia en perfil vertical	196
Biomasa zooplanctónica	198
Biomasa en escala horizontal	198
Biomasa en perfil vertical	206
Hábitos de vida predominantes	208
Diversidad y riqueza específica	231
Diversidades y riquezas en dimensión horizontal	231
Diversidades y riquezas en dimensión en perfil vertical	234



Zooplankton y variables físicas, químicas y biológicas	236
Variación horizontal	236
La laguna en su conjunto	250
Discusión	261
 <b>Estudio intensivo en ciclo diario</b>	 <b>273</b>
Introducción	274
Materiales y Métodos	275
Resultados	277
Parámetros físico~químicos	277
Zooplankton	280
Riqueza Específica	280
Distribución del zooplankton	281
Utilización del espacio en el período diario	290
Consideraciones Finales	310
 <b>Ensayos de depredación en microcosmos</b>	 <b>314</b>
Introducción General	315
Metodología de cultivo de microcrustáceos planctónicos	316
Experiencias con un testigo y tres tratamientos de cobertura	318
Materiales y Métodos	318
Resultados	325
Conclusiones y discusión	329
Experiencias con un testigo y un tratamiento de cobertura	331
Materiales y Métodos	331
Resultados	335
Conclusiones y discusión	338
 <b>Consideraciones finales</b>	 <b>339</b>
 <b>Bibliografía</b>	 <b>350</b>

# **Resumen**



**Resumen**

El zooplancton de ambientes lénticos continentales se encuentra sujeto a influencias ambientales y biológicas y responde a los cambios con variaciones en la estructura de su comunidad.

En los lagos someros de la provincia de Buenos Aires las variaciones ambientales tienen una importancia acentuada como elementos estructurantes del cuerpo de agua y consecuentemente de la comunidad zooplanctónica. La inestabilidad de estos sistemas ante los cambios climáticos es consecuencia de su gran extensión areal y de su someridad. Por otra parte, en la región existen períodos supra~anuales de oscilación del régimen pluvial que acentúan los cambios en los mencionados ambientes.

La importancia de la laguna de San Miguel del Monte y de su elección para el desarrollo del presente trabajo estuvo dada por la relación que este cuerpo de agua presenta con sistemas lénticos y lóticos. Esa relación hace a la laguna susceptible a experimentar cambios particulares por variaciones en el régimen pluvial en distintos sectores de la extensa cuenca del Río Salado.

El presente trabajo intenta comprender la dinámica y los cambios estructurales de la comunidad zooplanctónica de la laguna en relación con la presencia y ausencia de macrófitas sumergidas y la alternancia consecuente de fases de aguas claras y turbias. Se pretende aclarar el papel que desempeñan distintas variables, tanto abióticas como bióticas en el control de los citados cambios.

Para alcanzar esos objetivos se llevó a cabo un plan de trabajo que incluyó tres metodologías:

# Muestreos mensuales en una serie de estaciones equidistantes a lo largo del eje longitudinal de la laguna en dos ciclos anuales caracterizados por condiciones climáticas, pluviales e hidrológicas contrastantes. Esta metodología incluyó un perfil vertical de la columna de agua en el sector más profundo de la laguna.

# Un muestreo intensivo en ciclo diario sobre una transecta de cinco puntos perpendicular a la línea de costa, que incluyó tres niveles de profundidad.

# Una serie de experiencias en microcosmos, en relación a la capacidad de los grandes cladóceros de valerse de la presencia de macrófitas arraigadas como refugio para evadir el riesgo de predación por organismos vertebrados e invertebrados.

Se observó que los drásticos cambios climáticos que diferenciaron a los ciclos anuales relevados provocaron grandes diferencias en la biota de la laguna, tanto en las macrófitas (que colonizaron el cuerpo de agua en el primero de los ciclos anuales y estuvieron ausentes en el segundo) como en el fitoplancton (dos órdenes de magnitud más abundante en el primer ciclo anual) y el zooplancton (con grandes diferencias en la importancia relativa de los grandes grupos).

Como un efecto del bajo nivel hidrométrico previo al primer período se desarrollaron macrófitas arraigadas que llegaron a colonizar la totalidad de la laguna, generando un efecto de diversificación del ambiente y, eventualmente, de los hábitos de vida de las especies presentes en las muestras planctónicas.

Los períodos húmedos trajeron aparejados aumentos en el nivel hidrométrico cuerpo de agua, cuyos efectos difirieron según el origen de las aguas.



Como consecuencia de intensas precipitaciones en el sector alto de la cuenca se incrementó la conectividad entre la laguna y el cauce principal del Río Salado lo que provocó un marcado efecto de dilución y de intercambio de especies, con entrada de organismos alóctonos y pérdida neta de fauna íctica.

Cuando las precipitaciones fueron acentuadas en el área de la cuenca de la laguna, se registró un ingreso de gran cantidad materia orgánica disuelta que acentuó el predominio de la biomasa bacteriana por sobre la fitoplanctónica. Como consecuencia de ello aumentó la importancia de los protistas en el zooplancton.

Entre los factores biológicos a los cuales respondió la comunidad zooplanctónica se observaron indicios que apuntan a la predación como uno de los más importantes. Particularmente el descenso de la importancia de los grandes cladóceros, que estuvo sincronizado con la eclosión de los peces (la mayoría de los cuales son planctívoros en sus primeras etapas de desarrollo) se verificó en ambos período anuales. La depredación y el papel que desempeñaron las macrófitas a modo de refugio, fueron verificadas gracias a la metodología de microcosmos. Por otra parte, la estrategia evasiva del zooplancton se verificó en los estudios en ciclo diario que puso de manifiesto la existencia de movimientos migratorios, propios de cada especie.

La disponibilidad y la calidad del alimento también mostraron su incidencia sobre la estructura del zooplancton ya que en momentos de predominio de biomasa bacteriana por sobre la fitoplanctónica existió un aumento considerable en la importancia de los protistas dentro de la comunidad.

**Summary**

The zooplankton of lentic environments is subjected to physical and biological influences and replies to these changes with variations in the community structure.

In shallow lakes from Buenos Aires province, ecological variations have remarkable importance as environmental structural elements, and therefore, as an influence on zooplankton community. Under climatic changes, these systems appear unsteady, as a consequence of their shallowness and great surface extension. In addition, this region has precipitation regimens with over-year oscillation periods that enhance the fore mentioned environmental changes.

The importance of San Miguel del Monte Lake, and the reason for the election of this water body in the present study, was based on its relation with the lentic and lotic associated systems. Because of this connection, the shallow lake is predisposed of suffering particular changes in relation to rainfall variations at the different sectors of the Salado river basin.

The present study attempts to understand the dynamic and the structural changes of the zooplankton community in this shallow lake, its relation with the presence and absence of submerged macrophytes and the alternation of turbid and clear phases. It is aimed to comprehend the role played by the different abiotic and biotic variables in the control of the aforementioned changes.

A planned work schedule was performed in order to acquire these objectives, and it included three methodologies:

# Monthly sampling in a number of equidistant stations set along the longitudinal axis of the lake during two annual cycles, characterized by



opposite climatic, pluviometric and hydrologic conditions. This methodology included vertical profiles of the water column in the deepest sector of the shallow lake.

# An intensive sampling in order to have a daily cycle, at the three levels of the water column in a five-points transect, perpendicular to the shoreline.

# A number of enclosed experiences in microcosmos, relating the greater cladoceran's ability of using submerged macrophytes as refuge to avoid the risk of invertebrate and vertebrate predation.

It was observed that drastic climatic changes recorded during the opposite annual cycles produced huge differences in the biota, as in the macrophytes (which colonized during the first cycle and were absent in the second one), as in the phytoplankton (that was more abundant in two orders of magnitude) and in the zooplankton (with great dissimilarities in the relative importance of main groups).

As a consequence of the lower hydrometric levels previous to the first period, the submerged macrophytes greatly developed and covered the lake almost completely. This fact generated habitat diversification and, eventually, the divergence of life forms recorded in the planktonic samples.

In contrast, humid periods lead to higher hydrometric levels in the lake, and its effects differed based on the origin of water. Intense rainfalls at the upper Salado River basin increased the connectivity between the San Miguel del Monte shallow lake and the main channel of the Salado River, producing an important dilution effect and also species interchange, with the entrance of allochthonous organisms and a net loss of ichthyic fauna.

When precipitations increased at the lake basin, a great amount of dissolved organic matter was recorded in the lake, and it greatly affected the predominance of bacterial biomass over phytoplankton one. As a consequence of this, protists improved their importance as a part of zooplankton.

As regards to the biological factors to whom reacted the zooplankton community, some evidences were observed and mostly pointed the predation as one of the most important factors. Particularly, the decrease of the importance of greater cladocerans, synchronized with fish's hatching (being most of them planktivorous in their first developmental stages), was verified in both annual periods. Predation and the role of refuge that macrophytes played as refuge were verified by means of microcosms. In addition, the evasive zooplankton strategy was also verified during daily cycle studies that manifested the existence of migratory movements concerning each involved species.

Availability of food and its quality also showed its incidence over the zooplankton structure, since that in moments of predominance of bacterial biomass over phytoplankton one there was an extraordinary increase in the importance of protists in the community.

# **Introducción**



### Introducción

Los primeros estudios del zooplancton en lagunas pampeanas son muy escasos y discontinuos en el tiempo (Olivier, 1962; Ringuelet *et al*, 1972).

En las últimas décadas se han efectuado investigaciones de diversa temática en lagunas particulares como la de Lobos (Boltovskoy *et al*, 1990), de San Miguel (Gabellone *et al*, 2001; Solari *et al*, 2002<sup>a</sup>), de Los Padres (González Sagrario y Balseiro, 2003) y en la de San Miguel del Monte (Pastore *et al*, 1995; Gómez, 1995; Benítez y Claps, 2000; Claps *et al*, 2002; Grossman *et al*, 2002). También se desarrollaron investigaciones que abarcaron varios cuerpos de agua de la región (Ringuelet, 1968; Quirós, 1988; Izaguirre y Vincour, 1994<sup>a</sup> y 1994<sup>b</sup>; Renella y Quirós, 2006) En general se afirma que, en el aspecto de la densidad numérica, los rotíferos y las larvas nauplii de copépodos son los integrantes más importantes en las lagunas estudiadas en la Pampa deprimida.

La estructura de la comunidad zooplanctónica y la distribución de sus distintas fracciones en un cuerpo de agua léntico están condicionadas por factores abióticos (temperatura, pH, oxígeno disuelto) y bióticos (disponibilidad de alimento, presión de predación) (Ooms Wilms *et al* 1999) que definen límites de los microhábitats (Arora y Merha, 2003).

La cantidad y palatabilidad del alimento disponible para las distintas fracciones del zooplancton constituye una característica del cuerpo de agua que determina fuertemente la estructura de la comunidad zooplanctónica. Reynolds (1994) expresa en este sentido, que si bien cada uno de los grandes grupos del zooplancton incluye especies que se alimentan total o parcialmente del fitoplancton, los medios de selección, obtención e ingestión son diversos.

Dentro de esa diversidad de comportamientos alimentarios puede mencionarse a modo de ejemplo el hábito típicamente "cazador" que presentan ciertos diaptómidos, y que les permiten localizar, capturar e incluso fragmentar algas de gran tamaño, como *Cosmarium* sp y *Stephanodiscus* sp. en condiciones de baja densidad fitoplanctónica e incluso con alta cantidad de abioseston en suspensión. En contraste con ello, pueden citarse aquellos zooplanctontes que se valen de métodos de filtración con distintas capacidades de selección (siempre menores a la de los diaptómidos) que son efectivos a altas densidades fitoplanctónicas, siempre que las formas dominantes en el fitoplancton no superen un tamaño crítico por sobre el cual interfieren mecánicamente en el proceso de filtrado.

La importancia adicional de la estrategia de filtración reside en la gran cantidad de materia (tanto biomasa algal como bacteriana) que se consume por esta vía en comparación con las estrategias de detección y captura de algas individuales. Particularmente las especies del género *Daphnia* son las que poseen mayor capacidad de filtración entre los pastoreadores del zooplancton y son por ello las especies más consideradas como herramienta de restauración por biomanipulación en cuerpos de agua con exceso de producción primaria fitoplanctónica. Además, Gliwicz (1990) sostiene que la efectividad de filtración de las especies de este género les permite desarrollar un crecimiento poblacional a bajas concentraciones de alimento lo cual implica no sólo la clarificación de las aguas donde se encuentran, sino también la exclusión competitiva de otros pastoreadores. Sin embargo, esta efectividad es fuertemente dependiente de la palatabilidad del alimento debido a que la alta tasa de filtrado de estas especies implica una baja selectividad de las partículas, por lo que la presencia de elementos no palatables (como podrían

ser las cianofitas o los sólidos inorgánicos en suspensión presentes en el agua) generan una alta interferencia en estos filtradores que, en determinadas condiciones, llega a inhibir la actividad de filtración y el desarrollo de estos zooplanctontes.

Otro factor que afecta a estas comunidades es la predación a que están sometidos sus diversos componentes y que es considerada la principal causa de mortalidad de los zoopláncteres. Este mecanismo posee básicamente dos formas de acción relacionadas con el modo de percepción de los zooplanctontes por parte de los predadores: la predación visual, a cargo de los predadores vertebrados (principalmente peces) y la predación por vía de la quimio o mecanorrecepción, característica de los predadores invertebrados (ácaros, insectos, crustáceos, rotíferos).

Se estima que la predominancia de uno u otro de los mecanismos de predación mencionados anteriormente conduce a diferentes características de dominancia en la comunidad zooplanctónica (Brooks y Dodson, 1965) dado que si la predación por peces sobre los grandes filtradores (y sobre los predadores invertebrados) es débil, la comunidad experimentará una tendencia a estar dominada por grandes zooplanctontes, cuya mayor eficiencia de filtración les permitirá excluir competitivamente a los filtradores de menor talla (rotíferos y pequeños cladóceros), acentuándose este efecto por el hecho de que los predadores invertebrados, libres de la presión de predación ejercida por los peces, predarán fuertemente sobre los zooplanctontes pequeños y el macrozooplancton será el grupo dominante en la comunidad. Por el contrario, para el caso de una fuerte presión de predación de los peces sobre el macrozooplancton y los predadores invertebrados, el microzooplancton se encontrará liberado tanto de la presión de predación por parte de los

predadores invertebrados como de la desventaja competitiva que encuentran en presencia de los efectivos filtradores del macrozooplancton y en estas condiciones serán capaces de dominar en la comunidad zooplancónica.

Una de las formas en que los integrantes del macrozooplancton responde a la presión de predación consiste en estrategias que tienden a generar una distribución disyunta entre ellos y sus predadores potenciales. Así, varias especies de cladóceros se valen de refugios durante el día para eludir a los predadores en sus momentos de mayor actividad ya sea por migraciones verticales hacia aguas profundas (escasas en luz y oxígeno) o, en los casos de los lagos someros por migraciones horizontales hacia sectores colonizados por macrófitas (Nurminen y Horppila, 2002).

Por lo anterior, tanto la presencia como el grado de cobertura de macrófitas sumergidas (Jeppesen *et al*, 1998<sup>a</sup>, Jeppesen *et al*, 1998<sup>b</sup>) o incluso emergentes y flotantes (Nurminen, 2003) en un cuerpo de agua jugarían un papel importante en la atenuación de la presión de predación que ejercen los planctófagos de aguas libres (principalmente vertebrados) sobre el macrozooplancton y consecuentemente determinarían la estructura de la comunidad zooplanctónica y la capacidad de ésta de pastorear sobre el fitoplancton.

Respecto de las macrófitas arraigadas, la colonización de un cuerpo de agua, en un ciclo anual en particular, está estrechamente vinculada con la presencia de luz en los sedimentos en el momento de su crecimiento. Sobre este fenómeno hay dos variables que tienen una importancia capital y que son la turbidez y la altura hidrométrica: según Scheffer *et al* (1993), la profundidad crítica por sobre la cual la iluminación de los sedimentos supera cierto umbral y el crecimiento de las macrófitas sumergidas es viable, es una



función dependiente de la turbidez. Debido a que los lagos someros eutróficos son normalmente turbios en ausencia de macrófitas, las fluctuaciones del nivel hidrométrico representan prácticamente la totalidad de las posibilidades de iluminación del fondo de estos cuerpos de agua y, eventualmente, de crecimiento de las macrófitas sumergidas (Coops *et al*, 2003).

Una vez establecidas, las macrófitas propician la disminución de la turbidez del agua por la vía de diferentes mecanismos (Scheffer *et al*, 1993) que involucran tanto la reducción tanto de la materia particulada inorgánica (disminución de la resuspensión) como del fitoplancton (provisión de refugio a los zooplanctones pastoreadores contra la predación por peces planctófagos, competencia con el fitoplancton por los nutrientes y liberación de sustancias alelopáticas tóxicas para las algas fitoplanctónicas).

En relación a la presión de predación sobre el zooplancton y a la capacidad de pastoreo de éste último sobre el fitoplancton, en los últimos años se ha comenzado a estudiar en los lagos someros la existencia de estados de equilibrio alternativos que provocarían cambios en el estado trófico con una secuencia natural de fases vinculadas a la presencia o ausencia de dichas macrófitas (Meijer *et al*, 1994, Beklioglu y Moss, 1996<sup>b</sup>). Estas fases se caracterizan por diferencias en la estructura de la comunidad zooplanctónica ya que en presencia de macrófitas esta comunidad puede pasar a estar dominado por cladóceros filtradores eficientes debido a las antes mencionadas posibilidades de refugio y de reproducción que las macrófitas les brindan. (Moss *et al*, 1998; Smiley y Tessier, 1998; Claps *et al* 2002). En tal sentido, Duggan (2001) reconoce que el efecto de la presencia de macrófitas arraigadas se manifiesta no sólo por un aumento en la densidad zooplanctónica total vinculada al efecto de refugio, sino también en una

diversificación general de la comunidad debido a que las propias macrófitas proporcionan un sustrato para organismos perifíticos (tanto pastoreadores como depredadores), de modo que la comunidad se enriquece en organismos que no son de hábitos típicamente planctónicos.

El efecto de obstaculización visual de la turbidez es proporcional a la distancia de interacción. Como resultado de ello, una elevada turbidez afecta a los procesos de piscivoría en mucho mayor grado que a los procesos de planctivoría debido a que los primeros tienen lugar en una escala espacial mayor. Todo esto lleva a una acentuación de la presión de predación sobre el zooplancton en condiciones de turbidez elevada (De Robertis *et al*, 2003).

En la laguna de San Miguel del Monte existen indicios en el sentido de la ocurrencia recurrente de eventos de colonización del espejo de agua por macrófitas sumergidas en distintos ciclos anuales. Entre los años 1949~1951 se registró la presencia de *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton striatus* (Guarrera, 1962), entre los años 1982 y 1984, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton striatus*, y *Myriophyllum quitense* (Izaguirre y Vincour, 1994<sup>a</sup>); *C. demersum* en 1990~1992 (Pastore *et al*, 1995) y finalmente *P. pectinatus* entre 1997 y 1998 (Solari *et al*, 2003).

Existen estudios acerca de la efectividad del refugio que brindan las macrófitas a los organismos zooplanctónicos. Burks *et al* (2002) y Gonzalez Sagrario y Balseiro (2003) mencionan la noción de que la efectividad de dichos refugios es fuertemente dependiente de la estructura de la red trófica de los organismos de hábitos litorales, particularmente de la presencia de predadores litorales (vertebrados o macroinvertebrados) que compensen con su propia presión de predación el beneficio que pudieran obtener los zooplanctontes al migrar a las zonas litorales para eludir a los predadores planctónicos.

En este estudio en particular, durante el primero de los ciclos anuales, la laguna presentó un marcado desarrollo de macrófitas sumergidas arraigadas. En el período de mayor cobertura, la totalidad de la laguna se encontró colonizada por la macrófita sumergida, asemejándose en ciertos aspectos a una zona litoral. Existen en la literatura numerosas referencias que indican que dichas zonas litorales se caracterizan por la riqueza y diversidad de la comunidad zooplanctónica. (Duggan, 2001; Kuczyńska-Kippen, 2001; Kuczyńska-Kippen, 2003; Walseng *et al*, 2006). En ellas, predadores macroinvertebrados como las larvas de Zygopteros, juegan un papel central ya que actúan como presas de los peces, liberando de la presión de predación a los organismos zooplanctónicos. Peces litorales como *Astyanax* sp. tienen un efecto indirecto positivo sobre el zooplancton, al preda sobre grandes individuos macroinvertebrados y promoviendo el efecto de refugio de las macrófitas. De este modo, las interacciones en las zonas litorales son complejas, y si las macrófitas son utilizadas por el zooplancton como refugio depende de los efectos directos de los peces sobre la densidad de los múltiples predadores macroinvertebrados que habitan el litoral y pueden impactar sobre las poblaciones del zooplancton. (Burks *et al*, 2002; Gonzales Sagrario y Balseiro, 2003).

Otro efecto de la presencia de macrófitas en un cuerpo léntico se observa en la estrecha relación que guarda con las concentraciones de nutrientes disponibles para el crecimiento fitoplanctónico. En relación al fósforo, las macrófitas constituirían una protección contra la resuspensión de sedimentos inhibiendo por esta vía la liberación de este nutriente, además de bajar su concentración en el agua y en los propios sedimentos debido a la toma activa del nutriente y la incorporación a su biomasa. En cuanto al

nitrógeno ejercerían, además de la toma para su propio crecimiento a partir de los sedimentos, un aumento de los fenómenos de desnitrificación por la creación de zonas anaeróbicas y aeróbicas alternantes en los sedimentos (Meijer *et al* 1994).

Los estudios del zooplancton en lagos someros pampeanos no incluyen hasta la fecha el análisis comparativo en un mismo cuerpo de agua entre períodos que difieran en el estado de equilibrio alternativo antes mencionado.

Este trabajo pretende comprender la dinámica y los cambios estructurales de la comunidad zooplanctónica de la laguna en estudio en relación con la presencia de macrófitas sumergidas y la alternancia de fases de equilibrio mencionadas, y aclarar el papel que desempeñan distintas variables, tanto abióticas como bióticas en el control de los citados cambios.

Para la consecución de estos objetivos se llevaron a cabo:

A) muestreos de frecuencia mensual en dos ciclos anuales de condiciones hidrológicas contrastantes, en un intento por comparar la estructura de la comunidad zooplanctónica en dichas condiciones:

B) un muestreo intensivo en ciclo diario con el objeto de analizar las migraciones que pudieran desarrollar los distintos grupos que componen el zooplancton de la laguna

C) experiencias en microcosmos con el fin de dilucidar distintos aspectos de la presencia de las macrófitas sumergidas y su acción sobre la relación predador~presa, tanto para predadores planctónicos vertebrados como para predadores invertebrados.

A lo largo del primero de los ciclos anuales que comprende este trabajo (septiembre de 1997 ~ agosto de 1998) se registró en la laguna un periodo de alternancia entre fases claras y turbias como respuesta a la colonización del

espejo de agua por la macrófita sumergida *Stukenia pectinata* mientras que en el segundo ciclo anual (2002~2003) la laguna se mantuvo permanentemente en fase turbia y en ningún momento se registró la presencia de vegetación acuática sumergida.

### **Antecedentes en el área de estudio.**

El cuerpo de agua del cual se ocupa esta tesis ha sido objeto de varios estudios que exploraron distintos aspectos geológicos y biológicos.

La única contribución referida al análisis de las características morfométricas de la laguna fue llevada a cabo por Dangavs (1973)

El primer trabajo limnológico desarrollado en la laguna correspondió a un estudio efectuado por Guarrera en 1962, en el cual analizó al fitoplancton y perifiton que colonizaba las macrófitas acuáticas presentes en la laguna (*Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton striatus*). Los estudios fitoplanctónicos en la laguna continuaron con el análisis estacional que realizaron Izaguirre y Vincour (1994<sup>a</sup> y 1994<sup>b</sup>) en el marco de un estudio extensivo que involucró varias lagunas de la cuenca del Río Salado. Más adelante, Mac Donagh *et al* (2000) y Solari *et al* (2002<sup>a</sup>, 2002<sup>b</sup>, 2003) analizaron las características estructurales de la fracción fitoplanctónica y su dinámica durante ambas fases de equilibrio alternativo.

Pastore *et al* (1995) realizaron el único aporte acerca de distribución de las macrófitas acuáticas no emergentes y la variación de la biomasa en un ciclo anual.

Datos acerca de su condición trófica se presentaron en un trabajo que analiza las características tróficas de un gran número de ambientes lénticos de la Argentina (Quirós, 1988). En este aspecto, Ardohain *et al* (2000) analizaron

parte de las características físicas y químicas de la laguna, vinculando algunas de sus variaciones a la influencia que ejercen ciertas condiciones hidrológicas, tanto en el arroyo El Totoral como en el río Salado. Por su parte, Gabellone *et al* (2000, 2002) realizaron una revisión del estado trófico de esta laguna durante el período 1997~1998, indicando que el nivel trófico de la laguna desciende en presencia de macrófitas sumergidas.

Estudios acerca de la fauna de ciliados vinculada a las macrófitas acuáticas fueron realizados por Modenutti y Claps (1986) y Zaleski y Claps (1999, 2001), en tanto que Gómez (1995) se ocupó de la flora diatomológica. Particularmente, la fauna de ciliados presente en el sector de la conexión entre las lagunas de Monte y las Perdices fue analizada por Zaleski y Claps (2000), quienes tomaron en consideración su valor como indicadora en el sistema del saprobios.

Entre los años 1990~1992 A. Rodrigues Capítulo *et al* (1994) realizaron su aporte al estudio del zoobentos de la laguna, en relación con variables ambientales.

En 1998, Gabellone y Gómez publicaron un trabajo de paleolimnología reciente de la laguna.

Con respecto a su fauna íctica, se pueden mencionar los trabajos realizados por Dománico (1998) y por Sendra y Colautti (1997) referidos al crecimiento del pez ictívoro *Hoplias malabaricus* y el planctívoro *Odonthestes bonariensis*, respectivamente. Grosman *et al* (2002) analizaron aspectos de la dinámica poblacional de *O. bonariensis*, tipo de alimentación y los factores hidrológicos que incidieron sobre los mismos en el período correspondiente al intervalo que separa los dos ciclos anuales estudiados en este trabajo.

En relación al zooplancton del ambiente de que se ocupa esta tesis, el



grupo de trabajo se ha ocupado de distintos aspectos que incluyeron una caracterización espacio-temporal general (Benítez y Claps, 2000), estudios de distribución vertical (Claps *et al*, 2002; Claps *et al*, 2007), un estudio de caracterización espacio temporal de la biomasa zooplanctónica (Claps *et al* 2004), un trabajo comparativo con un cuerpo arreico (Ardohain *et al*, 2005).

# Área de Estudio

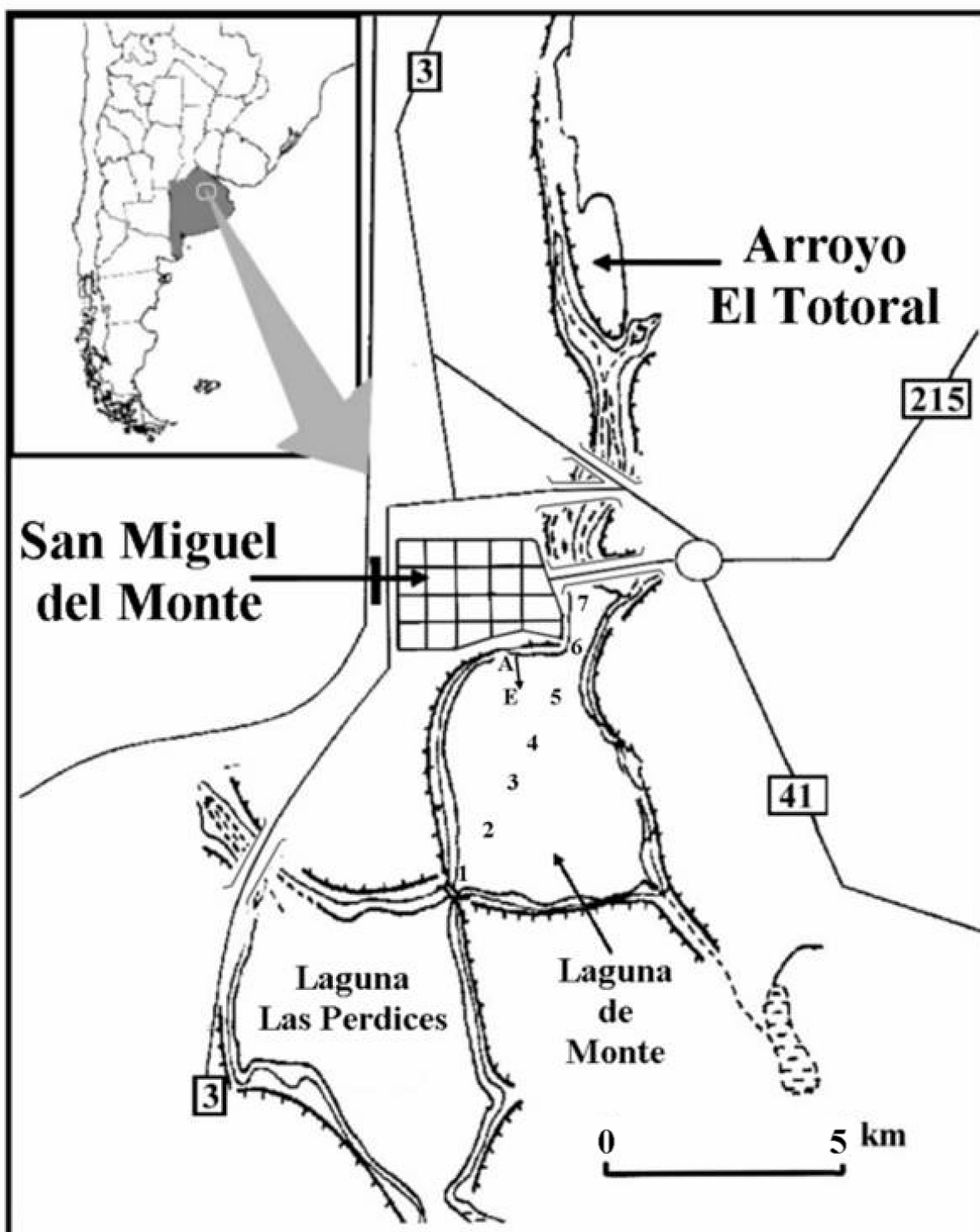
---

**ÁREA DE ESTUDIO**

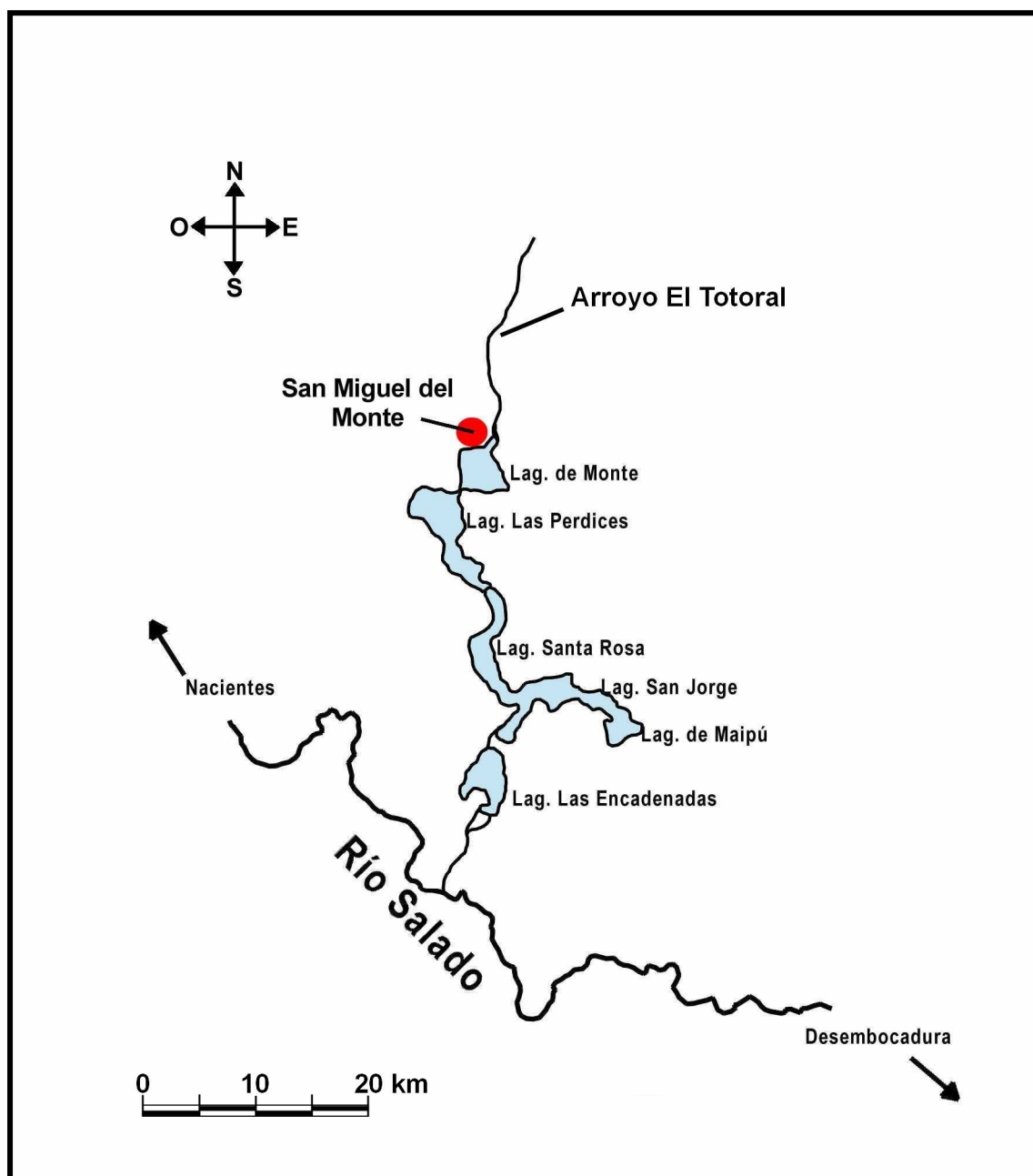
La laguna de Monte (Fig. 1) está situada en la Pampa Deprimida, al NE de la Provincia de Buenos Aires (35° 27' 30" S - 58° 48' O). Este cuerpo de agua forma parte de un sistema de lagunas encadenadas vinculado al Río Salado (Fig. 2), del cual recibe agua durante períodos de creciente debido a la escasa pendiente regional (30 cm/km). La Laguna de Monte es, entre los cuerpos de agua de este sistema, el más alejado del cauce principal del río. Tiene una superficie de 655 ha, un perímetro de 12,8 km y un volumen de 8,52 hm<sup>3</sup> para una profundidad media de 1,3 m (Dangavs, 1973). La región se caracteriza por un clima templado húmedo, con una temperatura media anual, entre los años de 1911 y 1996, de 15,7° C y una precipitación media anual (1911-2000) de 955 mm. Presenta dos afluentes permanentes, siendo el más importante el arroyo Totoral. En su conexión con la laguna Las Perdices se construyó, a mediados de la década de 1970, un muro con el objeto de nivelar la laguna a una cota de 19,00 m (I.G.M.) al cual se le sumó una compuerta en el año 1994 construida con el objetivo de prevenir inundaciones. Pese a este sistema, el nivel hidrométrico de la laguna ha mostrado importantes fluctuaciones e incluso llegó a secarse totalmente en el invierno de 1979 (Fig. 3). Además, la laguna fue vaciada artificialmente casi en su totalidad, por apertura de la compuerta en el verano 1996 ~ 1997.

A la vera de la laguna se sitúa la ciudad de Monte, que posee una población de aproximadamente 10.000 habitantes de los cuales un 60% cuenta con servicio cloacal. Las aguas servidas ingresan a una planta de tratamiento secundario cuyo efluente es descargado en la laguna Las Perdices que, como se mencionó, se comporta como afluente de la laguna de Monte en

momentos de creciente del río Salado (Ardohain *et al*, 2000, Zaleski y Claps, 2000).



**Fig. 1:** Mapa de la laguna de San Miguel del Monte, mostrando las referencias de los sitios de muestreo de ciclo anual (1 a 7) y del muestreo intensivo de diciembre de 2003 (A→E).



**Fig. 2: Situación de la laguna de San Miguel del Monte respecto del río Salado y del resto de las Encadenadas.**

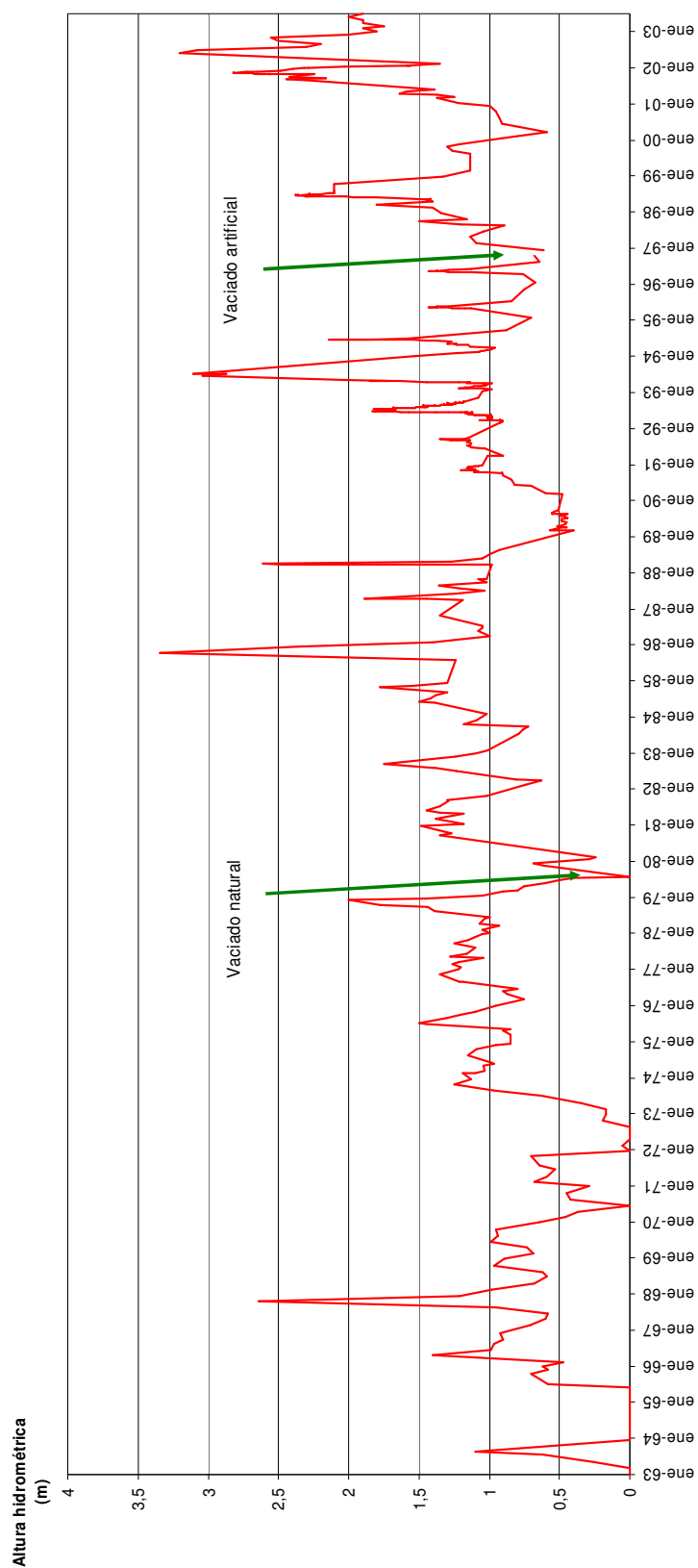


Fig. 3: Nivel hidrométrico de la laguna de Monte en el período comprendido entre 1963 y 2003.



La relación geográfica y el grado variable de conexión que la laguna de Monte guarda con los cuerpos de agua lóticos y lénticos que la circundan (Fig 2) hacen que sea susceptible a sufrir cambios físicos, químicos y biológicos en respuesta a los sucesos climáticos tanto locales como remotos que afectan a dichos cuerpos.

Así, dependiendo de los niveles hidrométricos y merced a la escasa pendiente regional, los cuerpos de agua más estrechamente relacionados con la laguna pueden comportarse como afluentes o efluentes en el intercambio tanto de agua y elementos disueltos y en suspensión, como de flora y fauna.

Los dos cuerpos más importantes, y permanentes, vinculados a la laguna son el río Salado y el arroyo El Totoral. Como ya se explicó (Fig 2) el primero se conecta a la zona de la compuerta por intermedio de una serie de cuerpos de agua lénticos que constituyen un sistema de lagunas encadenadas.

El río Salado y el arroyo El Totoral poseen características marcadamente diferentes. El primero drena una extensa área de aproximadamente 140.000 km<sup>2</sup> comprendida entre el noroeste de la Provincia de Buenos Aires y la desembocadura del Río Salado en la bahía de Samborombón. La cuenca de drenaje del arroyo El Totoral es, en contraste con la anterior, una pequeña área situada al noroeste de la propia laguna, y que abarca una extensión aproximada de 70-100 km<sup>2</sup>. Así, la incidencia de éstos en la laguna provoca efectos disímiles.

Varias industrias se encuentran en el partido de San Miguel del Monte. Algunas de ellas se ubican en la zona urbana de la ciudad de Monte, otras en las cercanías del arroyo "El Totoral" y algunas más en las localidades de Berra (10 km al NNO de la ciudad de San Miguel del Monte) y Abbott (25 km al N de San Miguel del Monte). No se conoce con precisión el destino de los efluentes

de estas industrias. La actividad industrial de la zona comprende distintos rubros. Existen tres fábricas de alimentos balanceados (dos de las cuales se encuentran sobre la ruta 215, en las proximidades del arroyo El Totoral y la tercera sobre la ruta 3, más próxima a la laguna Las Perdices), cuatro empresas de productos lácteos (de las cuales una se encuentra en las proximidades de la localidad de Abbott, sobre la ruta 3, una en la localidad de Berra y las dos restantes, en Monte), una fábrica de pastas secas en el casco urbano, dos mataderos y frigoríficos (ambos sobre la ruta 41): uno a la altura de Monte y el restante, cerca de Berra). Existen también dos compañías químicas, una de procesamiento de cereales y otra compañía de productos alimenticios en el tramo de la ruta 3 comprendido entre los kilómetros 104 y 113,5. Finalmente, en la localidad de Abbott existe una fábrica de plaguicidas y una empresa de tratamiento de residuos industriales.

Las actividades rurales en la zona de influencia abarcan unas 42.000 ha de las cuales un 25% están dedicadas a la agricultura y un 75% a la ganadería extensiva.

Entre los usos más destacados de la laguna se encuentran la pesca deportiva y diversas actividades recreativas las cuales se acentúan en el período estival. Esta situación ha dado lugar al desarrollo de una importante infraestructura asociada que consiste en numerosos predios a la vera de la laguna que ofrecen distintas posibilidades (alojamiento en cabañas o en carpas, bajada de embarcaciones a la laguna, etc). Además existen pequeños muelles, un murallón de contención que se extiende por toda la parte del perímetro adyacente al casco urbano y el ya mencionado dispositivo de regulación del nivel hidrométrico de la laguna, que cuenta con un muro y una

compuerta, y que está situado en la unión de la laguna de Monte con la laguna las Perdices.

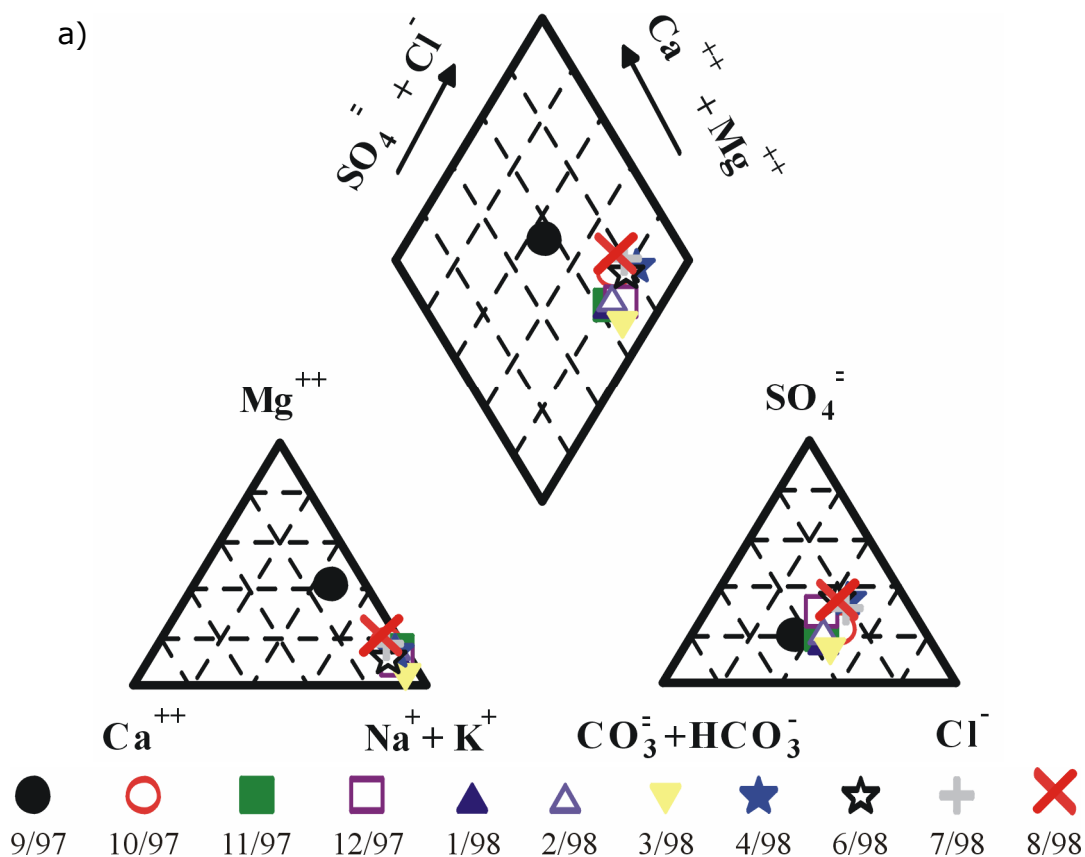
Toda esta infraestructura presente en el entorno mediato (industrias, uso de la tierra) e inmediato (predios murallones, compuerta) incide sobre la biota presente en la laguna por diversos mecanismos, los más evidentes de los cuales son los cambios en los ciclos biogeoquímicos de determinados compuestos (particularmente de los nutrientes y la materia orgánica) que determinan cambios en las producciones de los distintos componentes del ecosistema (productores primarios, secundarios, bacterias). Otros cambios de importancia asociados a las obras que circundan la laguna son los que vienen dados como consecuencia de la regulación del nivel hidrométrico del cuerpo de agua, debido a que el aumento del nivel de agua a lo largo de todo el ciclo anual disminuye drásticamente la posibilidad de colonización del cuerpo de agua por parte de macrófitas sumergidas, lo cual se encuentra acentuado por la condición somera del lago y su permanente exposición a la energía eólica, sumado esto a la presencia de peces de hábitos bentónicos, que determinan una abundante resuspensión de sedimentos finos y valores asociados de turbidez elevados que impiden a los turiones de macrófitas arraigadas recibir la cantidad de luz necesaria para desarrollarse.

La composición iónica del agua, caracterizada en base a muestras mensuales extraídas entre los meses de septiembre de 1997 y agosto de 1998 en tres sectores de la laguna (Fig. 1, ref 1, 5 y 7) mostró, pese a los eventos hidrológicos registrados en ese período, una pronunciada estabilidad (Fig 4: a, b y c).

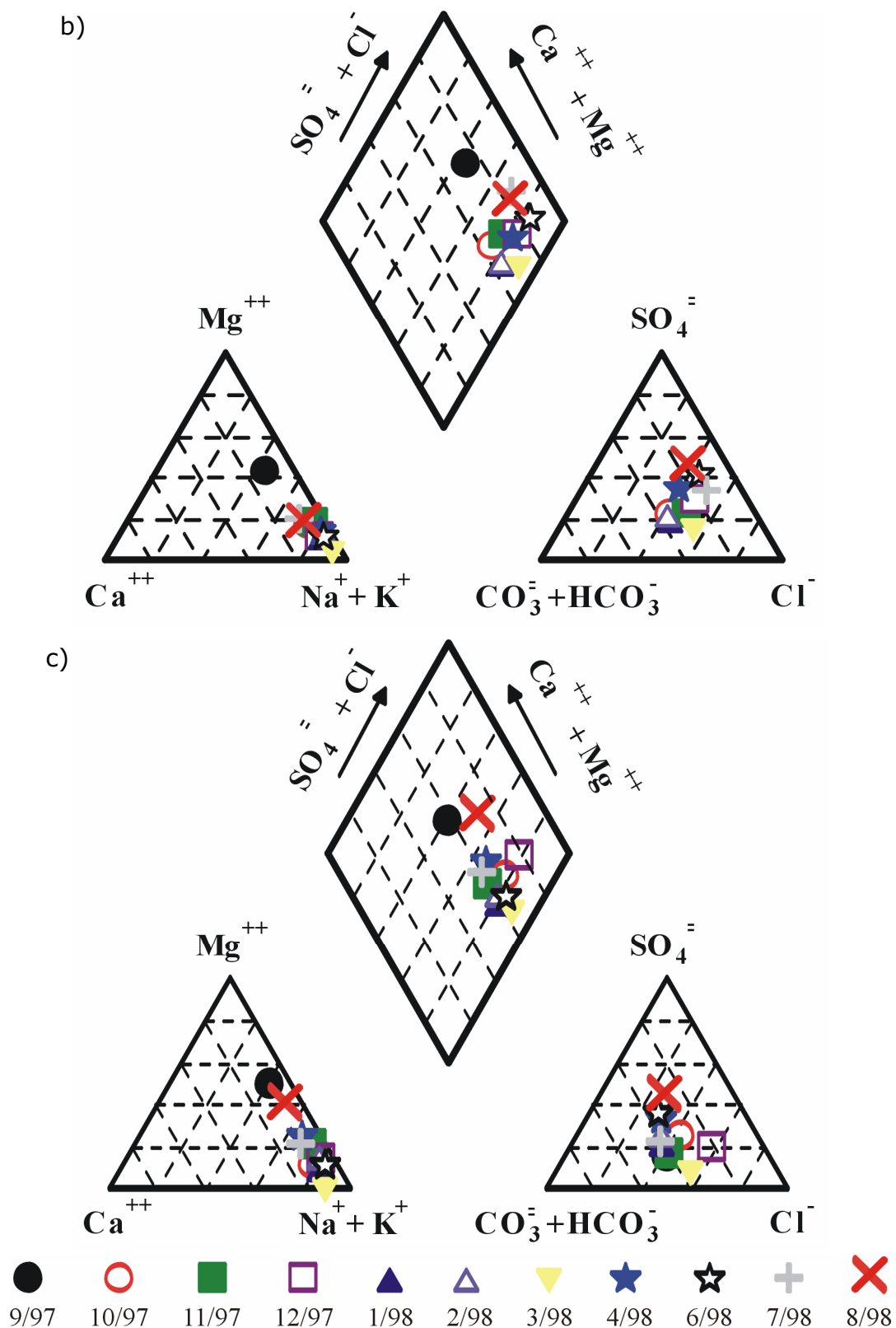
De este modo puede decirse para los aniones que, en el sector de la compuerta predominó levemente el cloruro sobre la suma de carbonatos más

bicarbonatos, por un lado, y sulfatos, por el otro. En el sector central de la laguna se observó un panorama semejante, que se diferenció del anterior en que ciertos meses (abril, junio y agosto de 1998) registraron una dominancia compartida de cloruros y sulfatos. En el sector del arroyo El Totoral, los meses mencionados se encuentran muy cerca del punto medio del diagrama, por un incremento de la alcalinidad, y con una levísima tendencia al dominio de los sulfatos.

La composición catiónica presenta en el sector de la compuerta y en el sector central de la laguna un claro predominio del sodio, que representa más del 60% de los cationes para la mayoría de los meses a excepción del primer mes muestreado (septiembre de 1997) que presentó un balance equilibrado entre la suma de sodio más potasio y el



**Fig. 4: Composición iónica del cuerpo de agua estudiado en las proximidades de la compuerta (a) durante el período comprendido entre septiembre de 1997 y agosto de 1998.**



**Fig. 4 (continuación): Composición iónica del cuerpo de agua estudiado en el sector central de la laguna (b) y en el sector sector adyacente al arroyo El Totoral (c) durante el período comprendido entre septiembre de 1997 y agosto de 1998.**

magnesio. Esta característica se acentuó en las proximidades del arroyo El Totoral, donde el magnesio fue el catión dominante en septiembre de 1997, además de tener una importante participación en agosto de 1998.

Esta composición iónica difiere sensiblemente de la esperada para valores semejantes de sólidos disueltos totales según Baca *et al* (2000), a partir de cuyas consideraciones se podrían esperar aguas bicarbonatadas cálcicas o sódicas. La diferencia se explica en parte debido al intercambio de cationes  $\text{Ca}^{++}$  por  $\text{Na}^+$  en los minerales de la cuenca (montmorilonita), que enriquecen al agua en  $\text{Na}^+$ , que por esta razón no está en balance con el  $\text{Cl}^-$ . Por ese desbalance se entiende que el proceso de intercambio predomina sobre la evaporación que, por un lado, provoca enriquecimientos proporcionales en  $\text{Cl}^+$  y en  $\text{Na}^+$  y, por el otro, eleva mucho más la salinidad del cuerpo de agua (Fernández Cirelli y Miretzky, 2004).

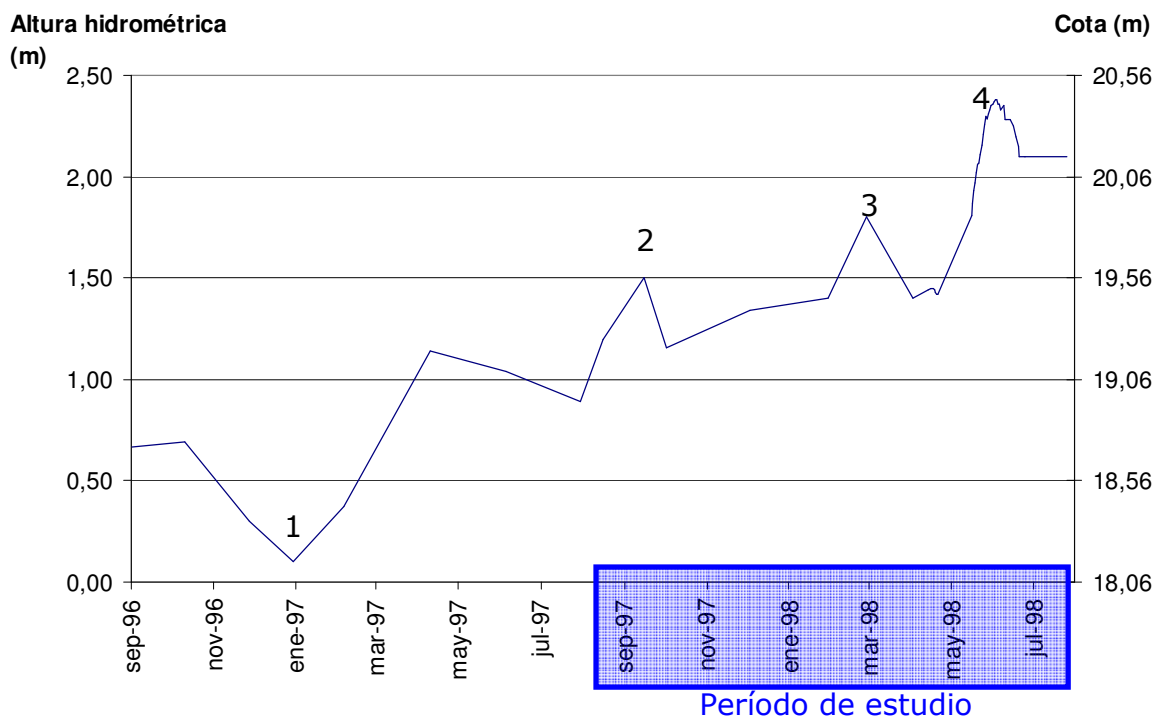
La fauna íctica de la laguna presenta especies como el pejerrey (*Odonthestes bonaerensis*), el sabalito (*Cyphocharax voga*), el dientudo (*Oligosarcus jenynsi*), varias especies de mojarra y mojarritas (*Astyanax eigenmanniorum*, *A. fasciatus*, *Cheirodon interruptus*, *Bryconamericus* sp.), la carpa (*Cyprinus carpio*), la madrecita (*Jenynsia lineata*), la mandufia (*Ramnogaster melanostoma*), el bagre (*Rhamdia sapo*), el bagre cantor (*Pimelodella laticeps*), la coridora (*Corydoras paleatus*), y la vieja (*Loricarichthys anuus*) (Grosman *et al* , 2002).

# **Ciclo Anual 1997~1998**



## Introducción

Previo a este período y durante el transcurso del mismo se registraron eventos hidro~meteorológicos extraordinarios que influyeron marcadamente en las variables analizadas. Los fenómenos más destacados fueron: 1) la desecación parcial de la laguna durante el verano previo al inicio de los muestreos (Fig. 3) por apertura de la compuerta y consecuente salida del agua hacia la laguna Las Perdices, 2) las lluvias extraordinarias registradas durante el período de toma de muestras (diciembre de 1997 y abril y mayo de 1998) y, finalmente, 3) las inundaciones que afectaron toda la cuenca del río Salado y que provocaron el aumento del nivel hidrométrico de todas las lagunas encadenadas y la consiguiente entrada de agua a la laguna de Monte desde la laguna Las Perdices, en junio de 1998. Todo esto provocó marcadas fluctuaciones del nivel hidrométrico en los meses estudiados (Fig. 5).



**Fig. 5: Altura hidrométrica, cota y eventos hidrológicos que afectaron al ambiente antes y durante el ciclo anual: 1, desecación parcial; 2, entrada de agua por creciente del arroyo El Totoral; 3, lluvias extraordinarias; 4, entrada de agua por creciente del río Salado.**

Por otra parte, entre noviembre de 1997 y abril de 1998, ocurrió la colonización de la cubeta por la macrófita arraigada *S. pectinata* (Fig. 6) que declinó posteriormente hasta desaparecer por completo durante el período de inundaciones del mes de mayo, con la elevación del nivel hidrométrico del cuerpo de agua.



**Fig 6. : Laguna de San Miguel del Monte colonizada por la macrófita sumergida *Stukenia pectinata* durante el verano 1997-1998.**

Durante el primer ciclo anual la toma de muestras estuvo diseñada para satisfacer los siguientes objetivos:

- ⇒ Describir las variaciones tanto de los parámetros físico~químicos como biológicos (fitoplancton y zooplancton) para cada estación de muestreo en función del tiempo,
- ⇒ Relacionar dichas variaciones con los eventos hidrometeorológicos que afectaron al cuerpo de agua antes y durante el período de estudio,
- ⇒ Analizar la existencia de diferencias significativas de los parámetros físico~químicos y biológicos entre las distintas estaciones de muestreo,

⇒ Analizar la existencia de diferencias significativas de los parámetros físico~químicos y biológicos entre los distintos estratos del perfil vertical desarrollado en el sector más profundo de la laguna,

⇒ Identificar las variables físicas, químicas y biológicas que actúan como principales factores de control de la comunidad zooplanctónica en situaciones semejantes a las que se encontraron en este ciclo anual.

**Parámetros Físico ~ Químicos****1. Materiales y métodos****1.1. Toma de muestras.**

Entre los meses de septiembre de 1997 y agosto de 1998 se extrajeron muestras de agua de la laguna, destinadas a la realización de la determinación de parámetros químicos (Fósforo Total, Nitrógeno total, polifenoles disueltos, Sólidos Suspendidos, Materia orgánica, Clorofila "a", Feopigmentos). Las extracciones se realizaron con frecuencia mensual, en tres estaciones de muestreo: la zona próxima a la compuerta que separa a la laguna de San Miguel del Monte de la laguna Las Perdices (Fig. 1, ref. "1"), el sector más profundo de la laguna (Fig. 1, ref. "5") y el extremo opuesto cercano al arroyo El Totoral (Fig. 1, ref. "7"). Las muestras en las estaciones 1 y 7 consistieron en la extracción de agua de los niveles superficiales, mientras que en el sector central de la laguna (Fig. 1, ref. "5") se efectuó un perfil vertical para lo cual se extrajeron muestras de los distintos niveles de la columna de agua a intervalos de 30 cm. Las muestras fueron refrigeradas y conducidas al laboratorio para su análisis.

En forma simultánea a la toma de muestras destinadas a los análisis químicos mencionados, se registraron *in situ* una serie de parámetros físico-químicos (temperatura del agua, pH, salinidad oxígeno disuelto y conductividad) con el mismo esquema de integración de la columna de agua (estaciones 1 y 7) y desarrollo de perfil vertical (estación 5) descrito anteriormente. Para tal fin se utilizó un sensor múltiple (HORIBA U-10).

## 1.2. Análisis químicos.

**Fósforo Total:** para la determinación de las concentraciones del fósforo total disuelto (en base a muestras filtradas por medio de filtros Wathmann GF/C) y del fósforo total particulado (previo al filtrado) se efectuó una digestión con persulfato de potasio y ácido sulfúrico y se determinó su concentración con molibdato amónico y lectura espectrofotométrica a 885 nm (APHA, 1995).

**Nitratos + Nitritos:** se determinó por reducción de los nitratos con sulfato de hidracina y posterior diazotización para lectura espectrofotométrica a 543 nm (APHA, 1995).

**Polifenoles solubles:** su concentración se determinó por el método del reactivo Folin Ciocalteus-carbonato tartrato (APHA, 1995).

**Sólidos en suspensión y materia orgánica particulada:** se filtró agua utilizando filtros Whatmann GF/C tarados. Primero se colocaron en estufa a 105 ° C y se obtuvo el peso para obtener la concentración de sólidos suspendidos. Posteriormente se colocaron en mufla a 550 °C durante dos horas, y se determinaron las pérdidas por ignición (% de materia orgánica).

**Materia orgánica disuelta:** por estimación aproximada por lectura espectrofotométrica a 440 nm.

**Concentración de clorofila "a":** por filtrado de agua con filtros Whatmann GF/C. Los filtros se colocaron en acetona al 90% durante 48 horas en oscuridad y frío para efectuar la extracción de los pigmentos. Se realizaron lecturas espectrofotométricas del extracto. Se utilizó la fórmula de Lorenzen para determinar la concentración de Clorofila "a" activa y feopigmentos (APHA, 1995).

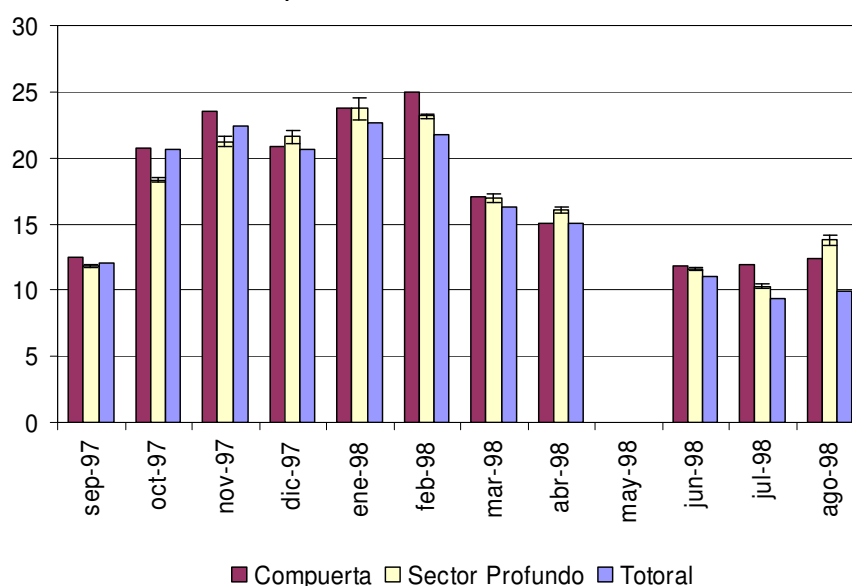
## 2. Resultados.

### 2.1. Variación de los parámetros físico ~ químicos en dimensión horizontal.

#### 2.1.1. Temperatura del agua.

Los registros de temperatura del agua (Fig. 7) mostraron una variación estacional sensiblemente menos marcada que la esperable debido a que los eventos de muestreo en verano coincidieron con días de bajas temperaturas para dicha época del año. Esto se aprecia para todo el período estival (no hay registros de temperatura superiores a los 25 °C) pero se acentúa en marzo de 1998 en el cual las temperaturas registradas para los tres sectores analizados están en torno a los 17 °C.

No se observaron grandes diferencias de temperatura entre los tres sitios relevados. Teniendo en cuenta que el proceso de toma de las muestras se efectuó generalmente entre las 9 y las 13 horas, las diferencias (que nunca alcanzaron los 4°C) fueron generalmente menores que la amplitud térmica registrada en la atmósfera para esos momentos.



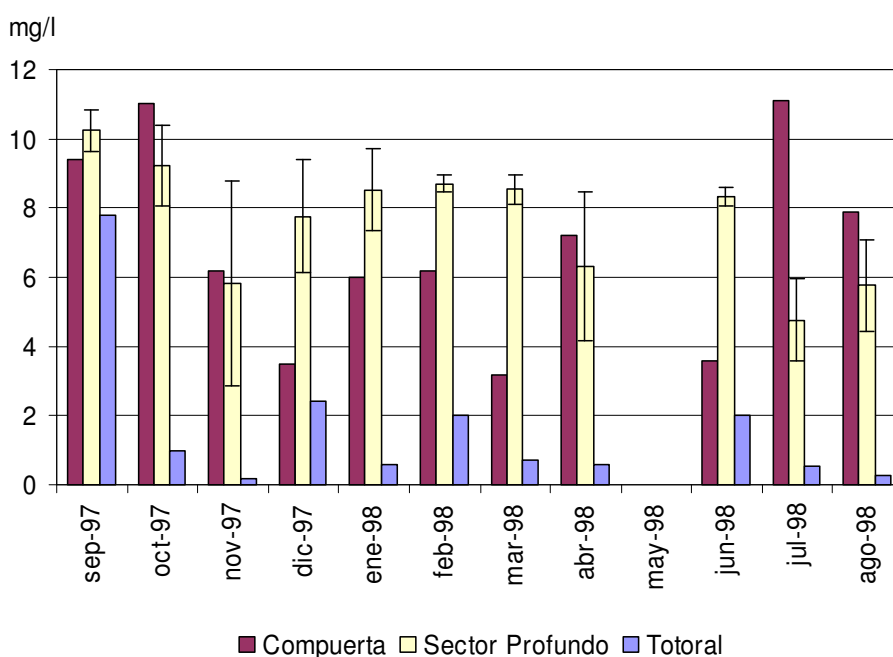
**Fig 7. : Variación de la temperatura para las tres estaciones de muestreo, durante el ciclo anual.**

### 2.1.2. Oxígeno disuelto.

La concentración de oxígeno disuelto (Fig. 8) en el sector de la compuerta que comunica a la laguna de Monte con la laguna Las Perdices, osciló entre 3,16 mg/l (32.5% de saturación) en marzo de 1998 y 11,1 mg/l (116% de saturación en julio de 1998).

En el sector más profundo de la laguna, las concentraciones medias para la columna de agua variaron entre 4,75 mg/l (46,4% de saturación), en julio de 1998 y 10,25 mg/l (106% de saturación) en septiembre de 1997, registrándose eventualmente valores cercanos a la anoxia en abril de 1998 (0,1 mg/l) y noviembre de 1997 (0,4 mg/l), en la interfase con el sedimento.

El arroyo "El Totoral" mostró claras diferencias con el resto de la laguna en cuanto al oxígeno disuelto en el agua debido a que se registraron aquí las menores concentraciones a lo largo de todo el ciclo anual. En esta estación, las concentraciones fueron con frecuencia, inferiores a 1 mg O<sub>2</sub>/l (2 a 8% de saturación) si bien se registró un pico de 7,8 mg/l (79% de saturación) en septiembre de 1997.



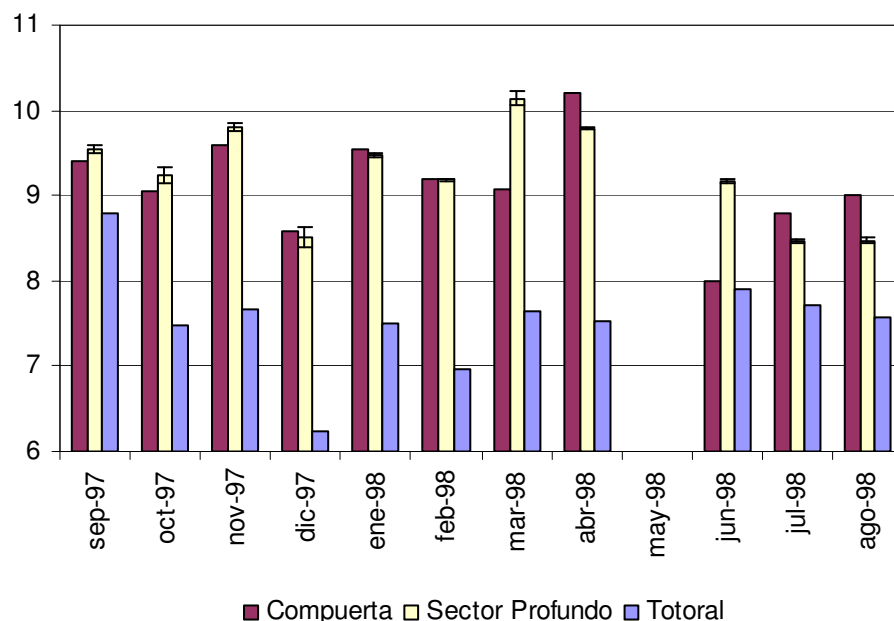
**Fig. 8. : Variación de la concentración de oxígeno disuelto en las tres estaciones de muestreo, durante el ciclo anual.**

### 2.1.3. pH.

Los valores de pH mostraron claras diferencias entre los registros de las tres estaciones de muestreo (Fig. 9). Así, en el sector próximo a la compuerta, el pH osciló siempre en un rango de valores básicos, alcanzando 10,2 en abril de 1998, mientras que el valor más neutro para este sitio fue de 7,99 en junio de 1998.

En el sector más profundo de la laguna, los valores medios para toda la columna de agua tuvieron su nivel más alcalino en marzo (10,14) y los valores menos alcalinos, que fueron cercanos a 8,5, se registraron en diciembre de 1997, y julio y agosto de 1998.

Finalmente, en el sector más próximo al arroyo "El Totoral" mostró valores sensiblemente más ácidos que en los sitios anteriores, alcanzando incluso valores por debajo de 7 en diciembre de 1997 y febrero de 1998.



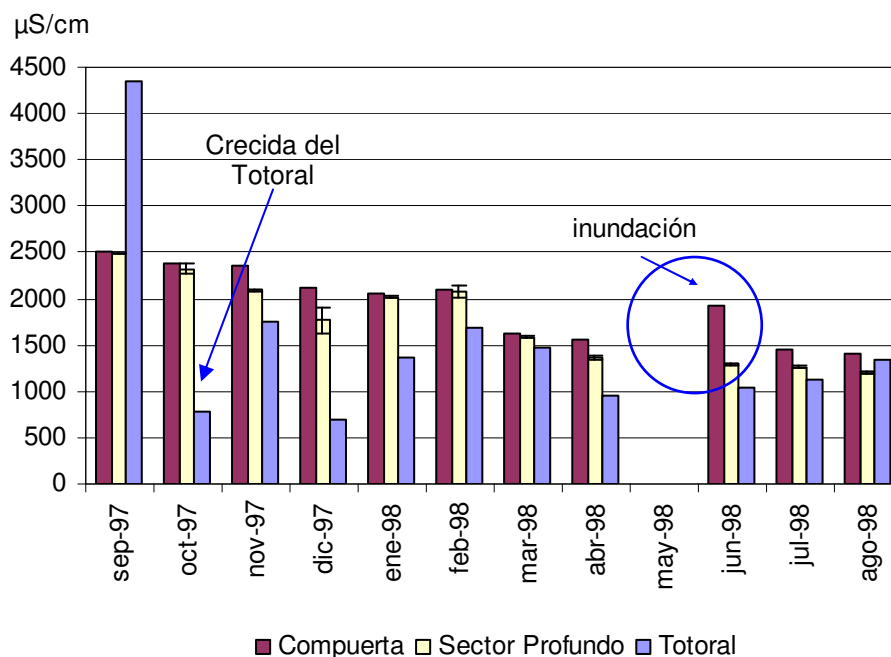
**Fig. 9: Variación del pH en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**



#### 2.1.4. Conductividad.

La conductividad (Fig. 10) mostró claras similitudes entre los registros del sector de la compuerta y del sector más profundo de la laguna. Estos sitios tuvieron sus valores más elevados en septiembre de 1997 (alrededor de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Luego disminuyó en forma paulatina hasta marzo de 1998 (1550  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el sector de la compuerta y 1365  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para el sector más profundo). La mayor diferencia entre estas estaciones se registró en junio de 1998, momento en que el agua del sector adyacente a la compuerta exhibió un pico secundario de 1920  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que en el sector profundo de la laguna no superó los 1290  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

En el sitio adyacente al arroyo "El Totoral" se registraron marcadas fluctuaciones. Así, el máximo valor para esta estación se registró en septiembre de 1997 (4340  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), descendiendo rápidamente por lo que en octubre de 1997 (789  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y diciembre del mismo año (695  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) resultaron los valores mínimos para la totalidad del cuerpo de agua.



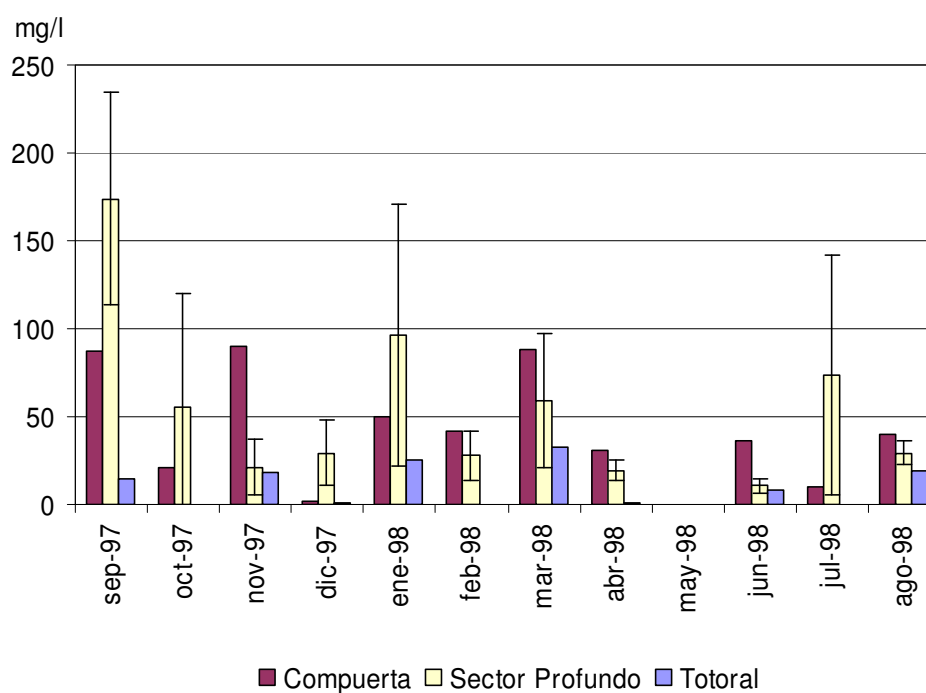
**Fig. 10: Variación de la conductividad en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

### 2.1.5. Sólidos en Suspensión.

En el sector más cercano a la laguna Las Perdices, los sólidos en suspensión (Fig. 11) oscilaron sin una tendencia definida, entre 2 mg/l en diciembre de 1997 y 90 mg/l en noviembre.

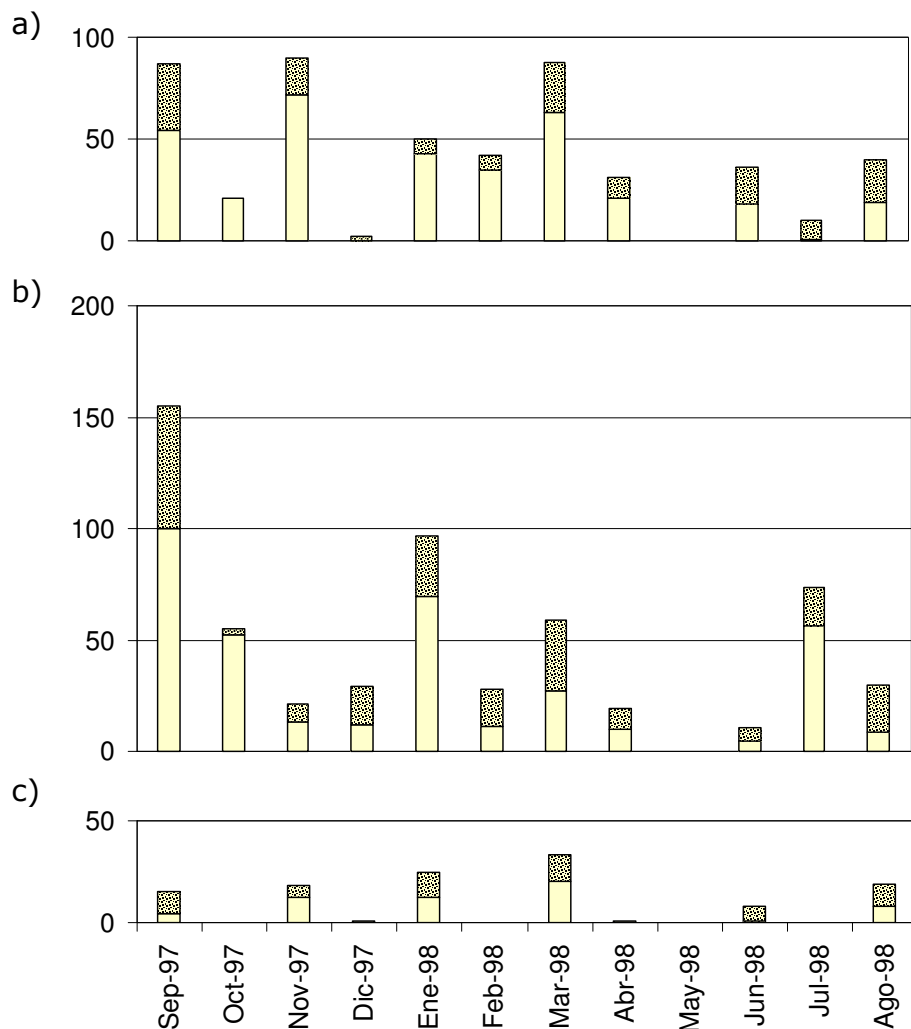
En el sector central de la laguna, los sólidos en suspensión tuvieron su valor medio máximo de 174 mg/l en septiembre de 1997 y el mínimo (10,8 mg/l) en junio de 1998.

En la desembocadura del arroyo El Totoral, las concentraciones de sólidos suspendidos fueron bajas para todo el período de estudio, variando entre valores inferiores a 1 mg/l (octubre de 1997 y febrero y julio de 1998) y un máximo de 33 mg/l (marzo de 1998).



**Fig. 11: Variación de la concentración de los sólidos en suspensión en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

Cuando se tiene en cuenta la contribución de las fracciones inorgánica y orgánica al total de los sólidos en suspensión (Fig. 12), pueden observarse marcadas fluctuaciones de ambos componentes, con un predominio general de los sólidos inorgánicos.



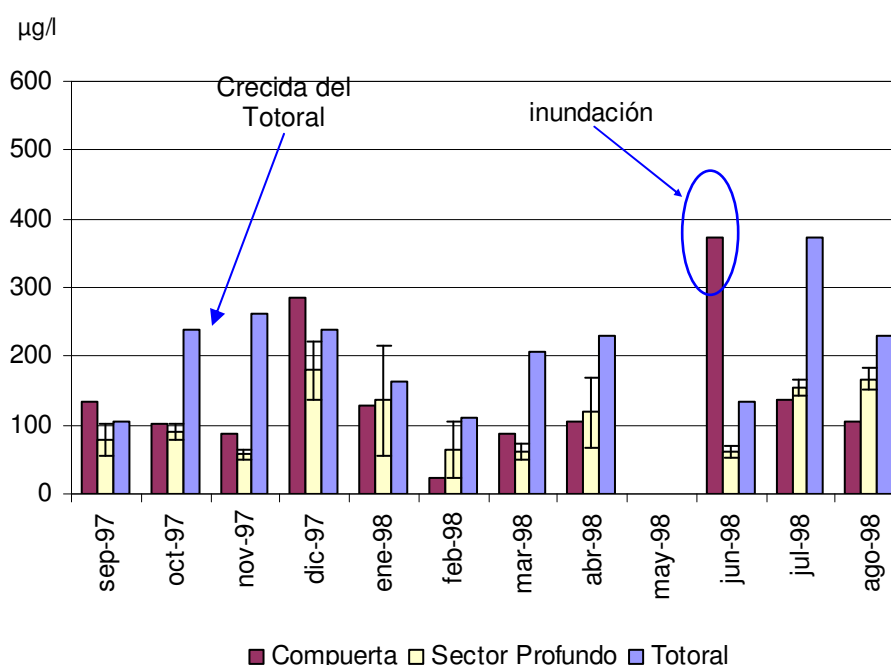
**Fig. 12: Variación de la concentración de los sólidos en suspensión inorgánicos (colores simples) y orgánicos (punteados en negro) en el sector de la compuerta (a), en el centro de la laguna (b) y en la zona adyacente a la desembocadura del arroyo El Totoral (c). Datos expresados en mg/l.**

### 2.1.6. Fósforo Total Disuelto.

La concentración de fósforo total disuelto (Fig 13) en el extremo de la laguna cercano a la compuerta rondó los 100~150  $\mu\text{g/l}$  en casi todo el ciclo anual, a excepción de diciembre de 1997 (286  $\mu\text{g/l}$ ), febrero de 1998 (mínimo absoluto, con 23  $\mu\text{g/l}$ ), y junio de 1998 (valor máximo, de 374  $\mu\text{g/l}$ ).

En el sector central, se observaron las menores fluctuaciones en comparación con los otros dos sitios. El valor máximo se registró en diciembre de 1997 (179,5  $\mu\text{g/l}$ ), momento a partir del cual la concentración disminuyó paulatinamente hasta marzo de 1998 (62,27  $\mu\text{g/l}$ ), para luego fluctuar entre 61,38  $\mu\text{g/l}$  (junio) y 166,65  $\mu\text{g/l}$  (agosto).

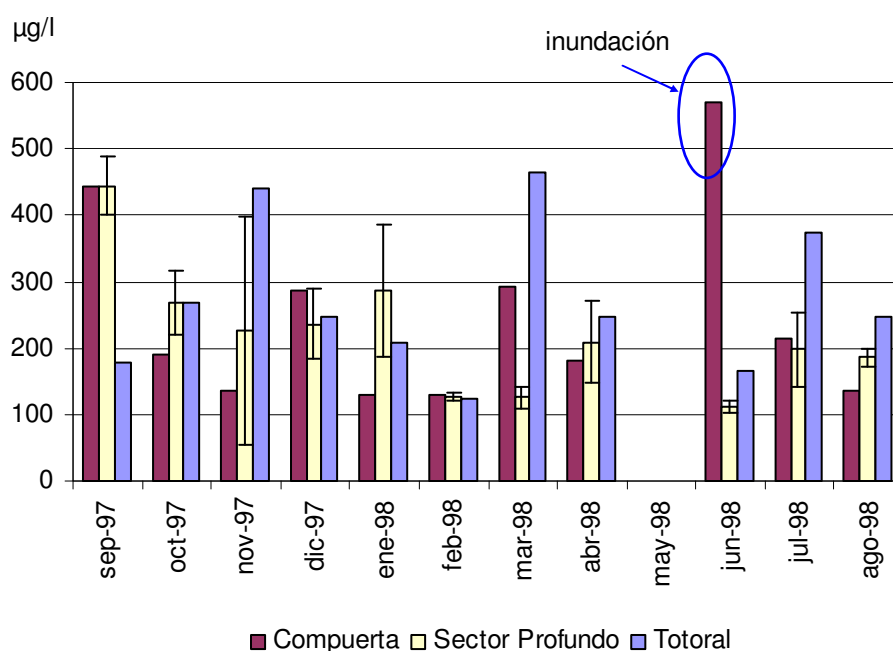
En el sector adyacente al arroyo "El Totoral", se registró un pico secundario en noviembre de 1997 (261,7  $\mu\text{g/l}$ ). Hacia marzo y abril de 1998 se observa un aumento (229,9  $\mu\text{g/l}$  en abril), mientras que el valor máximo absoluto se registró en julio de 1998 (374  $\mu\text{g/l}$ ).



**Fig. 13: Variación del fósforo total disuelto en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

### 2.1.7. Fósforo Total.

En las muestras que se analizaron sin filtrar con el propósito incluir en el análisis al fósforo particulado (Fig. 14) pueden verse las mismas tendencias descritas para el fósforo total soluble, pero con valores más elevados y con picos más exacerbados para los meses en los cuales se registraron gran cantidad de sólidos en suspensión, como ocurrió en septiembre de 1997 (444,4  $\mu\text{g/l}$ ) y enero de 1998 (286  $\mu\text{g/l}$ ) en el sector central de la laguna.



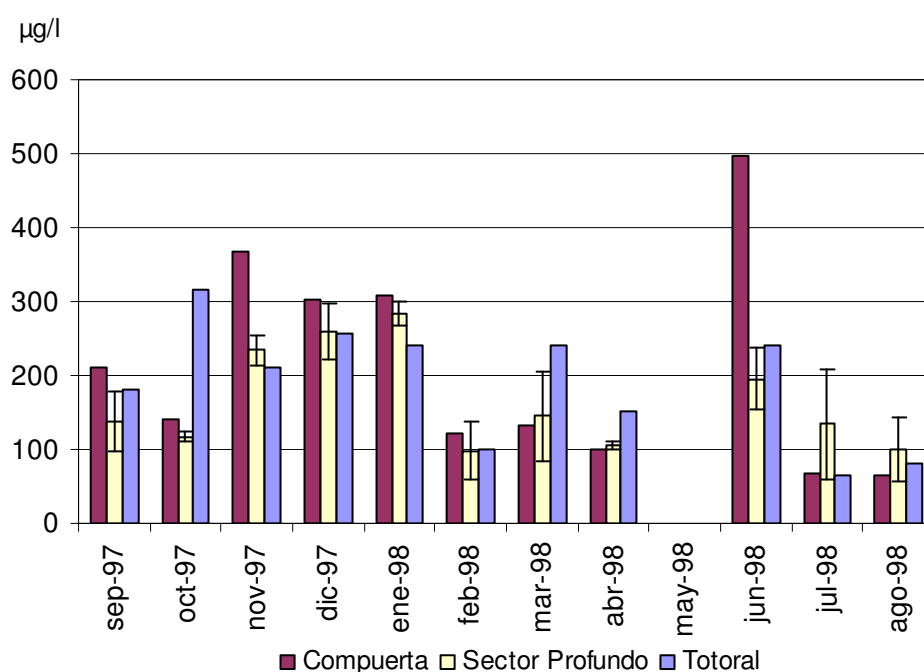
**Fig. 14: Variación de la concentración de fósforo total en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

### 2.1.8. Nitratos más Nitritos.

En el sector de la compuerta, la concentración de los nitratos más nitritos (Fig. 15) mostró una primera tendencia al aumento en noviembre (369  $\mu\text{g/l}$ ) seguida de una disminución sostenida hacia abril de 1998 (101  $\mu\text{g/l}$ ) luego de lo cual el sitio exhibió el máximo absoluto para toda la laguna en el ciclo anual (497  $\mu\text{g/l}$  en junio de 1998). La concentración decreció en los últimos meses (llegando al mínimo de 65  $\mu\text{g/l}$  en agosto de 1998), fenómeno que afectó a toda la laguna.

En el sector central, también se verificó una tendencia al aumento en los primeros meses del ciclo, para alcanzar un valor de 283,5  $\mu\text{g/l}$  en enero de 1998. A partir de ese momento, la concentración disminuyó para oscilar en torno a los 100  $\mu\text{g/l}$ . Hacia los tres últimos meses del período de estudio y en concordancia con los otros sectores de la laguna, se registró un aumento en la concentración, seguido en los meses siguientes por una disminución que llevó la concentración de los nitratos más nitritos a los valores locales más bajos (99  $\mu\text{g/l}$ ).

El sector del arroyo El Totoral mostró el máximo absoluto en octubre de 1997 (317  $\mu\text{g/l}$ ). Una concentración relativamente alta persistió hasta enero de 1998. A partir de ese momento los valores comenzaron a fluctuar, hasta mostrar, en junio, un pico regularmente alto (241  $\mu\text{g/l}$ ) luego del cual la concentración descendió a valores mínimos en los dos últimos meses (65  $\mu\text{g/l}$  para julio y 80  $\mu\text{g/l}$  para agosto de 1998).

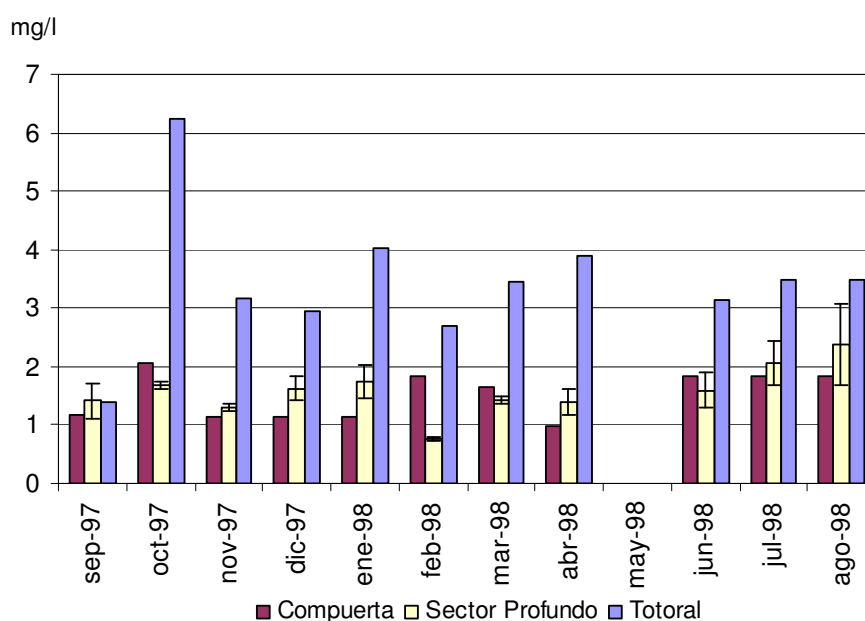


**Fig. 15: Variación de la concentración de nitratos mas nitritos en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

### 2.1.9. Polifenoles solubles.

La concentración de polifenoles solubles (Fig. 16) fue más o menos constante a lo largo del período de estudio tanto en el sector próximo a la compuerta, donde osciló entre 0,99 mg/l (abril de 1998) y 2,06 (octubre de 1997) como en la zona central de la laguna, donde varió entre 0,76 mg/l en febrero de 1998 y 2,34mg/l en agosto de 1998. Como se aprecia en la figura 14, no se observaron grandes diferencias entre las dos estaciones mencionadas a excepción de febrero, momento en que la concentración de polifenoles solubles en las proximidades de la compuerta (1,83 mg/l) fue más del doble de la encontrada en el sector profundo de la laguna (0,75 mg/l).

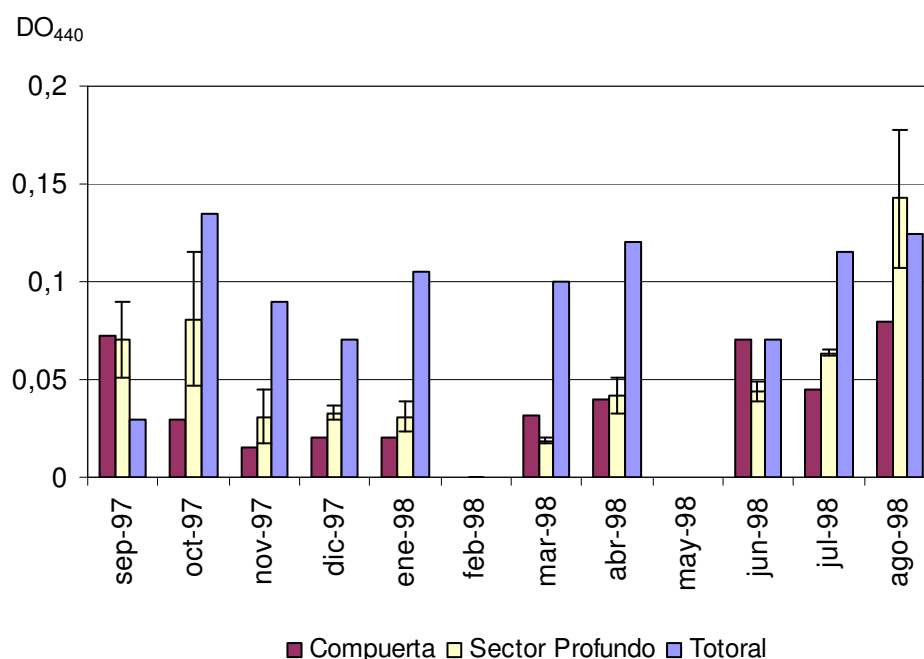
El extremo adyacente al arroyo "El Totoral" mostró concentraciones mucho mayores y una gran oscilación en este parámetro. Inicialmente mostró un valor mínimo de 1,39 mg/l (septiembre de 1997). En adelante, varió en casi todo el resto del ciclo anual en un rango de entre 2,7 y 4 mg/l, presentando eventualmente valores extremadamente altos (6,25 mg/l en octubre de 1997).



**Fig. 16: Variación de la concentración de polifenoles solubles en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

### 2.1.10. Materia Orgánica.

La estimación de la materia orgánica por medio de la medición de la absorbancia a 440 nm (Fig. 17) mostró una gran coincidencia para las tres estaciones de muestreo con las concentraciones de polifenoles solubles obtenidos por el método de Folin Ciocalteus-carbonato tartrato. Esto se apreció tanto en las tendencias como en los valores extremos. También pudo apreciarse la similitud entre el sector adyacente a la compuerta y el sector profundo de la laguna (que no se verificaron sólo en octubre de 1997 y agosto de 1998), y las diferencias de estos dos sectores con el extremo adyacente al arroyo El Totoral, que generalmente mostró valores más elevados.



**Fig. 17: Variación de la concentración de materia orgánica (estimada por la densidad óptica a  $\lambda=440$  nm) en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

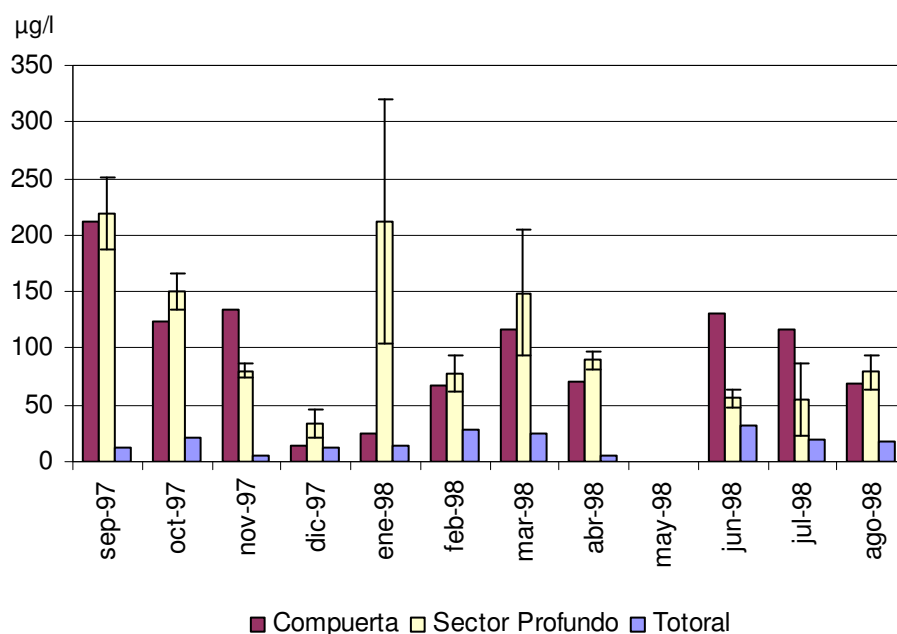


### 2.1.11. Clorofila "a".

En la zona de la compuerta, la concentración de clorofila "a" (Fig 18) fue de  $98 \text{ mg/m}^3$  en promedio y fluctuó sin una tendencia definida. Registró su valor mínimo en diciembre de 1997 ( $14 \text{ mg/m}^3$ ) y el máximo en septiembre de 1997 ( $213 \text{ mg/m}^3$ ).

En el sector central de la laguna existió, al inicio del período de estudio, una clara tendencia a la disminución de la concentración de clorofila "a" que llegó a su valor mínimo ( $33,4 \text{ mg/m}^3$ ) en diciembre de 1997. Al mes siguiente alcanzó su pico máximo ( $212,4 \text{ mg/m}^3$ ).

El sitio más próximo al arroyo "El Totoral" se caracterizó por una marcada escasez de clorofila "a" fitoplanctónica ( $17 \text{ mg/m}^3$  en promedio para todo el año, con un máximo de  $32 \text{ mg/m}^3$  en junio de 1998 y dos mínimos de  $6 \text{ mg/m}^3$  en noviembre de 1997 y abril de 1998) cuyos valores máximos fueron sensiblemente menores que los mínimos registrados en los otros dos sitios.

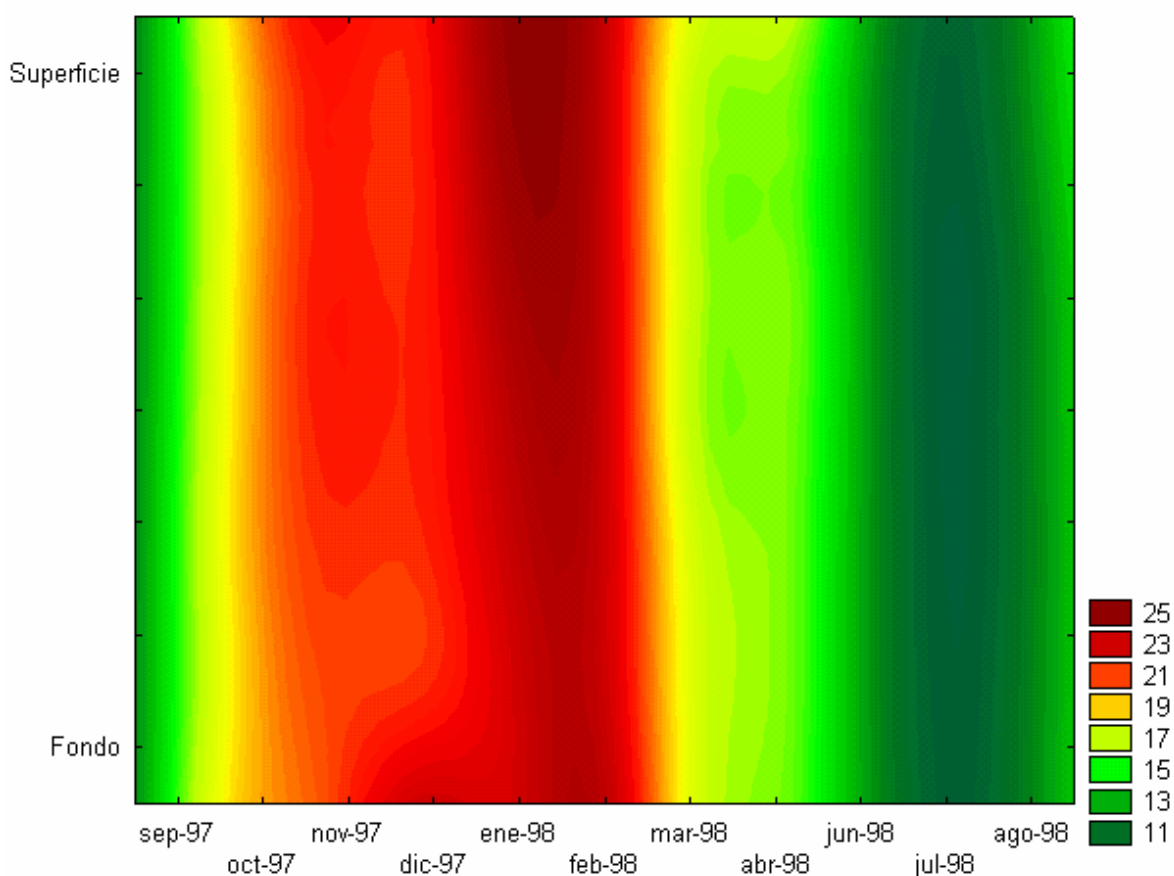


**Fig. 18: Variación de la concentración de clorofila "a" en las tres estaciones de muestreo durante el ciclo anual.**

## 2.2. Variación de los parámetros físico ~ químicos en dimensión vertical.

### 2.2.1. Temperatura del agua.

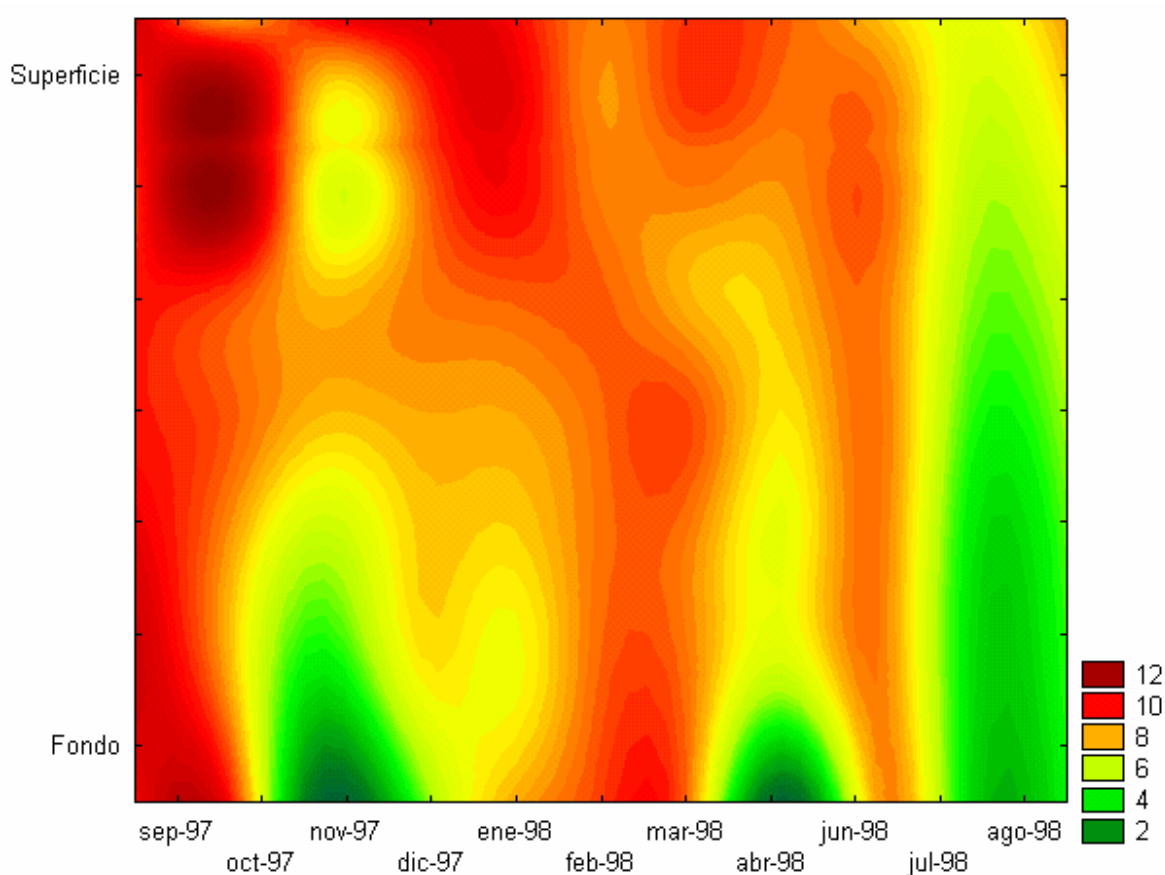
En el detalle del perfil vertical de la temperatura del agua desarrollado en el sector más profundo de la laguna (Fig. 19 y barras de error de la Fig. 7) los resultados mostraron una clara independencia respecto de la profundidad para la mayoría de los meses analizados y sólo se apreció cierta diferencia en los meses de verano, siendo más marcada la registrada en enero de 1998, momento en que la temperatura del nivel superficial fue 2,3 °C más alta que la del estrato más cercano a los sedimentos (25 y 22,7 °C respectivamente).



**Fig. 19: Detalle de la temperatura (°C) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.2. Oxígeno disuelto.

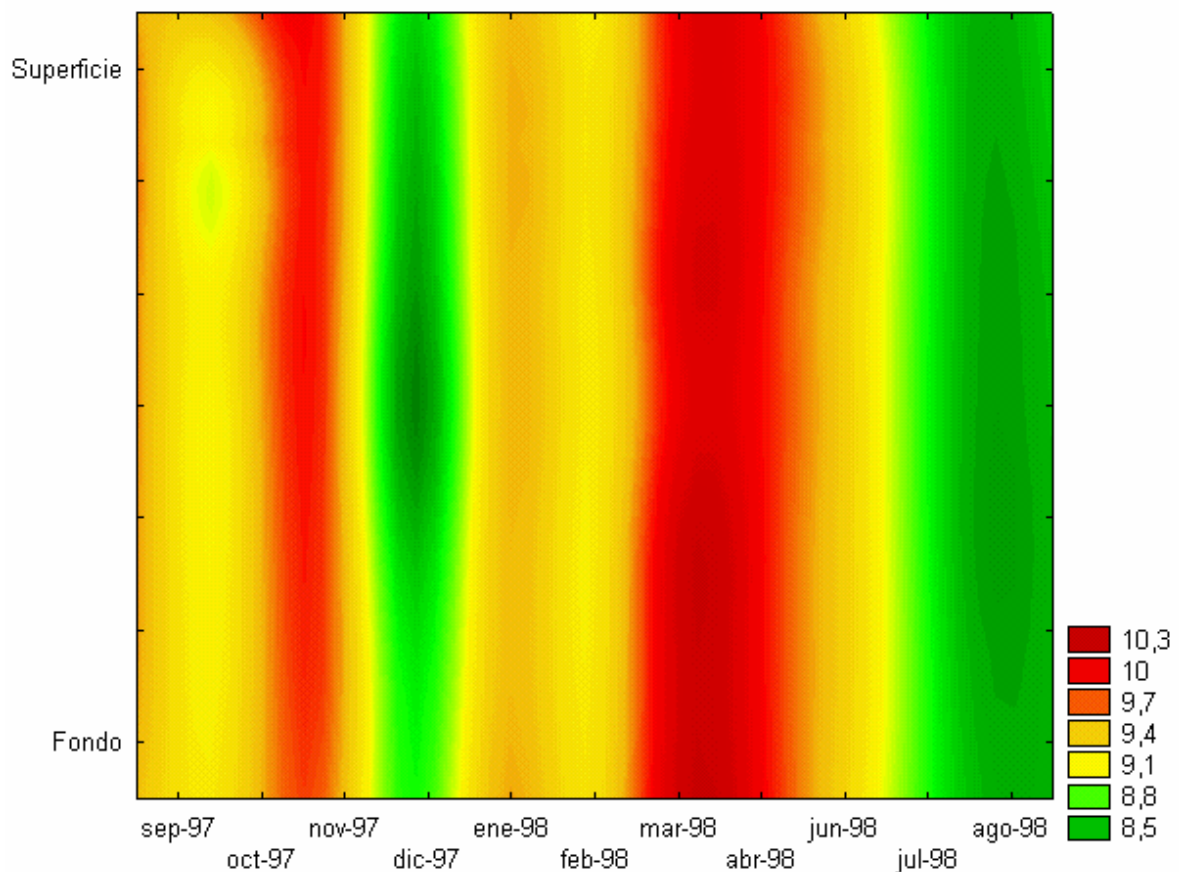
El perfil vertical de la concentración de oxígeno disuelto (Fig. 20 y barras de error de la media en la Fig. 8) mostró un marcado gradiente de concentraciones crecientes hacia los estratos superficiales en noviembre y diciembre de 1997 y abril, julio y agosto de 1998. De esta manera se observaron, en las proximidades de los sedimentos, concentraciones inferiores a 1 mg/l en noviembre de 1997 (0,4 mg/l) y abril de 1998 (0,09 mg/l).



**Fig. 20: Concentración de oxígeno disuelto (mg/l) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.3. pH.

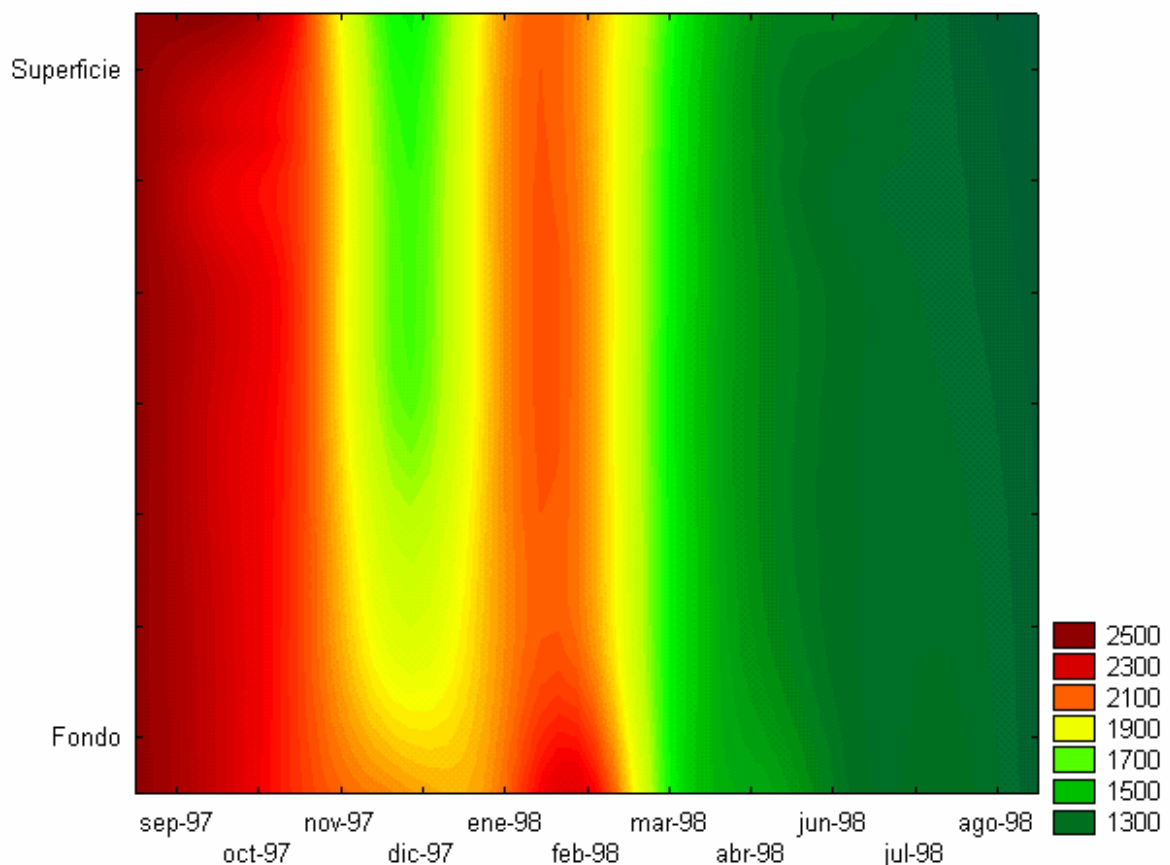
El perfil vertical realizado en el sector más profundo de la laguna (Fig. 21 y barras de error de Fig. 9) no mostró mayores diferencias entre los niveles superficiales y profundos de la columna de agua (0,4 entre los niveles intermedios y profundos de la columna de agua, en diciembre de 1997). Pudo observarse una variación estacional bimodal que incluyó dos extremos básicos (noviembre de 1997 y marzo de 1998) y dos extremos ácidos (diciembre de 1997 y agosto de 1998).



**Fig. 21: pH en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

#### 2.2.4. Conductividad.

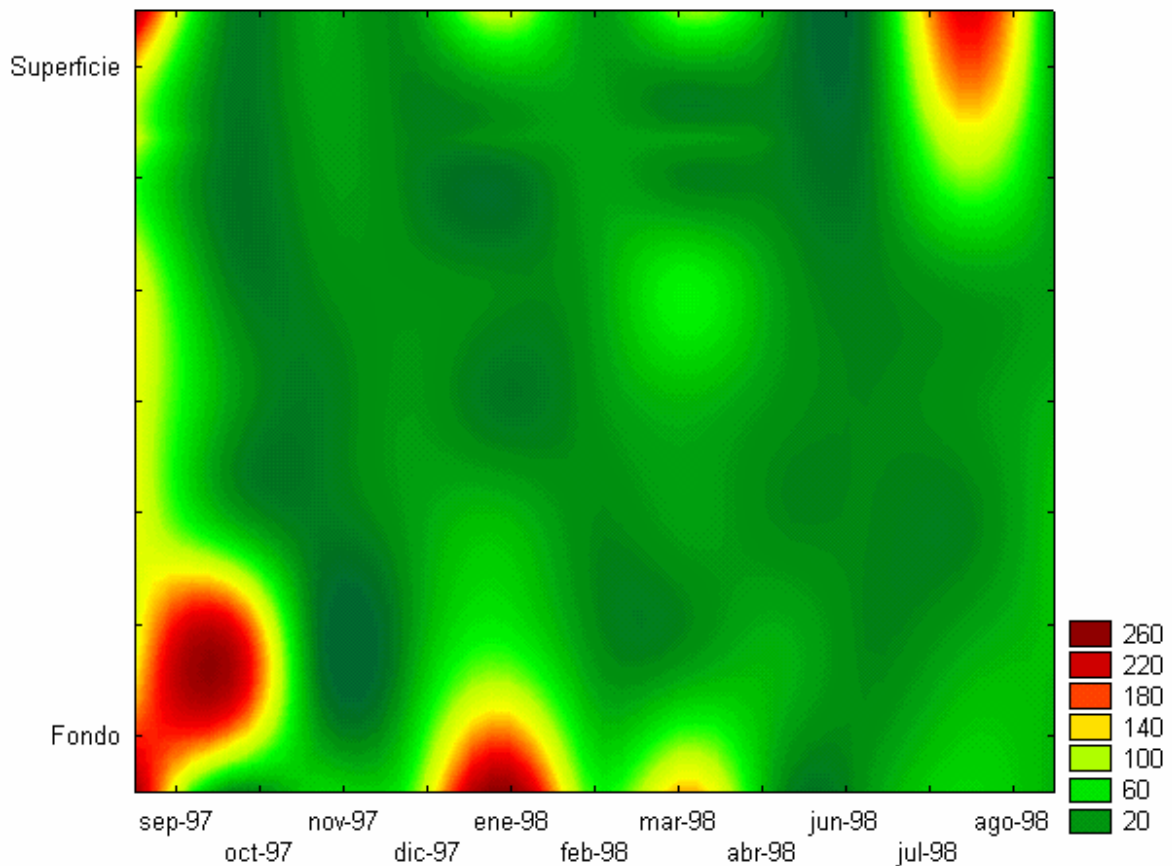
El comportamiento de esta variable en el perfil vertical (Fig. 22 y barras de error de la media de la Fig. 10) mostró una clara independencia respecto de la profundidad para todo el ciclo anual, a excepción de diciembre de 1997 en que se registró cierta diferencia entre los extremos de la columna de agua (1610  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en superficie y un aumento en profundidad hasta llegar a 2030 en el sector más próximo a los sedimentos). En líneas generales, a lo largo del ciclo anual existió una tendencia al descenso de la conductividad que puede apreciarse con claridad pese a las fluctuaciones de esta variable entre noviembre de 1997 y febrero de 1998.



**Fig. 22: Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.5. Sólidos en suspensión.

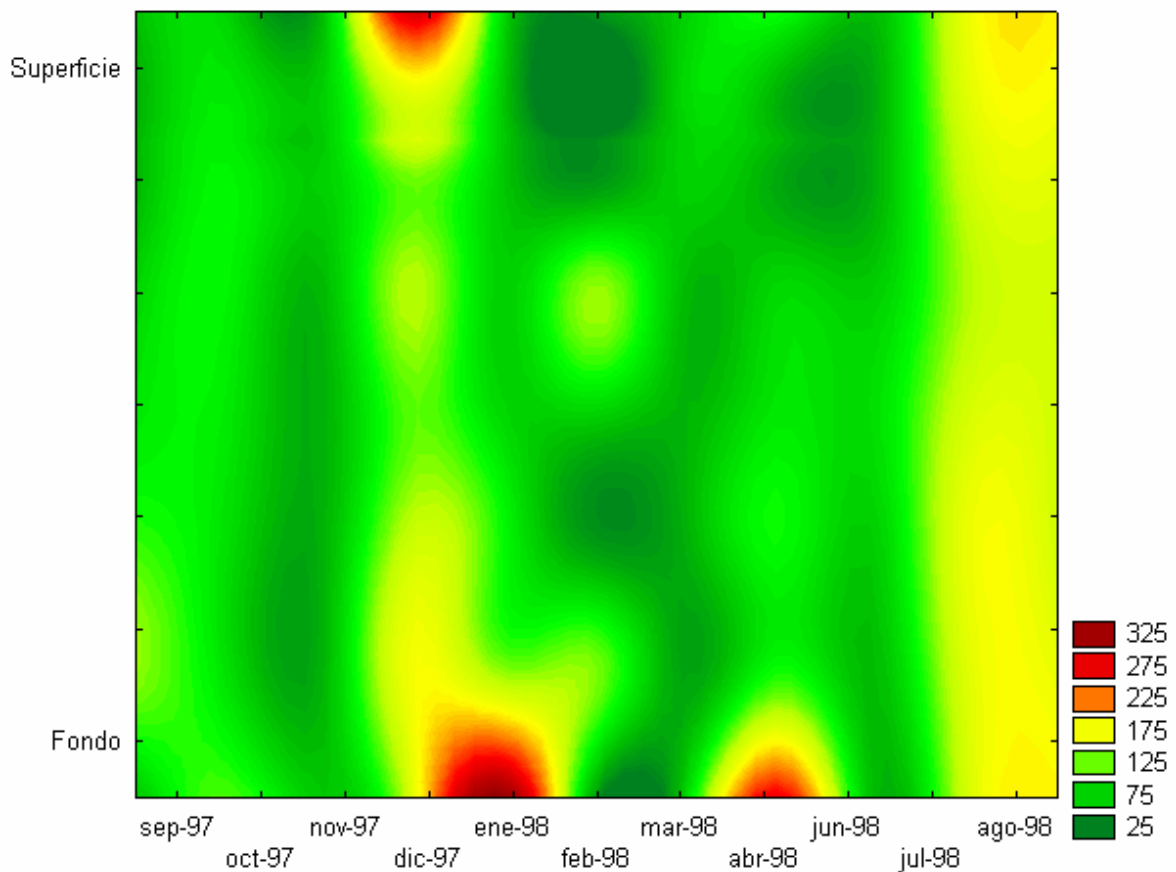
Los sólidos en suspensión mostraron una fuerte variación en el perfil vertical (Fig. 23 y barras de error de la Fig. 11). En la mayoría de los meses, los valores mayores se registraron en profundidad (250 mg/l en septiembre de 1997, 266 mg/l en enero de 1998 y 153 mg/l en marzo de 1998) aunque también hubo meses en que se detectó una relación inversa, con las mayores concentraciones en los niveles superficiales (250 mg/l en septiembre de 1997 con los dos valores extremos en superficie y profundidad y valores más bajos en los niveles intermedios) y 210 mg/l en julio de 1998).



**Fig. 23: Concentración de sólidos en suspensión (mg/l) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.6. Fósforo Total Disuelto.

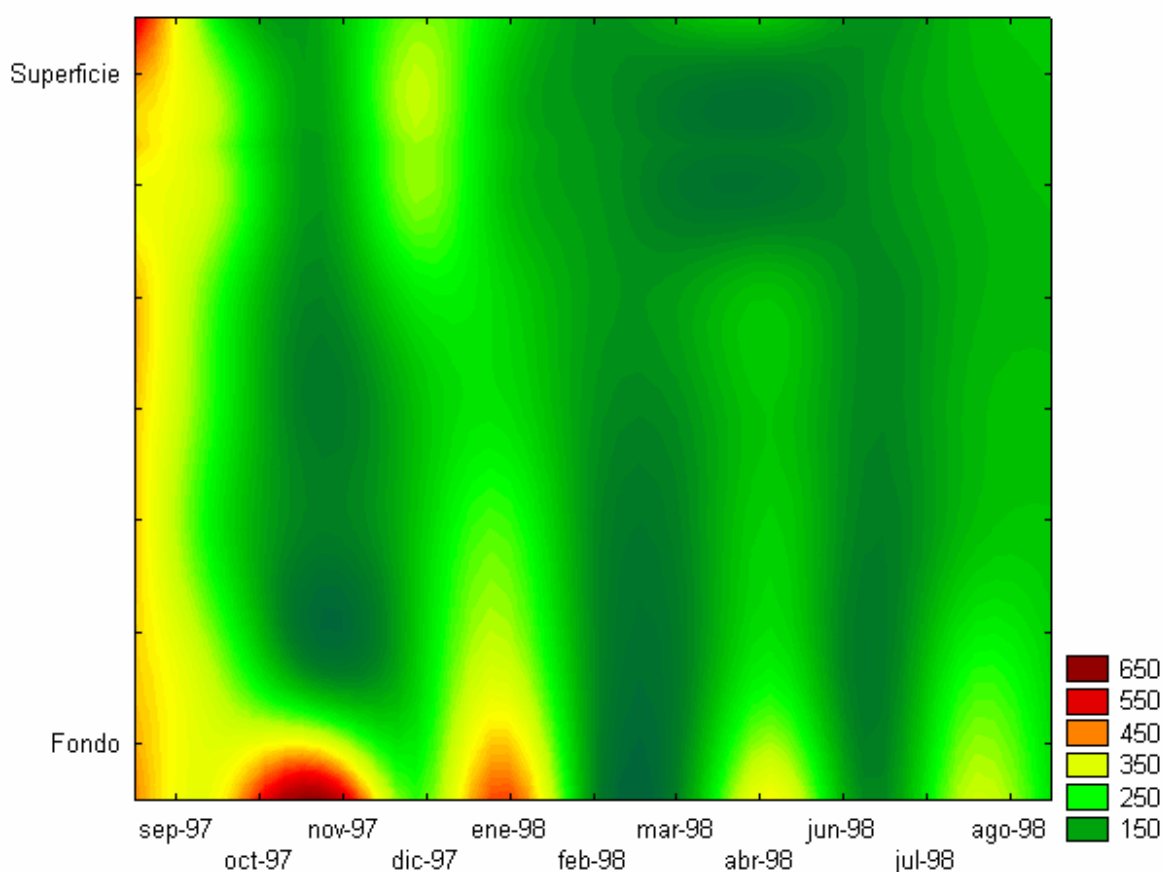
Si bien la concentración media de fósforo total disuelto exhibió en meses puntuales desvíos de la media (Fig. 24 y barras de error de la Fig. 13), con gran importancia proporcional que alcanzaron hasta el 60% ~62 % para enero y febrero de 1998 respectivamente, esta variable no parece haber tenido una dependencia constante respecto de la profundidad. Pudieron observarse valores máximos para la columna de agua en los niveles profundos (septiembre de 1997, enero y abril de 1998), en los niveles intermedios (febrero de 1998) e incluso en los niveles superficiales (diciembre de 1997).



**Fig. 24: Concentración de Fósforo total disuelto ( $\mu\text{g/l}$ ) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.7. Fósforo Total.

El fósforo total (Fig. 25 y barras de error de la Fig. 14) mostró un aumento de la concentración en los niveles cercanos a los sedimentos en octubre de 1997 (390,5  $\mu\text{g/l}$ ), noviembre de 1997 (652  $\mu\text{g/l}$ ), enero de 1998 (488  $\mu\text{g/l}$ ), abril de 1998 (374  $\mu\text{g/l}$ ) y julio de 1998 (311  $\mu\text{g/l}$ ).

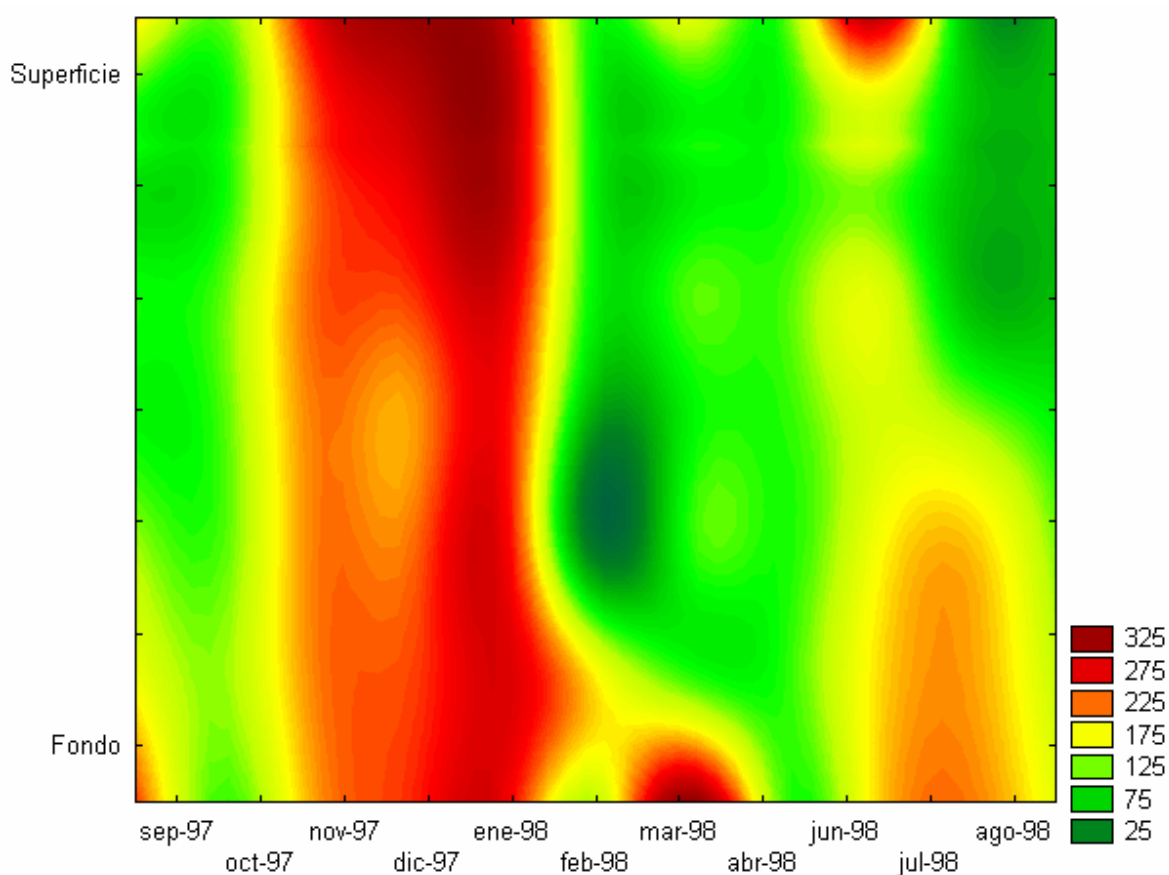


**Fig. 25: Concentración de Fósforo total ( $\mu\text{g/l}$ ) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**



### 2.2.8. Nitratos más nitritos.

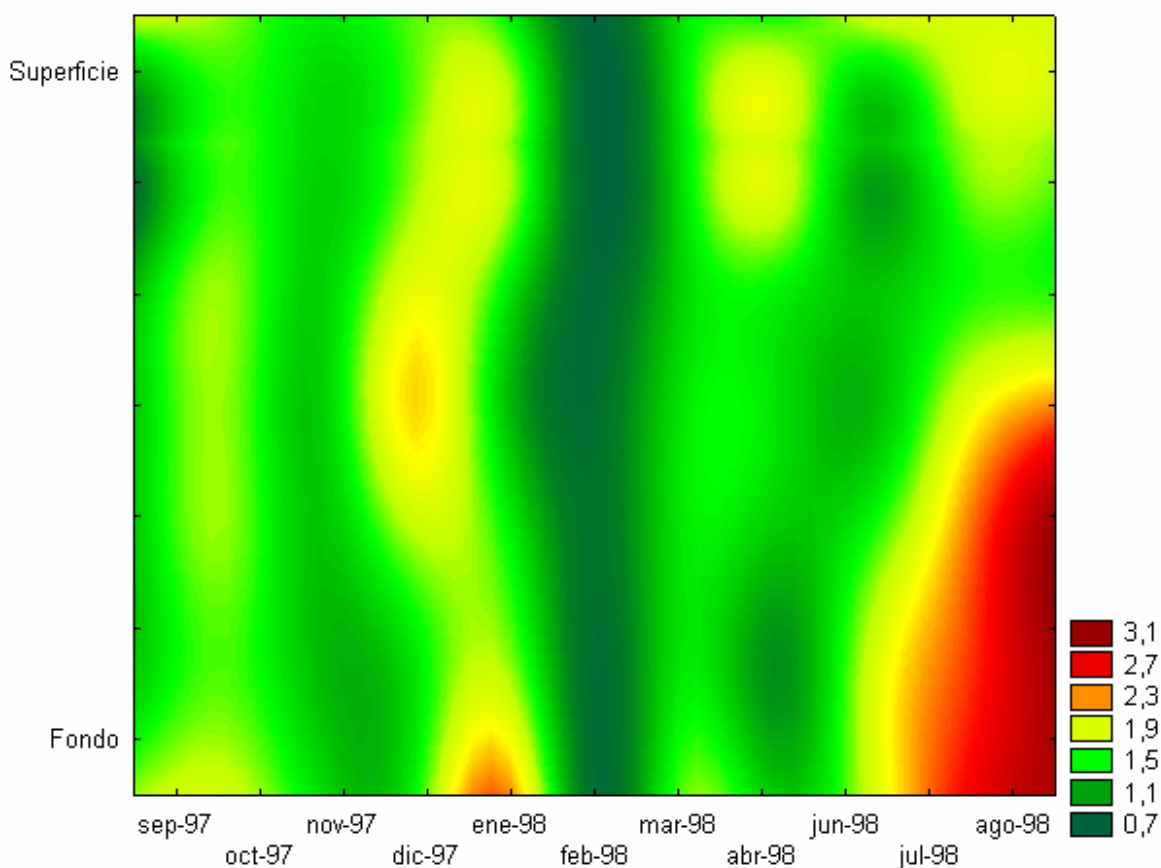
En el perfil vertical (Fig. 26 y barras de error de la Fig. 15) pudo apreciarse una alternancia de picos superficiales (noviembre, diciembre, enero y junio) y de profundidad (septiembre, marzo, julio y agosto) en las concentraciones de nitratos más nitritos a lo largo del ciclo. El máximo absoluto fue registrado en el nivel próximo a los sedimentos, en marzo de 1998 (339  $\mu\text{g/l}$ ).



**Fig. 26: Concentración de Nitratos más Nitritos ( $\mu\text{g/l}$ ) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.9. Polifenoles solubles.

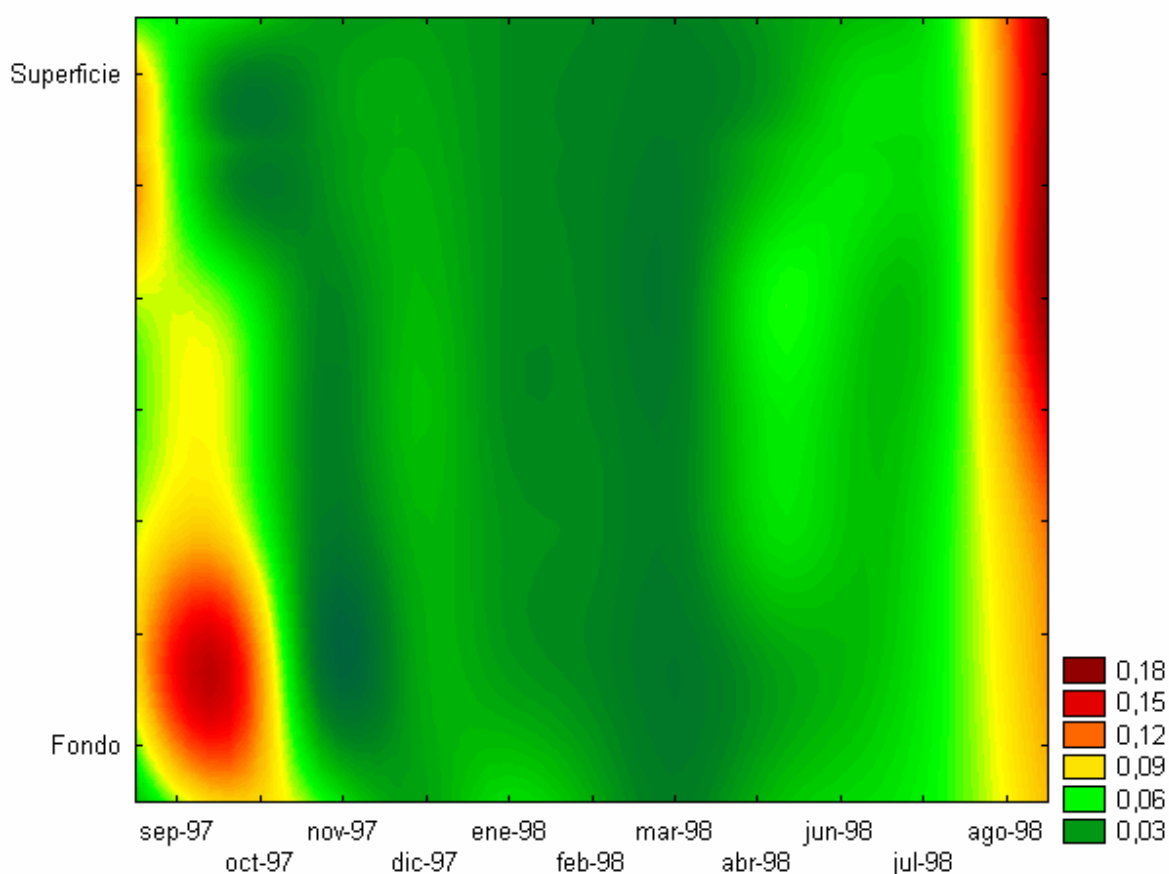
La concentración de polifenoles en el perfil vertical (Fig. 27 y barras de error de la Fig. 16) mostró cierta variación, pero con la particularidad de que los valores máximos ocurrieron exclusivamente en los niveles más profundos (2,4 mg/l en enero de 1998, 2,6 mg/l en julio de 1998 y 3 mg/l en agosto de 1998) o en sus adyacencias (2,3 y 3,12 mg/l en julio y agosto de 1998 respectivamente), con la excepción de diciembre de 1997 que mostró un valor relativamente elevado (2,13 mg/l) en el nivel central del perfil vertical.



**Fig. 27: Concentración de Polifenoles Solubles (mg/l) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### 2.2.10. Materia Orgánica.

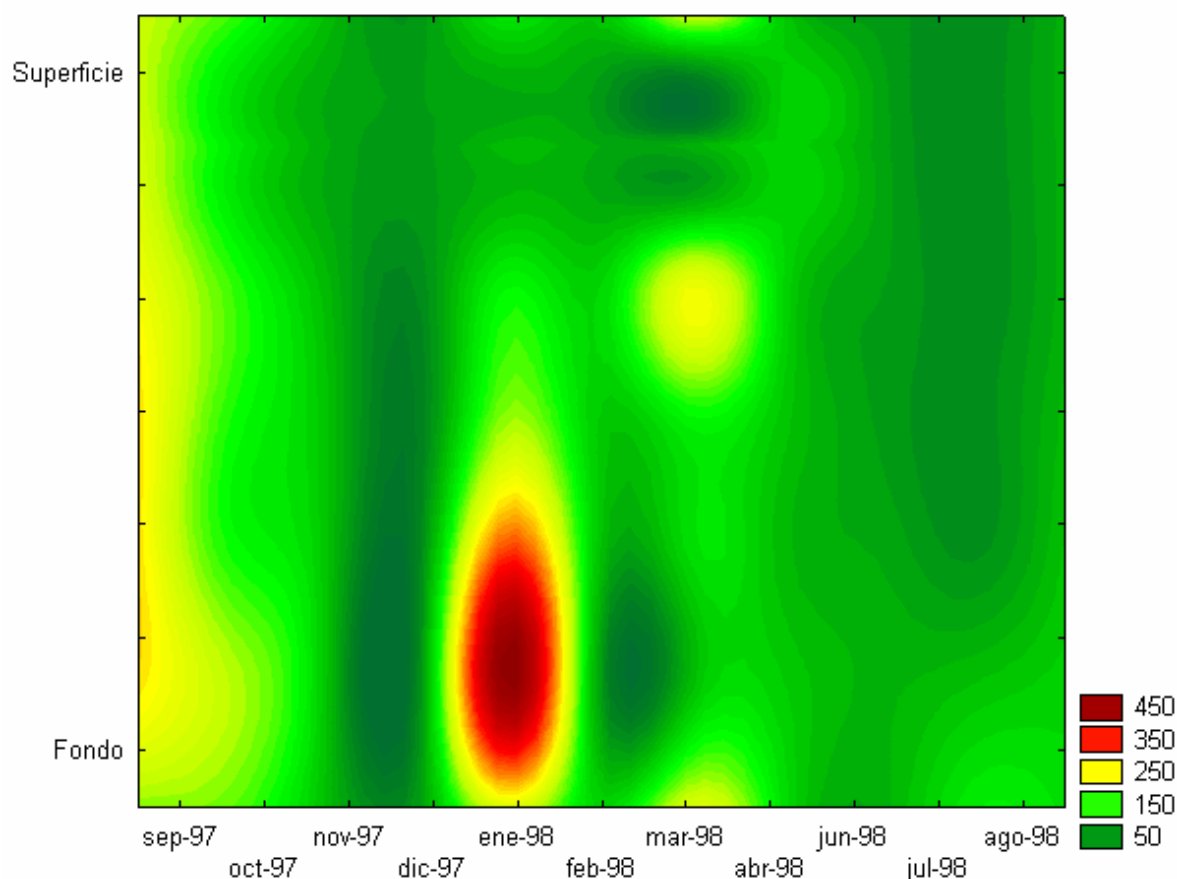
Las concentraciones de materia orgánica de los distintos niveles del perfil vertical (Fig. 28 y barras de error de la Fig. 17) mostraron valores extremos al inicio y al final del ciclo anual. De esta manera, las  $DO_{440}$  alcanzaron 0,1 en septiembre, en los niveles sub-superficiales, 0,155 en octubre, a 30 cm de los sedimentos y, hacia el final del período de estudio (agosto de 1998) se estimaron concentraciones elevadas en toda la columna, con énfasis en la mitad superior, en torno a 0,18.



**Fig. 28: Concentración de materia orgánica estimada por las  $DO_{440}$  en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

**2.2.11. Clorofila "a".**

La concentración de clorofila "a" en la columna de agua (Fig. 29 y barras de error de la Fig. 18) no varió radicalmente respecto de la profundidad. Sin embargo se observaron dos eventos puntuales de valores altos localizados en un estrato en particular: el valor registrado en enero de 1998, en los niveles sub profundos (475 mg/m<sup>3</sup>) y los valores de marzo de 1998, que alternaron concentraciones de 200~220 mg/m<sup>3</sup> con valores inferiores a los 100 mg/m<sup>3</sup> en los distintos niveles del perfil.



**Fig. 29: Concentración de materia clorofila "a" (mg/m<sup>3</sup>) en el perfil vertical realizado en el sector profundo de la laguna.**

### **Fitoplancton**

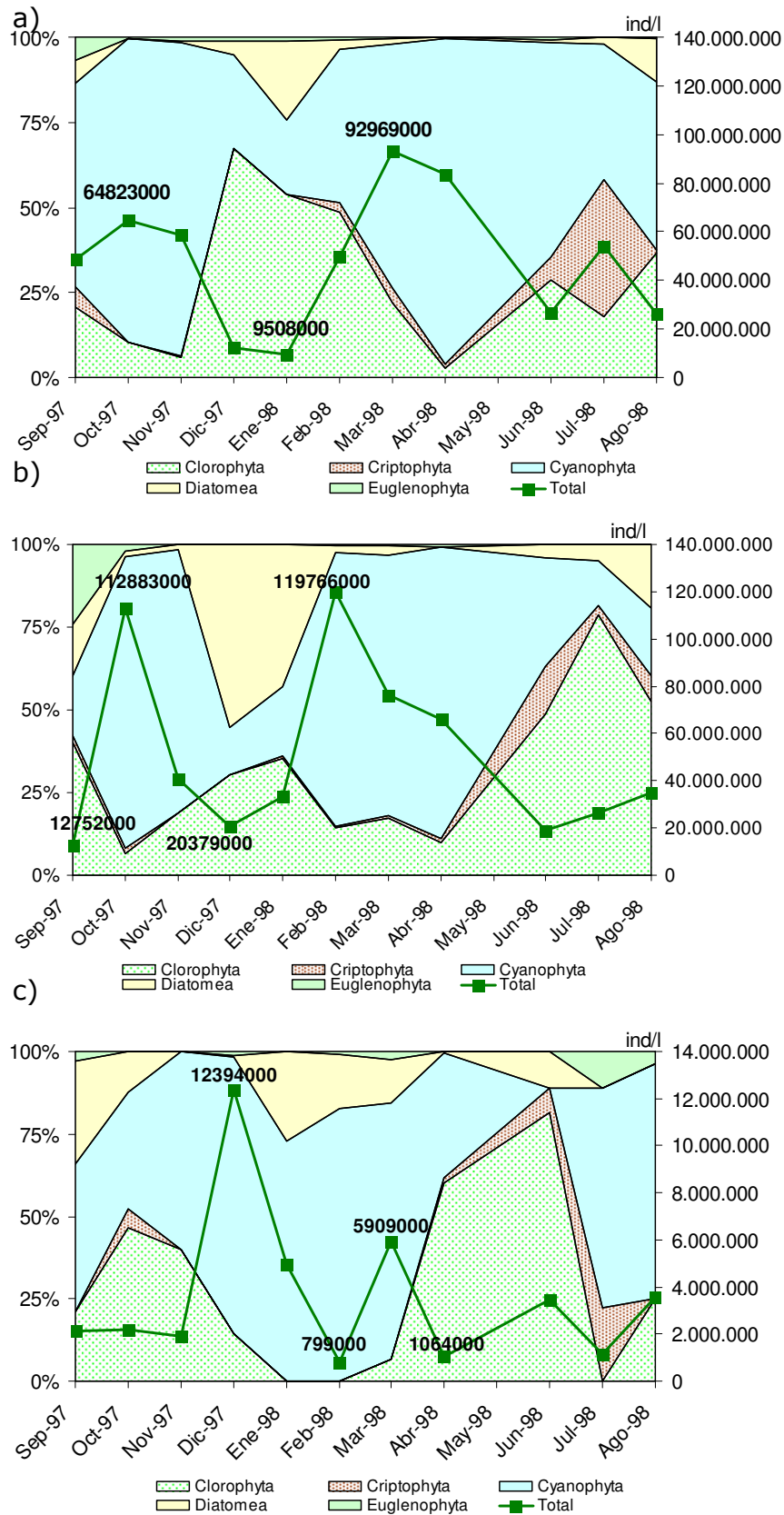
La metodología de muestreo y análisis cuali-cuantitativo se encuentra detallado en los trabajos publicados por integrantes del grupo de investigación (Solari *et al*, 2002<sup>b</sup>; Solari *et al*, 2003) y las matrices básicas fueron aportadas por dichos colegas.

Para el análisis del fitoplancton se decidió agrupar a las distintas especies de algas en las siguientes categorías: nanoplancton (2 a 20  $\mu\text{m}$ ), microplancton (20 a 200  $\mu\text{m}$ ) y mesoplancton (más de 200  $\mu\text{m}$ ).

## **2. Resultados**

### **2.1. Grupos principales y especies dominantes en escala horizontal**

En el sector de la laguna adyacente a la compuerta el fitoplancton mostró dos momentos de elevada abundancia (Fig. 30 a). En ambos casos las cianofitas representaron aproximadamente el 90% de la densidad fitoplanctónica total. En el primero de los picos, que ocurrió entre octubre y noviembre de 1997 (64.823.000 ind/l), se destacó *Rhaphidiopsis mediterranea*, con la participación de *Oscillatoria planctonica* en noviembre y el segundo, que se observó entre marzo y abril de 1998 (92.969.000 ind/l), se inició con una codominancia entre *Lyngbia limnetica*, *Aphanocapsa delicatissima*, *R. mediterranea* y *Spirulina laxissima* para pasar, en abril, a estar dominada netamente por *R. mediterranea*.



**Fig. 30: Densidad fitoplanctónica total e importancia relativa de los grandes grupos algales en: a) las proximidades de la compuerta, b) el sector central de la laguna y c) las proximidades del arroyo El Totoral.**

Estos dos momentos de máxima densidad estuvieron separados por un período de dos meses en que se registró la menor abundancia fitoplanctónica del ciclo anual para el sector de la compuerta (diciembre y enero, con 9.508.000 ind/l en este último mes) que estuvo dominado por clorofitas, gracias al aporte de *Monoraphidium minutum*.

En el sector central de la laguna (Fig. 30.b) se registraron las máximas densidades fitoplanctónicas en octubre de 1997 y febrero de 1998 (112.883.000 y 119.766.000 ind/l respectivamente), ambos con un marcado dominio de las cianofitas (88 y 83% respectivamente) entre las que se destacaron *O. limnetica* en octubre y *S. laxissima* y, en menor medida, *A. delicatissima*, en febrero.

En septiembre y diciembre de 1997 se registraron, a su vez, los valores mínimos de abundancia fitoplanctónica. en el primero de esos meses dominaron las clorofilas (40%) por el aporte de *Monoraphidium contortum* y en el segundo, las diatomeas (55%), destacándose *Nitzschia romana*.

Hacia el final del ciclo anual se aprecia una disminución en la abundancia y un aumento proporcional en la importancia de las clorofitas por el aporte de los géneros *Chlamydomonas* y *Monoraphidium*.

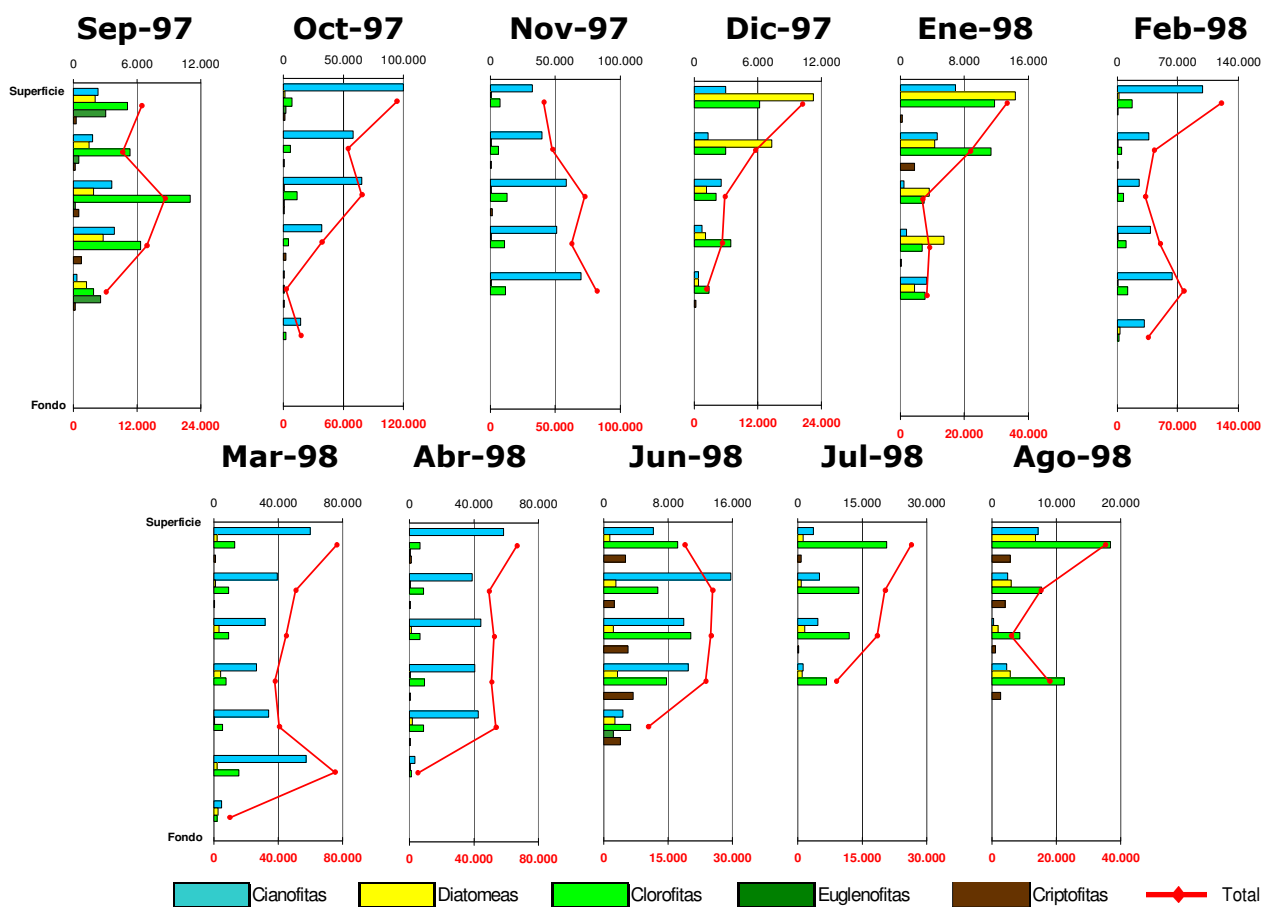
En el sitio más cercano al arroyo El totoral (Fig 30.c) se observaron las menores densidades fitoplanctónicas (un orden de magnitud inferiores al resto de la laguna) además de no revelarse la dinámica bimodal que caracterizó al ciclo anual en los otros sectores de la laguna.

El máximo pico fitoplanctónico de este sitio de muestreo alcanzó los 12.394.000 ind/l y se observó en diciembre de 1997 (coincidente con los mínimos de los restantes sectores de la laguna, pero con una densidad semejante a dichos mínimos). En este momento la dominancia de las

cianofitas se vio impulsada por el aporte de *Merismopedia tenuísima* y *Microcystis pseudofilamentosa*. Hacia febrero de 1998 se observó la mínima densidad fitoplanctónica para la totalidad de la laguna (799.000 ind/l) con una dominancia de las cianofitas (82% del total), destacándose *M. pseudofilamentosa*. En marzo se registró un aumento en la abundancia del fitoplancton, siempre dominado por cianofitas (*Synechococcus elongatus*). Hacia abril-junio de 1998 se registró, en un momento de baja densidad fitoplanctónica total, un pico de alta importancia proporcional de clorofilas en que se destacaron *Chlamydomonas* sp y *Monoraphidium contortum* (éste último sólo en junio). Finalmente, hacia los dos últimos meses del ciclo anual estudiado se observó un nuevo período de dominancia de cianofitas impulsadas en el julio por *R. mediterranea* y *S. laxissima*, y en agosto por *A. delicatissima*.



## 2.2. Grupos principales y especies dominantes en escala vertical



**Figura 31: Disposición de los grandes grupos fitoplanctónicos y del fitoplancton total en el perfil vertical realizado en el sector central de la laguna (ind/mm<sup>3</sup>)**

En líneas generales, tanto para el fitoplancton total como para los grandes grupos se observó una distribución heterogénea en el perfil vertical, pero sin seguir una regularidad (Fig. 31).

Durante los meses en que dominaron las cianofitas (octubre~noviembre de 1997 y febrero~abril de 1998) los máximos de abundancia del grupo y del fitoplancton total se registraron en distintos niveles de profundidad. Así, existieron máximos en niveles superficiales (octubre) y profundos

(noviembre), máximos simultáneos en superficie y profundidad (febrero) y momentos con una distribución relativamente homogénea (marzo y abril).

Algo semejante ocurrió con las clorofitas que, en los momentos en que tuvieron importancia, mostraron máximos en los niveles medios de profundidad (septiembre, junio), en los niveles superficiales (diciembre, enero y julio), máximos simultáneos en superficie y profundidad (agosto) y distribuciones más o menos homogéneas (febrero~abril).

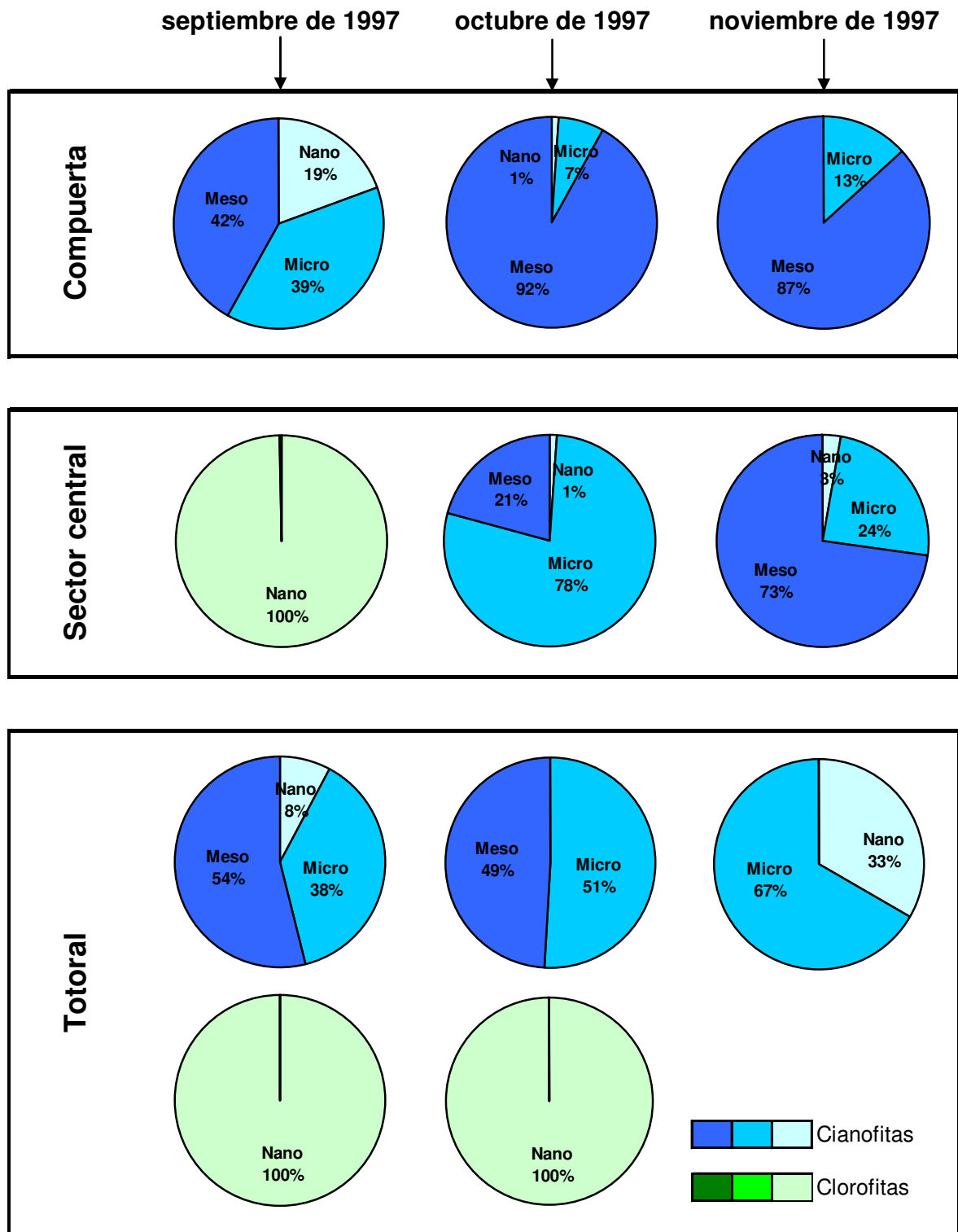
A diferencia de lo anterior, las diatomeas exhibieron, en el momento de su mayor importancia relativa (diciembre de 1997 y enero de 1998) una preferencia marcada por los niveles superficiales o subsuperficiales.

### 2.3. Análisis del fitoplancton por fracciones de tamaño.

En cada gran grupo algal, la importancia proporcional de las especies particulares determinó una distribución de las distintas fracciones de tamaño fitoplanctónico (nanoplancton, microplancton y mesoplancton) para cada grupo y cada evento de muestreo.

Durante los meses de primavera las algas más importantes fueron las cianofitas, con presencia importante de clorofitas en algunos momentos, principalmente en cercanías del arroyo El Totoral. En la Fig. 32 puede verse la importancia relativa de las distintas fracciones de tamaño del fitoplancton para este período del año.

Así, durante septiembre de 1997 se observó una dominancia de cianofitas coloniales (principalmente *Rhaphidiopsis mediterranea*) mesoplanctónicas en el sector de la compuerta aunque también fue importante la presencia de *Oscillatoria limnetica* (microplanctónica) y *Merismopedia tenuissima* (nanoplanctónica). Luego, hacia octubre y noviembre el incremento en las densidades de *R. mediterranea* acentuó notablemente la importancia relativa de las cianofitas mesoplanctónicas.



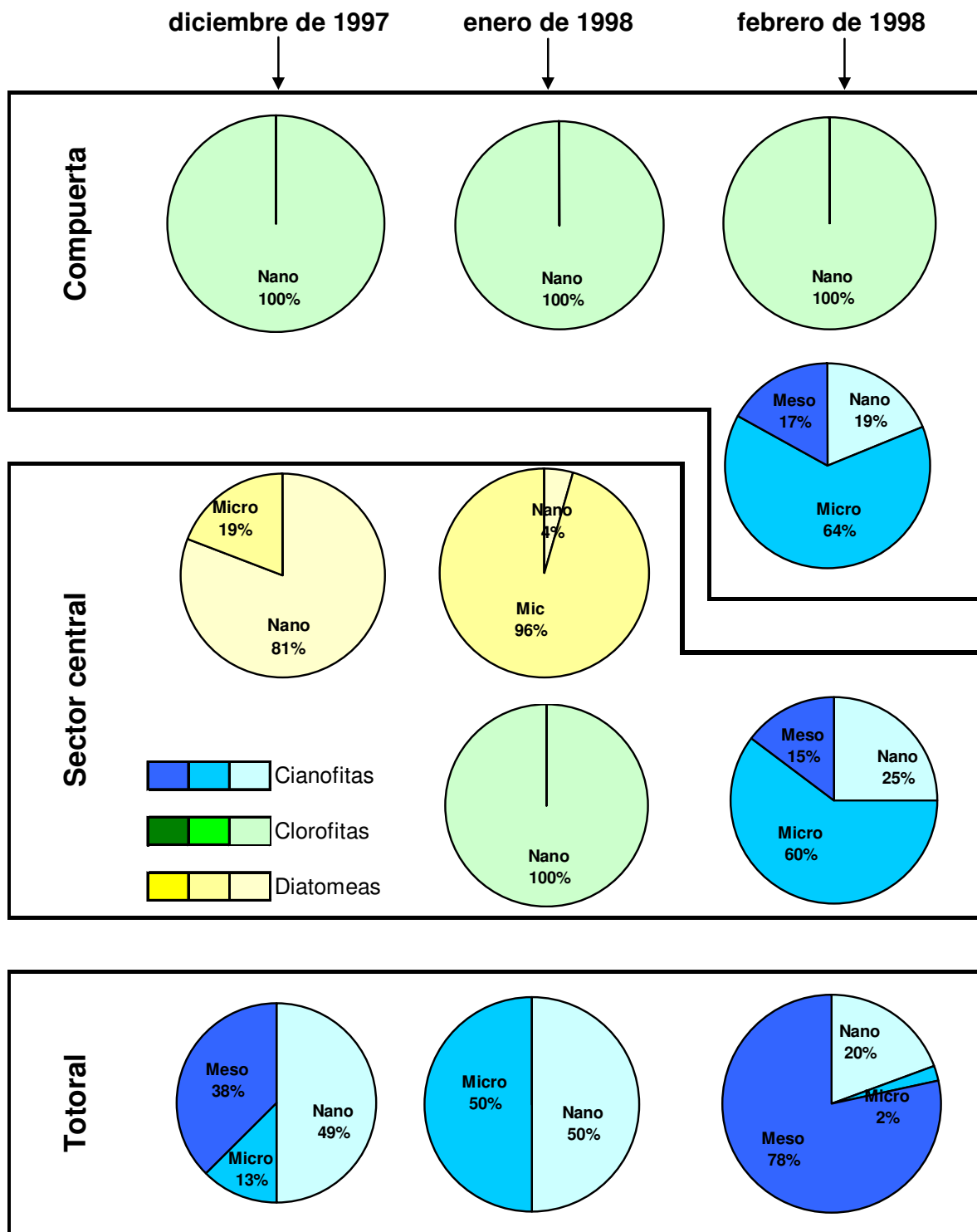
**Fig. 32.: Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en las tres estaciones de muestreo, durante los meses de primavera.**

En el sector central de la laguna, el fitoplancton estuvo dominado en septiembre por las clorofitas nanoplanctónicas cuya especie más abundante fue *Monoraphidium contortum*. Hacia octubre ocurrió una floración de cianofitas microplanctónicas (*O. limnetica*) y mesoplanctónicas representadas principalmente por *R. mediterranea*, que fue dominante en noviembre.

En las proximidades del arroyo El Totoral, la primavera mostró una codominancia entre las clorofitas nanoplanctónicas (principalmente representadas por *M. minutum*) y las cianofitas. Éstas últimas presentaron, en el transcurso de los meses, una disminución en la importancia relativa de los componentes mesoplanctónicos (*R. mediterranea*), llegando a noviembre con una dominancia de las microplanctónicas (*S. abbreviata* y *Coelosphaerium kutzingianum*) y una presencia relativamente importante de las cianofitas nanoplanctónicas (individuos pequeños de *C. kutzingianum*).

Durante el verano (Fig. 33) las clorofitas que dominaron en el sector de la compuerta estuvieron representadas principalmente por *M. minutum* (nanoplanctónica) si bien hacia febrero de 1998 se observó el primer indicio de crecimiento de cianofitas que desencadenaría la floración de los meses siguientes. En este momento, dicho grupo mostró una predominancia de las microplanctónicas (*S. laxissima*), con presencias importantes tanto de nanoplanctónicas (*M. mínima*) como de mesoplanctónicas (*R. mediterranea*).

En el sector central dominaron las diatomeas nanoplanctónicas (*N. romana*) en diciembre, las cuales dejaron paso en enero a las microplanctónicas (*N. radiosa*) y a las clorofitas nanoplanctónicas del género *Monoraphidium*. A continuación (en febrero de 1998) se registró una floración de cianofitas cuya parte principal incluyó especies microplanctónicas (principalmente *S. laxissima*) y nanoplanctónicas (*M. mínima*).



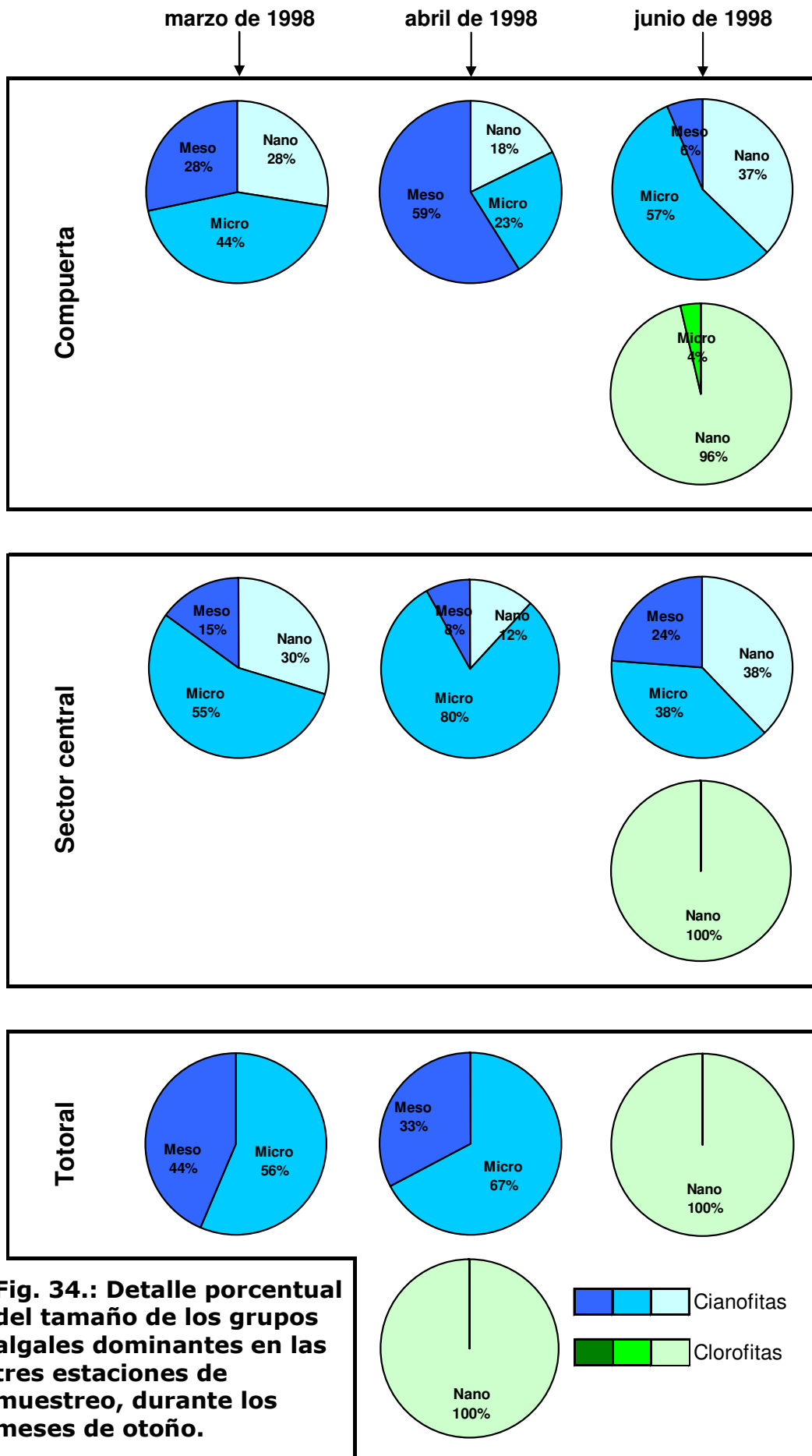
**Fig. 33: Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en las tres estaciones de muestreo, durante los meses de verano.**

En el sector del arroyo El Totoral se observó, en diciembre, un predominio de las cianofitas nanoplanctónicas (*M. tenuissima*) con una importante presencia de las mesoplanctónicas, por el aporte de *M. pseudofilamentosa*.

En el mes siguiente individuos de *A. delicatissima* aportaron por igual a la fracción nanoplanctónica y a la microplanctónica, mientras que en febrero la reaparición de *M. pseudofilamentosa* provocó una dominancia de las mesoplanctónicas.

Hacia el verano tardío y el otoño (Fig. 34), el fitoplancton del sector de la compuerta mostró una clara dominancia de las cianofitas, con participación de todas las categorías de tamaño. En marzo, la dominancia de las microplanctónicas (*S. laxissima* e individuos de mayor tamaño de *A. delicatissima*) estuvo acompañada tanto por nanoplanctónicas (*M. minima* e individuos pequeños de *A. delicatissima*) como por mesoplanctónicas (*R. mediterranea*). Hacia abril, un gran aumento en la densidad de esta última sustentó la dominancia de las cianofitas mesoplanctónicas, mientras que su drástica disminución en junio motivó que la mayor importancia relativa recayera en las microplanctónicas y sobre las clorofitas nanoplanctónicas por la presencia de *M. contortum*.

En el sector central de la laguna se destacaron en marzo las cianofitas microplanctónicas, entre las que se destacó *S. laxissima*, con una importante presencia de las nanoplanctónicas (*M. tenuissima* e individuos pequeños de *A. delicatissima*, *Coelosphaerium kutzingianum* y *Chroococcus dispersus*). Hacia abril se acentuó la dominancia de las microplanctónicas por el aporte de *O. limnetica*. Hacia junio, la dominancia recayó en las clorofitas nanoplanctónicas por la presencia de especies del género *Chlamydomonas* mientras que la



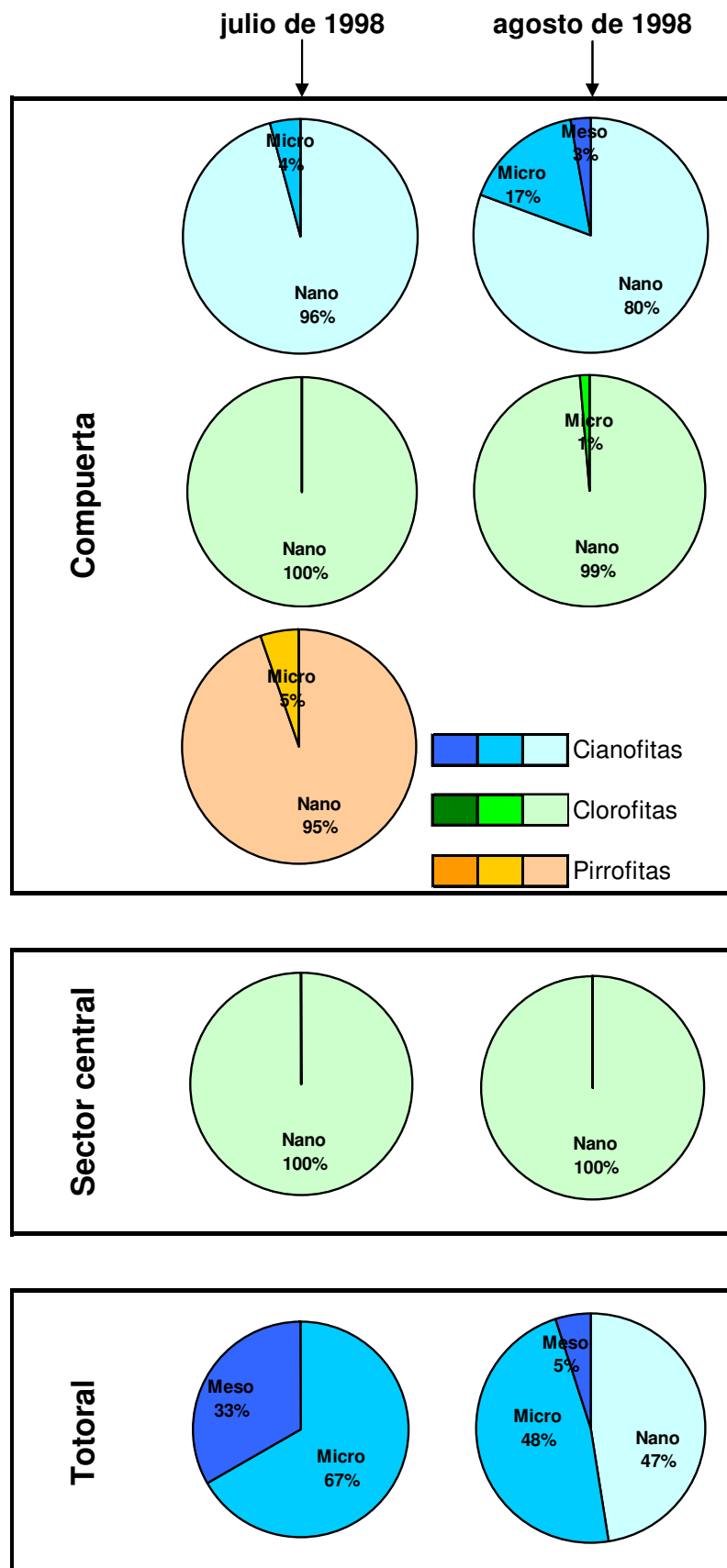


dominancia entre las fracciones de tamaño de las cianofitas fue muy equilibrada entre las tres clases definidas.

En las proximidades del arroyo El Totoral, en marzo, se observó un dominio de las cianofitas que se repartieron más o menos equitativamente entre microplanctónicas (habiéndose destacado *S. abbreviata*) y mesoplanctónicas (*M. aeruginosa*). En abril, las cianofitas (principalmente microplanctónicas debido a la presencia de *S. laxissima*) secundaron a las clorofitas nanoplanctónicas, casi exclusivamente representadas por el género *Chlamydomonas* que, junto con *M. contortum* tuvieron un aporte decisivo para la dominancia de esta misma fracción en junio.

El período final del ciclo anual (invernal) se muestra en la Fig 35. Al principio del mismo (julio de 1998) el fitoplancton del sector de la laguna más próximo al arroyo el Totoral mostró una codominancia de tres grandes grupos dentro de los cuales prevalecieron ampliamente las formas nanoplanctónicas: las cianofitas, entre de las que se destacó *Chroococcus minutus*, las clorofitas (*M. minutum* y, en menor medida, *M. contortum*) y las criptofitas (*Cryptomonas pusilla*). El mes siguiente se caracterizó por la pérdida de importancia de las criptofitas, mientras que entre las cianofitas se destacó *M. tenuissima* y entre las clorofitas *M. minutum* y, en menor medida, *M. contortum*.

En el sector central de la laguna, en ambos meses se destacaron las clorofitas nanoplanctónicas, pudiendo mencionarse a las mismas especies de *Monoraphidiun* que dominaron en el sector de la compuerta junto con una especie indeterminada del género *Chlamydomonas*.



**Fig. 35.: Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en las tres estaciones de muestreo, durante los meses de invierno.**

En las proximidades del arroyo El Totoral, el mes de julio mostró un dominio de las cianofitas microplancónicas (*S. laxissima*) con una importante participación de las mesoplanctónicas (*R. mediterranea*) mientras que hacia agosto dominó ampliamente *A. delicatissima*, que aportó individuos tanto a la fracción nanoplanctónica como a la microplanctónica.

## **Zooplankton**

### **1. Materiales y métodos**

#### **1.1. Toma de muestras.**

Entre los meses de septiembre de 1997 y agosto de 1998 se extrajeron muestras duplicadas de zooplankton con una bomba sumergible, por filtrado de 100 l de agua con una red de plancton de 35  $\mu$ m de abertura de malla, hasta obtener un volumen de 200 ml. Las extracciones se realizaron con frecuencia mensual, en tres sitios de muestreo: la zona próxima a la compuerta que separa a la laguna de San Miguel del Monte de la laguna Las Perdices (Fig. 1, ref. "1"), el sector más profundo de la laguna (Fig. 1, ref. "5") y el extremo opuesto cercano al arroyo El Totoral (Fig. 1, ref. "7"). Las muestras tomadas en las estaciones 1 y 7 consistieron en la integración de toda la columna de agua, mientras que en la estación 5 se efectuó un perfil vertical para el cual se extrajeron muestras a intervalos verticales de 30 cm, dependiendo la cantidad de muestras de la altura hidrométrica de la laguna en cada evento de muestreo. Las muestras fueron fijadas con formol al 4% y llevadas al laboratorio para su análisis.

#### **1.2. Análisis de las muestras.**

##### **1.2.1. Análisis cuali ~ cuantitativo del zooplankton.**

Para la determinación de los componentes del zooplankton se examinaron los organismos al microscopio óptico y se utilizó bibliografía

especializada para cada uno de los grupos correspondientes (Kahl, 1930-35; Bick, 1972; Vucetich, 1973; Lee *et al*, 1985, para protistas; Ruttner-Kolisko, 1974; Koste, 1978, Segers, 1995, para rotíferos; Amoros, 1984; Smirnov y Timms, 1975, para cladóceros; Ringuelet, 1958, Reid, 1985 y Paggi, 1995, para copépodos). En términos generales, los protistas y los rotíferos se identificaron a nivel de especie al igual que los cladóceros. Los adultos de copépodos fueron identificados a nivel específico mientras que los nauplii y copepoditos fueron determinados a nivel de subórdenes.

Para el recuento de los rotíferos se tomaron alícuotas de 1 ml de la muestra homogeneizada de 200 ml. El análisis de las alícuotas se realizó en cámaras de Sedgwick~Rafter de 1 ml con una magnificación de 100 aumentos para lo que se empleó un microscopio óptico "Bausch & Lomb". Para cada muestra se repitió el proceso de análisis de alícuotas hasta obtener en la densidad de las especies dominantes un coeficiente de variación inferior al 20% entre las mismas.

Para los protistas se extrajo, previa homogeneización de la muestra original (de 200 ml) una alícuota de 10 ml que se dejó sedimentar por 24 horas en cámaras de sedimentación. Las alícuotas sedimentadas de ese modo fueron analizadas en microscopio invertido "Nikon" con una magnificación de 150 aumentos.

Para el análisis de los crustáceos, se concentraron las muestras a un volumen de referencia de 100 ml. Cada una de las muestras así concentradas fue homogeneizada previamente a extracción una alícuota de 10 ml que fue analizada en cámaras de Bogorov de 10 ml (Gannon, 1971), con una magnificación de 20 aumentos, para lo que se empleó un microscopio estereoscópico "Bausch & Lomb".

### **1.2.2. Análisis de la biomasa zooplanctónica.**

Para cada una de las especies de rotíferos, se obtuvieron datos morfométricos para todo el período en que se efectuaron los muestreos. Dichas mediciones consistieron en el registro de la talla (tridimensional) de 10 a 30 individuos de cada una de las especies de mayor importancia, para estimar las medidas corporales medias para cada especie. Dicha metodología se repitió estacionalmente para aquellas especies cuya biomasa individual variara a lo largo del ciclo anual.

A partir de las medidas así obtenidas, se calculó el volumen medio para las especies de rotíferos en base a las fórmulas propuestas por Ruttner-Kolisko (1977). Para los datos de peso fresco se asumió que los organismos presentan una densidad que tiende a  $1 \text{ g/cm}^3$ . El peso seco se consideró como el 10% del peso fresco para el caso de los rotíferos lorícados, y el 5% para el caso de los rotíferos sin lóriga (Mc Cauley, en Downing, 1984).

Para el caso de los crustáceos, se utilizaron regresiones exponenciales "talla / peso seco" presentes en la literatura (Dumont et al, 1975; Bottrell et al, 1976) a partir de mediciones de talla realizadas al microscopio óptico.

Los valores medios de peso seco así calculados para cada grupo o especie se multiplicaron por los resultados de los análisis cuantitativos respectivos para obtener los datos de biomasa correspondientes a cada una de las especies más importantes, para cada uno de los eventos de muestreo (estaciones, meses).

### **1.2.3. Agrupamiento de las especies zooplanctónicas por hábitos**

#### **tróficos.**

Teniendo en los resultados de las investigaciones de Olivier (1962), Brooks y Dodson (1965), Cryer y Townsend, (1989), Berzinš y Peijler (1989), Peijler y Berzinš (1989, 1993<sup>a</sup>, 1993<sup>b</sup> y 1994), Nogrady (1993), Foissner *et al* (1999), Mohr (2002), Nogrady y Segers (2002), Sarma *et al* (2004), Cardoso y da Motta Marques, (2004), Carrick, (2005), Lürling (2006) se agrupó a las especies zooplanctónicas en base a sus hábitos alimentarios, resultando los siguientes grupos funcionales:

Depredadores

Omnívoros

Filtradores generalistas de partículas de hasta 12  $\mu\text{m}$

Filtradores generalistas de partículas de hasta 18  $\mu\text{m}$

Filtradores especialistas efectivos

(elevada tasa de filtración, pero baja selectividad)

Filtradores especialistas selectivos

(baja tasa de filtración pero elevada capacidad de selección)

Raptos o capturadores.

### 1.3. Análisis estadísticos.

Se graficó la importancia de las especies registradas en el recuento por medio de un gráfico de Olmstead~Tuckey consistente en un gráfico de coordenadas ortogonales cuyo eje de abscisas representa la frecuencia de aparición de las especies y cuyo eje de ordenadas corresponde a la abundancia numérica acumulada para todos los sitios de muestreo. Las especies se dividieron en cuatro categorías: **Accidentales**, de frecuencia menor a la frecuencia media, y de abundancia menor a la abundancia media; **Ocasionales**, de frecuencia menor a la frecuencia media, y abundancia mayor que la abundancia media; **Comunes**, de frecuencia mayor a la frecuencia media y abundancia menor a la abundancia media, y **Dominantes**, de frecuencia y abundancia mayores a las medias.

Se realizaron análisis de correspondencia canónica en base a las abundancias numéricas de las especies más importantes (aquellas que superaran el umbral de 1 ind/l en el promedio de todo el ciclo anual para un sitio de muestreo dado). A causa de que los datos de abundancia no ajustaban a una distribución normal, se efectuó una transformación que consistió en adicionarle 1 a las densidades numéricas y a los datos así obtenidos efectuarles el logaritmo en base 10. Para la realización de estos análisis se utilizó el paquete estadístico MVSP 3.13m. Así, se efectuaron los análisis para cada una de las estaciones de muestreo empleando nuevamente valores medios para toda la columna de agua en el caso del sector más profundo de la laguna. Las variables empleadas para los análisis de correspondencia canónica fueron aquellas que, *a priori*, mostraran diferencias entre los distintos períodos que atravesó la laguna (eventos hidrológicos, picos de producción primaria, de descomposición y alternancia de fases de equilibrio).



Se realizaron además, Análisis de Componentes Principales con las variables de la totalidad de los sitios de muestreo en el ciclo anual, tomando como datos la transformación logarítmica en base 10 de las variables físico~químicas analizadas como así también de las densidades de los grupos que integraron la comunidad fitoplanctónica, y las densidades y biomاسas de los grandes grupos funcionales integrantes de la comunidad zooplanctónica.

Finalmente, se llevaron a cabo correlaciones por cálculo del coeficiente de Pearson entre las variables físicas, químicas, fitoplanctónicas (incluidas sus fracciones de tamaño) y zooplanctónicas (incluidas sus fracciones funcionales y expresadas tanto en abundancia numérica como en términos de biomasa).

## 2. Resultados.

### 2.1. Riqueza específica del zooplancton.

Entre septiembre de 1997 y agosto de 1998 se registraron un total de 154 especies (Tablas 1 y 2) que incluyeron 16 especies de tecamebas, 37 de ciliados, 81 de rotíferos, 14 de cladóceros y 6 de copépodos.

	<b>Compuerta</b>	<b>Sector Central</b>	<b>Arroyo "El Totoral"</b>	<b>Total</b>
<b>Testacea</b>	8	14	8	<b>16</b>
<b>Ciliata</b>	15	27	22	<b>37</b>
<b>Rotifera</b>	47	69	53	<b>81</b>
<b>Cladocera</b>	11	14	8	<b>14</b>
<b>Copepoda</b>	4	6	2	<b>6</b>
<b>Especies totales</b>	<b>85</b>	<b>130</b>	<b>93</b>	<b>154</b>

**Tabla 1: Especies registradas en cada una de las estaciones de muestreo a lo largo del primer ciclo anual.**

Especies	Compuerta	Centro	Total	Especies	Compuerta	Centro	Total
<b>TESTACEA</b>				<b>TESTACEA</b>			
<i>Arcella discoides</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Filinia</i> sp.	♦ ♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>A. hemisphaerica</i> Perty.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Gastropus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>A. hemisphaerica undulata</i> Deffl.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Flosculariaceo</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrb.) Stein	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Hexarthra fennica</i> (Levander)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>C. ecoris</i> (Ehrb.) Leidy.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Keratella americana</i> Carlin	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Diffugia acuminata</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>K. cochlearis</i> (Gosse)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. corona</i> Wallich	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>K. tropica</i> (Apstein) una espina caudal	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>D. elegans</i> Penard	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>K. tropica</i> (Apstein) dos espinas caudales	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>D. gramen</i> Penard	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>K. tropica</i> (Apstein) sin espinas caudales	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. lanceolata</i> Penard	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Lecane arcuata</i> Harring.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. lobostoma</i> Leydi	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. bulla</i> (Gosse)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. pyriformis</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. clara</i> (Bryce)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Diffugia</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. closterocerca</i> Schmarda	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epaxella</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. curvicornis</i> (Murray)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrb.) Perty.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. elsa</i> Hauer	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>E. tuberculata</i> Perty.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. hamata</i> (Stokes)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Heliozoos</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. hastata</i> (Murray)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Trinema</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. homemanni</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<b>CILIATA</b>				<i>L. inermis</i> (Bryce)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Acineta</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. ludwigii</i> (Eckstein)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Askenasia</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. luna</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Aspidisca</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. lunaris</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Chilodonella</i> sp	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. nana</i> (Murray)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Coleps</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. pyriformis</i> (Daday)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Colpidium colpoda</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. quadridentata</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Didinium</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. rhenana</i> Hauer.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Euplotes</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. ruttneri</i> Hauer.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis plicatilis</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. signifera</i> (Jennings)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis</i> sp. 1	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Leane (h) sympoda</i> Hauer.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis</i> sp. 2	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis</i> sp. 3	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. ovalis</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis</i> sp. 4	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>L. patella</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis</i> sp. 5	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Limnias</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Halteria grandinella</i> (Müller) Dujardin.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Lophocaris salpina</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Hemiphrys</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Mytilina mucronata</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Holophrys simplex</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>M. ventralis ventralis</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Litonotus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>M. videns</i> (Levander)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Metopus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Nassula</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Notommata</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Paramecium bursaria</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Platys quadricornis</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>P. caudatum</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Prorodon</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Phompholyx sulcata</i> (Hudson)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Pyxicola</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Proales</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Spirostomum ambiguum</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Proalides</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Stentor roselli</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Ptygura</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Strombolidium</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Synchaeta</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Thuricola</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Taphrocampa</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Tintinidium fluviatile</i> Stein.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Testudinella patina</i> (Hermann)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Tokophrys</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Trichocerca</i> sp. 2	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Trichodina</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Urocentrum</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>T. elongata</i> Gosse.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Vaginicola</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>T. pusilla</i> (Lauterborn)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Vorticella campanula</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>T. tigris</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>T. stylata</i> (Gosse)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Trichocerca</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Zoothamnium</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Trichocerca</i> sp <sub>3</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Telotrocos</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Trichotria pocillum</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<b>ROTIFERA</b>				<i>Trichotria tetractris tetractis</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Ascomorpha</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<b>CLADOCERA</b>			
<i>Asplanchna girodi</i> (De Guerne)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Alona glabra</i> Sars.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>A. guttata</i> Sars.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. calyciflorus amphiceros</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>A. rectangula</i> Sars.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Bosmina huaronensis</i> Delachaux	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. havanaensis</i> Rousset	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Ceriodaphnia</i> cfr. <i>dubia</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. plicatilis</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Chydorus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. pterodinoideus</i> (Rousset)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Daphnia spiculata</i> (Birabén)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. quadridentatus</i> (Hermanns)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. urceolaris</i> O.F.M.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Ilyocryptus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Bdelloidea</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Leydigia leydigii</i> Daday.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Bdelloidea</i> sp <sub>2</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Moina micrura</i> Kurz.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Bdelloidea</i> sp <sub>3</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Pseudochydorus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Cephalodella</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Pleuroxus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Cephalodella</i> sp <sub>2</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Simocephalus daphniodes</i> Herrick	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Cephalodella</i> sp <sub>3</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<b>COPEPODA</b>			
<i>Cephalodella</i> sp <sub>4</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Nauplii</i>	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Colurella colurus</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Copepodito cyclopoideo</i>	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>C. uncinata</i> (O.F.M.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Copepodito calanoideo</i>	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Conochilus unicornis</i> Rousset	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Copepodito harpacticoido</i>	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Dicranophorus</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Acanthocyclops michaelseni</i> (Mrázek).	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>A. robustus</i> (Sars).	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Euchlanis</i> sp.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski).	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrb.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Microcyclops anceps</i> (Richard).	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Filinia longisetata</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	<i>Notodiatomus incompositus</i> (Brian).	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
				<i>copépodo harpacticoido</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦

**Tabla 2: Importancia media anual de las especies presentes en cada sitio de muestreo (♦ = hasta 1 ind/l; ♦♦: hasta 10 ind/l; ♦♦♦ = hasta 100 ind/l; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/l).**

## 2.2. Abundancia zooplanctónica.

### 2.2.1 Importancia absoluta y persistencia de las especies.

En cuanto a la frecuencia de aparición de las especies (Tabla 3) las testáceas fueron poco importantes en este período, se distinguieron dos especies perennes (*C. aculeata* y *D. gramen*) que a pesar de su persistencia, siempre mostraron una baja importancia cuantitativa (inferior a los 10 ind/l en todas las ocasiones). Además de ellas, *E. tuberculata* sólo estuvo ausente en una ocasión de muestreo. Por otra parte debe destacarse que, en conjunto, las especies del género *Arcella* tuvieron una importancia numérica relativamente elevada, principalmente en febrero y marzo de 1998.

Los ciliados mostraron dos especies perennes: *H. symplex* (importante en diciembre de 1997 y julio de 1998) y *V. campanula*, que en ningún momento superó los 100 ind/l. *E. plicatilis* y *S. roselii* sólo registraron ausencia en uno de los meses del ciclo (julio de 1998, en ambos casos).

En el cuerpo de agua estudiado, la dominancia del zooplancton por parte de los rotíferos se reflejó también en el número de especies que estuvieron presentes en todo el ciclo anual, siendo las perennes *B. caudatus*, una especie de bdelloideo, *C. colurus*, *F. longiseta* y *K. tropica* de las cuales *C. colurus* fue la de menor importancia cuantitativa. *L. closterocerca*, *L. ovalis*, *P. vulgaris*, una especie de *Cephalodella* y una de *Proales* sólo registraron un mes de ausencia en el ciclo anual. También se observaron entre los rotíferos, especies que estuvieron presentes con mayor importancia en verano (*B. havanaensis*, *B. plicatilis*, *C. unicornis*, *H. fennica* y *T. pusilla*), y especies típicas de invierno (*N. acuminata*).

	Especies	sep-97	oct-97	nov-97	dic-97	ene-98	feb-98	mar-98	abr-98	jun-98	jul-98	ago-98	meses
Testacea	<i>Arcella discoides</i> Ehrb.	♦		♦♦	♦♦♦		♦♦	♦♦			♦	♦	7
	<i>A. hemisphaerica</i> Perty.			♦♦	♦♦		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	9
	<i>A. hemisphaerica undulata</i> Defl.	♦	♦			♦♦	♦♦	♦♦	♦			♦♦	7
	<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrb.) Stein	♦	♦		♦	♦		♦♦			♦♦	♦♦	11
	<i>C. ecornis</i> (Ehrb.) Leidy.			♦	♦	♦♦	♦	♦		♦♦	♦♦	♦♦	9
	<i>Centropyxis gauthieri</i> (Thomas)												0
	<i>Centropyxis hirsuta</i> (Deflandre)												0
	<i>Centropyxis marsupiformis</i> (Wallich) Deflandre												0
	<i>Cyphoderia ampulla</i> (Ehrb.)												0
	<i>Diffugia acuminata</i> Ehrb.	♦	♦								♦♦	♦	5
	<i>D. avellana</i> var. <i>gigas</i> Gauthier-Lievre & Thomas												0
	<i>D. bacillarum</i> Perty												0
	<i>D. corona</i> Wallich		♦										1
	<i>D. curvicaulis</i> Penard												0
	<i>D. elegans</i> Penard		♦					♦					2
	<i>D. fragosa</i> Hempel												0
	<i>D. gramen</i> Penard	♦♦		♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦	♦	♦♦	11
	<i>D. lanceolata</i> Penard					♦							1
	<i>D. litophila</i> Penard												0
	<i>D. lobostoma</i> Leydi		♦										1
	<i>D. mammillaris</i> Penard												0
	<i>D. oblonga</i> Ehrb.												0
	<i>D. pyriformis</i> Ehrb.	♦♦	♦		♦			♦		♦		♦	6
	<i>D. urceolata</i> Carter												0
	<i>Diffugia</i> sp.					♦				♦♦			2
	<i>Epaxella</i> sp.						♦						1
	<i>E. tuberculata</i> Perty.		♦	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	10
	<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrb.) Perty.	♦♦				♦	♦	♦		♦	♦	♦	8
	Heliozoos								♦				1
	<i>Sexagonaria</i> sp.												0
	<i>Trinema</i> sp.					♦							1
Ciliata	<i>Acinetia</i> sp.									♦			1
	<i>Askenasia</i>			♦♦						♦		♦	4
	<i>Aspidisca</i>	♦											1
	<i>Chilodonella</i> sp.		♦♦	♦♦		♦		♦♦		♦		♦♦	6
	<i>Codonella cratera</i> (Leidy) Imhof												0
	<i>Coleps</i> sp.			♦			♦♦♦	♦♦					3
	<i>Colpidium colpoda</i> (Ehrb.)					♦	♦♦				♦♦		3
	<i>Didinium</i> sp.							♦					1
	<i>Euplotes</i> sp.	♦♦	♦				♦♦	♦				♦	5
	<i>Epystilis plicatilis</i> Ehrb.	♦	♦		♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦		♦♦	10
	<i>Epystilis</i> sp. 1			♦		♦		♦		♦			4
	<i>Epystilis</i> sp. 2							♦					1
	<i>Epystilis</i> sp. 3							♦					1
	<i>Epystilis</i> sp. 4							♦					1
	<i>Epystilis</i> sp. 5							♦					1
	<i>Epystilis</i> (zooide)												0
	<i>Halteria grandinella</i> (Müller) Dujardin.				♦								1
	<i>Hemiophrys</i> sp.		♦			♦							2
	<i>Holophrya simplex</i> Ehrb.	♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦	11
	<i>Litonotus</i> sp.							♦					1
	<i>Metopus</i> sp.						♦						1
	<i>Nassula</i> sp.						♦						1
	<i>Paramecium bursaria</i> Ehrb.						♦♦						1
	<i>P. caudatum</i> Ehrb.	♦	♦	♦♦♦	♦♦			♦			♦♦	♦♦	8
	<i>Prorodon</i> sp.		♦				♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦		6
	<i>Pyxicola</i> sp.			♦	♦						♦		4
	<i>Spirostomum ambiguum</i> Ehrb.							♦					2
	<i>Stentor roselli</i> Ehrb.	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦		♦	10
	<i>Strombilidium</i> sp.								♦				1
	<i>Thuricola</i> sp.				♦			♦			♦		3
	<i>Tintinidium fluviatile</i> Stein.		♦♦♦				♦♦♦	♦	♦♦		♦♦		5
	<i>Tokophrya</i> sp.							♦					2
	<i>Trichodina</i> sp.											♦	1
	<i>Trinema</i> sp.												0
	<i>Urocentrum</i> sp.	♦					♦				♦♦		3
	<i>Vaginicola</i> sp.									♦♦			1
	<i>Vorticella campanula</i> Ehrb.	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	<i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub>		♦		♦♦	♦		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦		7
	<i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub>								♦				1
	<i>Zoothamnium</i> sp.		♦♦					♦					2
	Telotrocos		♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	10

**Tabla 3: Frecuencia de aparición e importancia media de las especies presentes en toda la laguna, a lo largo del ciclo anual (♦ = hasta 1 ind/I; ♦♦: hasta 10 ind/I; ♦♦♦ = hasta 100 ind/I; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/I).**

No se observaron cladóceros que estuvieran presentes todo el año. La especie más

persistente fue *B. huaronensis*, pero con muy poca importancia en los meses de primavera y verano. Esta falta de importancia cuantitativa para los meses de verano se observó para la totalidad de los crustáceos y se acentuó en febrero de 1998.

Especies		sep-97	oct-97	nov-97	dic-97	ene-98	feb-98	mar-98	abr-98	jun-98	jul-98	ago-98	meses
Rotífera	<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse)												0
	<i>Ascomorpha</i> sp.		♦♦	♦	♦								3
	<i>Asplanchna girodi</i> (De Guerne)	♦♦	♦							♦♦♦	♦	♦♦♦	6
	<i>Asplanchna brightwelli</i> (Gosse)												0
	<i>Brachionus angularis</i> Gosse		♦♦	♦♦♦			♦	♦					4
	<i>B. bidentatus bidentatus</i>												0
	<i>B. bidentatus</i> (inermis)												0
	<i>B. budapestinensis</i> Daday												0
	<i>B. calyciflorus calyciflorus</i> Pallas	♦♦♦	♦	♦♦			♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	9
	<i>B. calyciflorus amphiceros</i> (Ehrb.)	♦♦♦	♦♦♦	♦♦			♦		♦♦	♦♦	♦	♦♦	9
	<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	11
	<i>B. dimidiatus</i> (Bryce)												0
	<i>B. havanaensis</i> Rousselet		♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦		♦		8
	<i>B. leydigii</i> (Cohn)												0
	<i>B. patulus</i> (O.F.M.)												0
	<i>B. plicatilis</i> (O.F.M.)		♦	♦	♦	♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦		9
	<i>B. pterodinoides</i> (Rousselet)							♦					1
	<i>B. quadridentatus</i> (Hermanns)		♦♦	♦	♦								6
	<i>B. urceolaris</i> O.F.M.		♦♦					♦				♦	2
	<i>Bdelloidea</i> sp <sub>1</sub>	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	<i>Bdelloidea</i> sp <sub>2</sub>		♦♦	♦			♦		♦				4
	<i>Bdelloidea</i> sp <sub>3</sub>		♦	♦									2
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>1</sub>	♦	♦	♦	♦♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦	♦		♦♦	10
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>2</sub>							♦					2
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>3</sub>					♦		♦♦	♦				3
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>4</sub>	♦	♦		♦♦	♦	♦♦	♦♦		♦	♦	♦	9
	<i>Colurella colurus</i> (Ehrb.)	♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦♦	11
	<i>C. uncinata</i> (O.F.M.)	♦	♦	♦♦		♦	♦	♦	♦♦	♦			8
	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet				♦			♦♦♦	♦♦				3
	<i>Conochilus</i> sp.												0
	<i>Dicranophorus</i> sp.	♦				♦♦	♦	♦♦				♦	6
	<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse)								♦				1
	<i>Encentrum</i> sp.												0
	<i>Euchlanis</i> sp.			♦	♦			♦					3
	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrb.		♦	♦	♦	♦	♦	♦♦		♦♦		♦	8
	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrb.)	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	11
	<i>Filinia</i> sp.			♦♦			♦	♦♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	7
	<i>Gastropus</i> sp.		♦♦						♦				2
	<i>Flosculareaceo</i>	♦			♦								2
	<i>Hexarthra fennica</i> (Levander)					♦	♦♦♦	♦	♦			♦	5
	<i>Keratella americana</i> Carlin						♦	♦♦	♦				3
	<i>K. cochlearis</i> (Gosse)		♦							♦			2
	<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> (Gosse)												0
	<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> f. <i>micracantha</i> (Lauterborn)												0
	<i>K. lenzi</i> (Hauer)												0
	<i>K. tropica</i> (Apstein) una espina caudal	♦♦	♦♦	♦♦			♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦	9
	<i>K. tropica</i> (Apstein) dos espinas caudales	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	<i>K. tropica</i> (Apstein) sin espinas caudales			♦	♦	♦	♦	♦		♦♦♦	♦	♦	8
	<i>K. serrulata</i> f. <i>curvicornis</i> (Rylov)												0
	<i>Lecane arcuata</i> Harring.											♦	2
	<i>L. bulla</i> (Gosse)		♦	♦		♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	9
	<i>L. clara</i> (Bryce)								♦				2
	<i>L. closterocerca</i> Schmarda		♦	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦	10
	<i>L. curvicornis</i> (Murray)					♦	♦♦	♦♦		♦			4
	<i>L. decipiens</i> (Murray)												0
	<i>L. elsa</i> Hauer									♦			1
	<i>L. hamata</i> (Stokes)					♦	♦♦	♦♦	♦			♦	5
	<i>L. hastata</i> (Murray)							♦		♦			2
	<i>L. hornemanni</i> (Ehrb.)								♦				1
	<i>L. inermis</i> (Bryce)						♦						1
	<i>L. ludwigii</i> (Eckstein)	♦	♦										2
	<i>L. luna</i> (O.F.M.)				♦♦	♦	♦	♦	♦	♦			6
	<i>L. lunaris</i> (Ehrb.)			♦	♦	♦	♦	♦♦	♦			♦	7
	<i>L. nana</i> (Murray)									♦			1
	<i>L. pyriformis</i> (Daday)	♦		♦		♦♦	♦	♦♦	♦		♦	♦	8
	<i>L. quadridentata</i> (Ehrb.)	♦						♦					2
	<i>L. rhenana</i> Hauer.							♦♦	♦				2
	<i>L. ruttheri</i> Hauer.							♦					1
	<i>L. signifera</i> (Jennings)									♦			1
	<i>Leane (h) sympoda</i> Hauer.		♦					♦					2

**Tabla 3 (continuación): Frecuencia de aparición e importancia media de las especies presentes en toda la laguna, a lo largo del ciclo anual**  
 (♦ = hasta 1 ind/l; ♦♦: hasta 10 ind/l; ♦♦♦ = hasta 100 ind/l; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/l).

Especies		sep-97	oct-97	nov-97	dic-97	ene-98	feb-98	mar-98	abr-98	jun-98	jul-98	ago-98	meses
Rotífera (cont.)	<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrb.)												3
	<i>L. ovalis</i> (O.F.M.)	♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦		♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	10
	<i>L. patella</i> (O.F.M.)				♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦				5
	<i>Limnias</i> sp.							♦					1
	<i>Lophocaris salpina</i> (Ehrb.)					♦♦		♦♦					2
	<i>Monommata aequalis</i> (Ehrb.)							♦					0
	<i>Mytilina mucronata</i> (O.F.M.)		♦					♦	♦♦	♦♦			4
	<i>M. ventralis ventralis</i> (Ehrb.)	♦	♦		♦♦								3
	<i>M. videns</i> (Levander)							♦♦					1
	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrb.)	♦♦									♦	♦♦♦	3
	<i>N. squamula</i> (O.F.M.)												0
	<i>Notommata</i> sp.						♦						1
	<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrb.)			♦		♦	♦	♦♦	♦	♦♦		♦	7
	<i>Polarthra vulgaris</i> Carlin	♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦		♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	10
	<i>Phompholyx sulcata</i> (Hudson)											♦♦	1
	<i>Proales</i> sp.	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦		10
	<i>Proalides</i> sp.		♦♦♦				♦♦	♦♦	♦♦	♦♦			6
	<i>Ptygura</i> sp.							♦					1
	<i>Synchaeta</i> sp.	♦					♦			♦♦♦			4
	<i>Taphrocampa</i> sp.								♦				1
	<i>Testudinella patina</i> (Hermann)	♦			♦♦	♦		♦♦	♦	♦	♦♦	♦♦	8
	<i>Trichocerca</i> sp. <sub>2</sub>			♦♦									4
	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof)		♦				♦	♦	♦				4
	<i>T. elongata</i> Gosse.	♦	♦										3
	<i>T. pusilla</i> (Lauterborn)			♦♦			♦♦	♦♦♦					3
	<i>T. tigris</i> (O.F.M.)	♦							♦♦	♦		♦	4
	<i>T. stylata</i> (Gosse)			♦♦			♦♦♦	♦♦♦					6
	<i>Trichocerca</i> sp. <sub>1</sub>	♦	♦♦♦	♦♦♦		♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦		♦	9
	<i>Trichocerca</i> sp. <sub>3</sub>						♦					♦	3
	<i>Trichotria pocillum</i> (O.F.M.)				♦								1
	<i>Trichotria tetractis tetractis</i> (Ehrb.)				♦					♦	♦	♦	5
Cladocera	<i>Alona guttata</i> Sars.		♦	♦	♦								3
	<i>Alona glabra</i> Sars.	♦♦	♦♦	♦♦	♦			♦	♦		♦	♦	8
	<i>Alona rectengula</i> Sars.	♦♦	♦♦	♦♦	♦			♦♦	♦♦		♦	♦	8
	<i>Bosmina huaronensis</i> Delachaux	♦♦	♦♦	♦			♦			♦♦	♦♦	♦♦	9
	<i>B. longirostris</i>	♦	♦♦					♦			♦♦	♦♦	6
	<i>Ceriodaphnia</i> cfr. <i>dubia</i>			♦	♦					♦♦	♦	♦♦	5
	<i>Chydorus</i> sp.		♦♦	♦	♦			♦					3
	<i>Daphnia spiunulata</i> (Birabén)		♦♦							♦♦			3
	<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek.			♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦		♦		♦	8
	<i>Ilyocryptus</i> sp.	♦	♦										2
	<i>Leydigia leydigii</i> Daday.	♦♦	♦♦	♦							♦		4
	<i>Macrotrix</i> sp.												0
	<i>Moina micrura</i> Kurz.		♦	♦	♦	♦♦	♦	♦		♦♦			7
	<i>Pseudochydorus</i> sp.		♦					♦		♦♦			4
Copepoda	<i>Pleuroxus</i> sp.											♦	1
	<i>Simocephalus daphniodes</i> Herrick	♦				♦				♦♦			3
	Nauplii	♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	♦♦♦♦	11
	Copepodito cyclopoideo	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	Copepodito calanoideo			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	11
	Copepodito harpacticoideo	♦	♦	♦	♦			♦					5
	<i>Notodiaptomus incompositus</i> (Brian).	♦		♦♦	♦♦	♦	♦	♦♦		♦♦	♦♦	♦♦	9
	<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski).		♦♦	♦♦		♦		♦		♦♦	♦♦	♦	9
	<i>Microcyclops anceps</i> (Richard).	♦	♦	♦						♦♦	♦♦	♦	5
	<i>Acanthocyclops michaelsoni</i> (Mrázek).					♦				♦			2
	<i>A. robustus</i> (Sars).		♦♦	♦	♦					♦♦		♦	6
	<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski).	♦	♦	♦	♦	♦		♦		♦	♦♦	♦♦	10
	<i>Microcyclops anceps</i> (Richard).												0
	copepodo harpacticoideo	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦		♦♦	♦			♦	8

**Tabla 3: Frecuencia de aparición e importancia media de las especies presentes en toda la laguna, a lo largo del ciclo anual (♦ = hasta 1 ind/l; ♦♦: hasta 10 ind/l; ♦♦♦ = hasta 100 ind/l; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/l).**

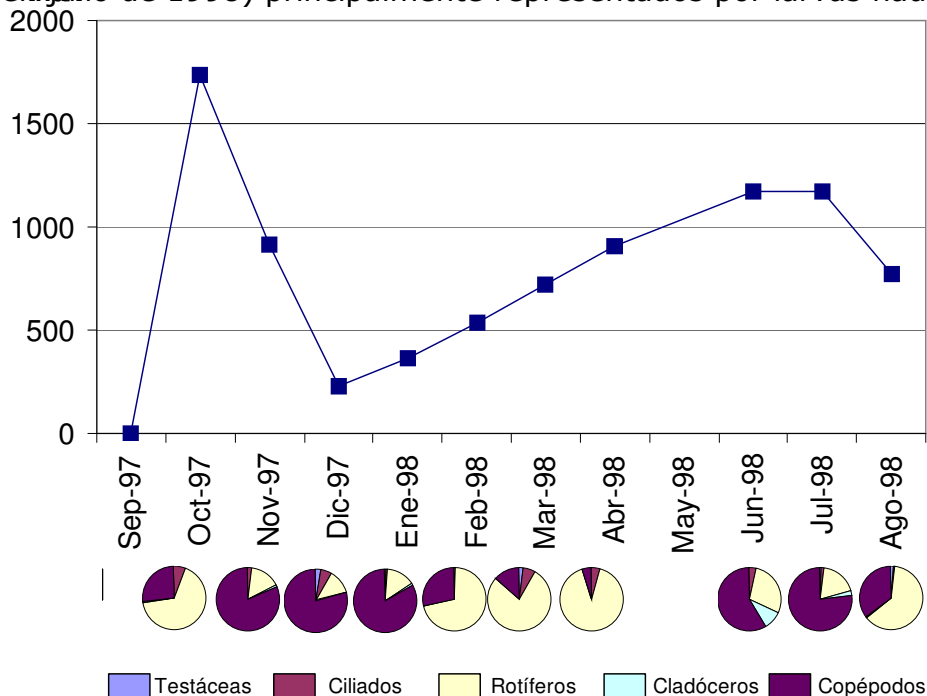
Los copépodos más frecuentes (y de mayor importancia cuantitativa) fueron las formas inmaduras, particularmente las larvas nauplii y, en menor medida los copepoditos calanoideos y ciclopoideos. En lo que se refiere a los adultos, las especies con más apariciones fueron *A. robustus*, presente en casi todos los meses pero con una muy baja abundancia numérica, *M. mendocinus* de mayor importancia, y *N. incompositus*, abundante en junio de 1998.



## 2.2.2. Abundancia en escala horizontal.

### 2.2.2.1. Sector de la Compuerta

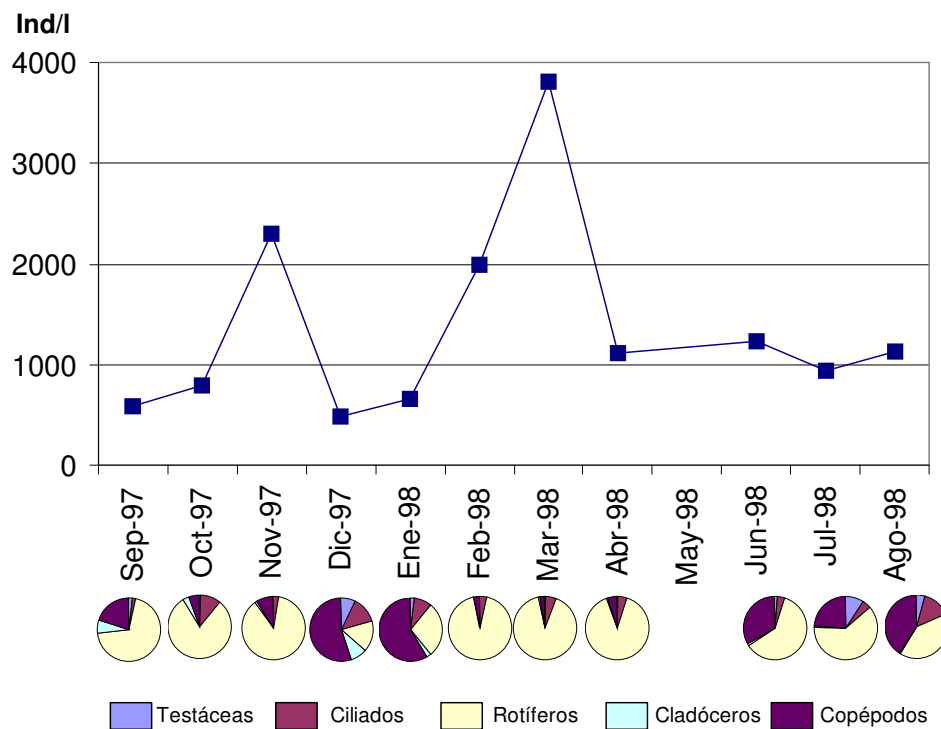
En relación a la abundancia numérica, en el sector de la compuerta que separa a la laguna de Monte con la laguna Las Perdices (Fig. 36) se registró un valor máximo absoluto al principio del período de estudio (octubre de 1997, 1733 ind/l). La abundancia zooplanctónica total cayó abruptamente hacia el mes de diciembre (230 ind/l) para luego recuperarse sostenidamente hacia los últimos meses del ciclo anual. Los principales grupos mostraron una alternancia de dominancia. Los rotíferos fueron dominantes en octubre de 1997, y febrero, marzo, abril y agosto de 1998 (1135 ind/l en octubre de 1997). En estas ocasiones se destacaron *B. caudatus*, *F. longiseta*, *P. vulgaris* y *K. tropica*. En el resto de los meses fueron dominantes los copépodos (898,5 ind/l en julio de 1998) principalmente representados por larvas nauplii.



**Fig. 36: Abundancia de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en el sector de la compuerta.**

### 2.2.2.2. Sector Central de la Laguna

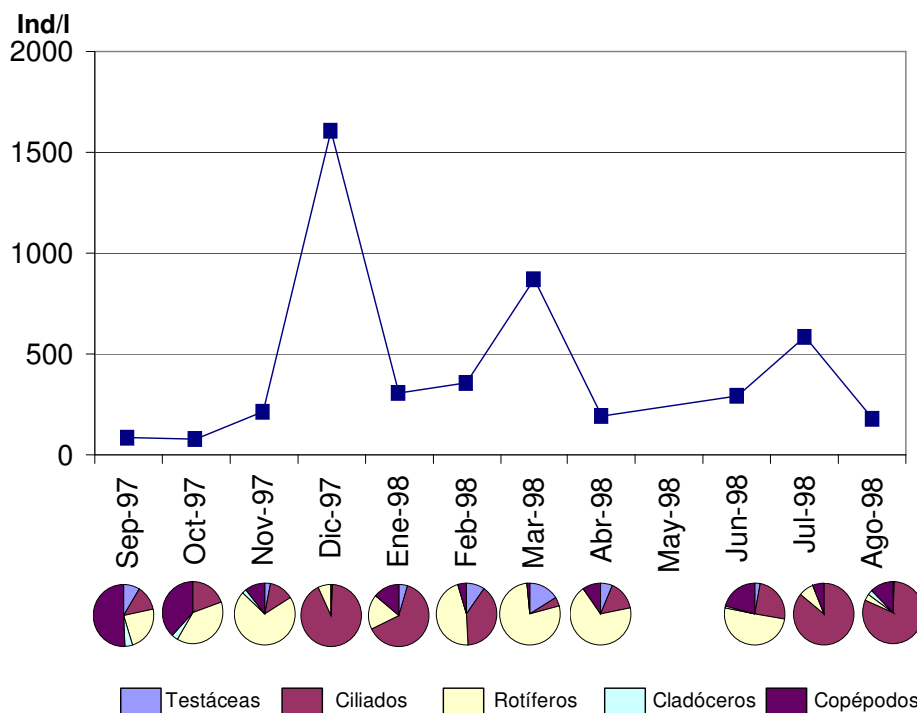
En el sector más profundo de la laguna (Fig. 37) la densidad total zooplanctónica mostró un patrón bimodal cuyos dos picos se registraron en noviembre (2305 ind/l) y marzo (3803 ind/l). Se observó una clara dominancia numérica de los rotíferos en la mayoría de los meses, alcanzando los 2015 ind/l en noviembre de 1997 y 3469 ind/l en marzo de 1998. Por el contrario, en diciembre de 1997 y enero de 1998, predominaron los copépodos (que alcanzaron 388 ind/l en este último mes) debido a la abundancia de larvas nauplii.



**Fig. 37: Abundancia media de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en el sector más profundo de la laguna.**

### 2.2.2.3. Sector Adyacente al arroyo El Totoral

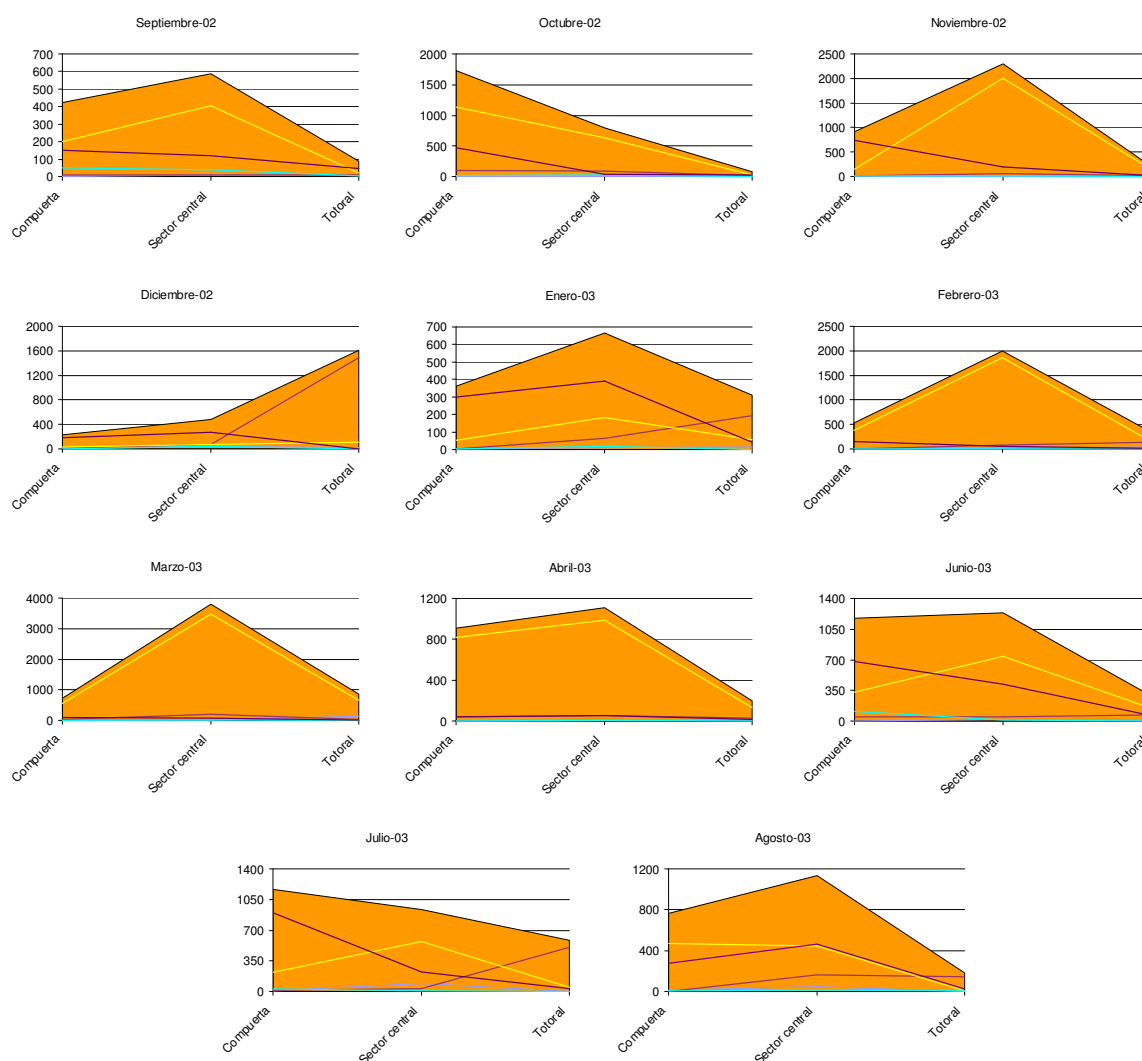
En el sector de la laguna más cercano al arroyo "El Totoral" (Fig. 38) el zooplancton total registró, a lo largo del ciclo anual, tres picos. El primero tuvo lugar en diciembre de 1997, alcanzando 1610 ind/l, el segundo (marzo de 1998) llegó a 873 ind/l y el tercero (julio del mismo año), 585 ind/l. En este sector de la laguna se observó una importancia mucho mayor de los ciliados, que fueron dominantes en diciembre de 1997, y enero, julio y agosto de 1998, alcanzando una densidad máxima de 1484 ind/l en diciembre por la gran abundancia de *H. simplex* (1071 ind/l), mientras que en otros meses fueron importantes las especies del género *Vorticella*, principalmente telotrocos. Finalmente, los rotíferos fueron dominantes en marzo de 1998, momento en que este grupo estuvo casi exclusivamente representado por especies de hábito no planctónico, destacándose los géneros *Lecane*, *Lepadella*, *Proalides* *Cephalodella* y bdelloideos.



**Fig. 38: Abundancia de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en el sector de la laguna adyacente al arroyo El Totoral.**

#### 2.2.2.4. Variación horizontal de la abundancia del zooplancton.

La heterogeneidad del zooplancton en la dimensión horizontal muestra concordancias con los eventos hidrológicos locales, en términos de efectos dilutorios en las proximidades del arroyo El Totoral (octubre de 2002 y abril de 2003), y concordancias con el efecto de refugio brindado por las macrófitas (verano con mayor abundancia en el sector central). Además se aprecia la condición distintiva de baja abundancia permanente en el sector vinculado al arroyo cuya excepción (diciembre de 2002) está dada por abundancia de ciliados (*Holophrya simplex*).



**Fig. 39: Variación en la abundancia numérica de cada grupo y del zooplancton total, en dimensión horizontal.**

### 2.2.3. Abundancia en perfil vertical.

En el perfil vertical desarrollado en el sector más profundo de la laguna (Fig. 40), puede observarse una clara dominancia de los rotíferos sobre el resto de los grupos.

En este contexto, las amebas testáceas tuvieron cierta importancia relativa gracias a la presencia de *A. discoides* en el nivel subsuperficial de la columna de agua, en diciembre de 1997. Hacia finales del ciclo anual en los estratos cercanos a los sedimentos, se registró otro valor relativamente importante impulsado por *E. tuberculata*.

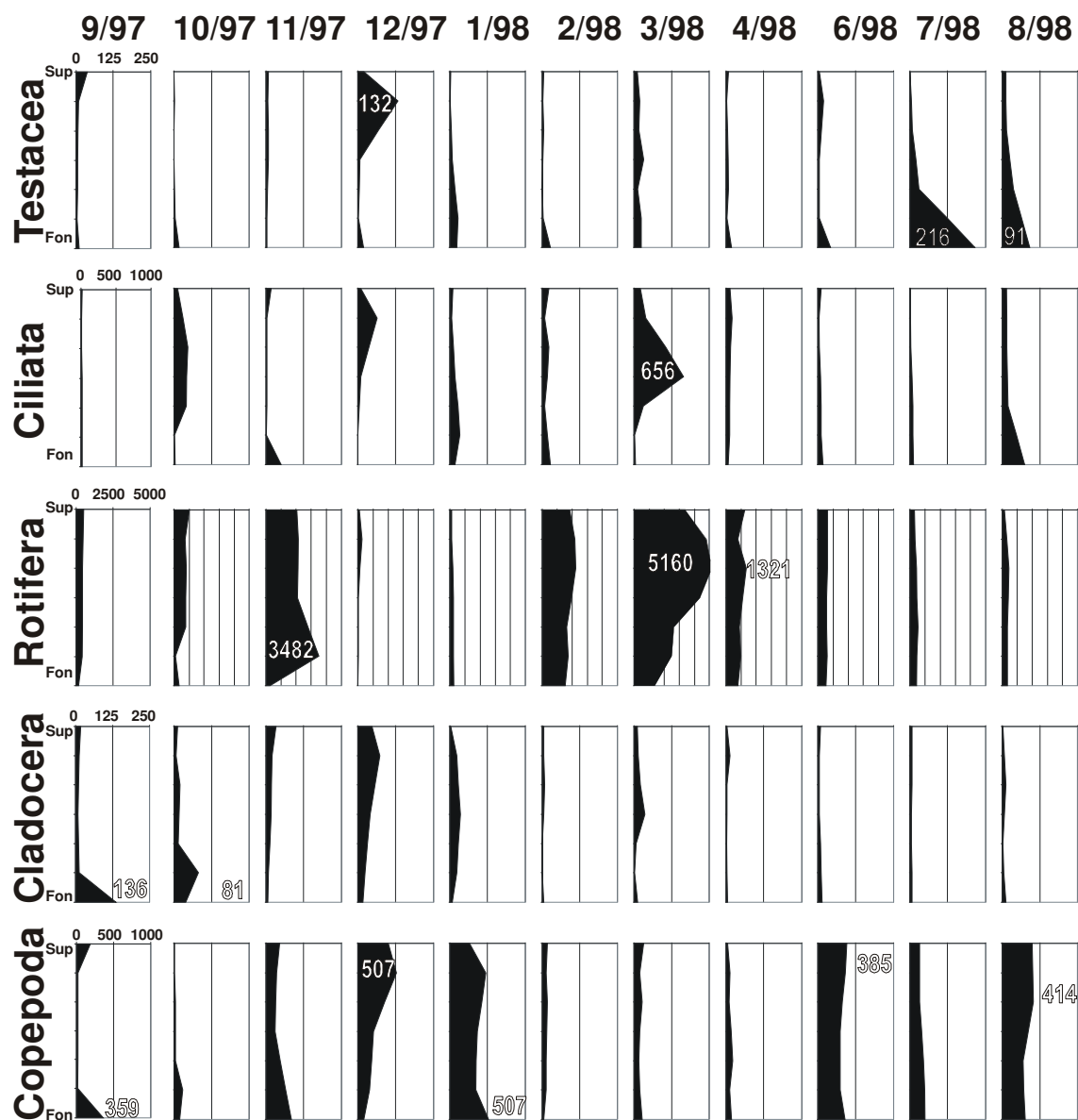
Los ciliados alcanzaron su máxima densidad en marzo de 1998, en los niveles medios de la columna de agua por el aporte muy importante de *V. campanula*.

En noviembre de 1997 los rotíferos alcanzaron valores de 3482 ind/l en los niveles profundos de la columna de agua, con la dominancia de *B. caudatus*. En febrero de 1998 se registraron valores próximos a los 2000 ind/l en la totalidad de los niveles del perfil vertical, impulsados por *F. longiseta* y *B. caudatus*, especies que un mes más tarde propiciarían el valor máximo de 5160 ind/l. Este pico se observó en el nivel subsuperficial y contó, además de las especies ya citadas, con el aporte de *B. havanaensis* y *B. plicatilis*.

Los cladóceros mostraron poca importancia cuantitativa a lo largo de todo el período de estudio, pudiendo mencionarse los valores alcanzados septiembre de 1997 en el nivel más profundo del perfil vertical (136 ind/l, *A. rectangula*) y en octubre de 1997 30 cm por encima de los sedimentos (81 ind/l, *A. rectangula* y *A. glabra*). Entre los cladóceros de mayor porte y capacidad de filtración es notable la ausencia casi absoluta de especies del género *Daphnia* (se registró únicamente en noviembre de 1997, en el nivel

intermedio de la columna de agua con una densidad de tan sólo 1 ind/l), aunque deben destacarse los valores de abundancia de *D. birgei* durante diciembre de 1997 y enero de 1998, momento en que alcanzaron 41 y 30 ind/l respectivamente, en los estratos medios del perfil vertical.

Los copépodos mostraron en septiembre de 1997 un valor relativamente elevado en profundidad (350 ind/l) gracias a la abundancia de copépodos harpacticoideos (255 ind/l). En el resto del ciclo anual, los picos de abundancia de los copépodos fueron impulsados por larvas nauplii, como puede apreciarse en diciembre de 1997 (507 ind/l en el nivel subsuperficial), en enero de 1998 (altos valores en la totalidad de la columna, alcanzando 507 ind/l en el nivel más profundo) y en junio de 1998 (385 ind/l en superficie, con valores semejantes en el resto del perfil vertical). Finalmente, en agosto de 1998 los copépodos alcanzaron alrededor de 400 ind/l, principalmente en la mitad superior del perfil, no sólo por la participación de larvas nauplii, sino también de copepoditos ciclopoideos y adultos de *N. incompositus*.



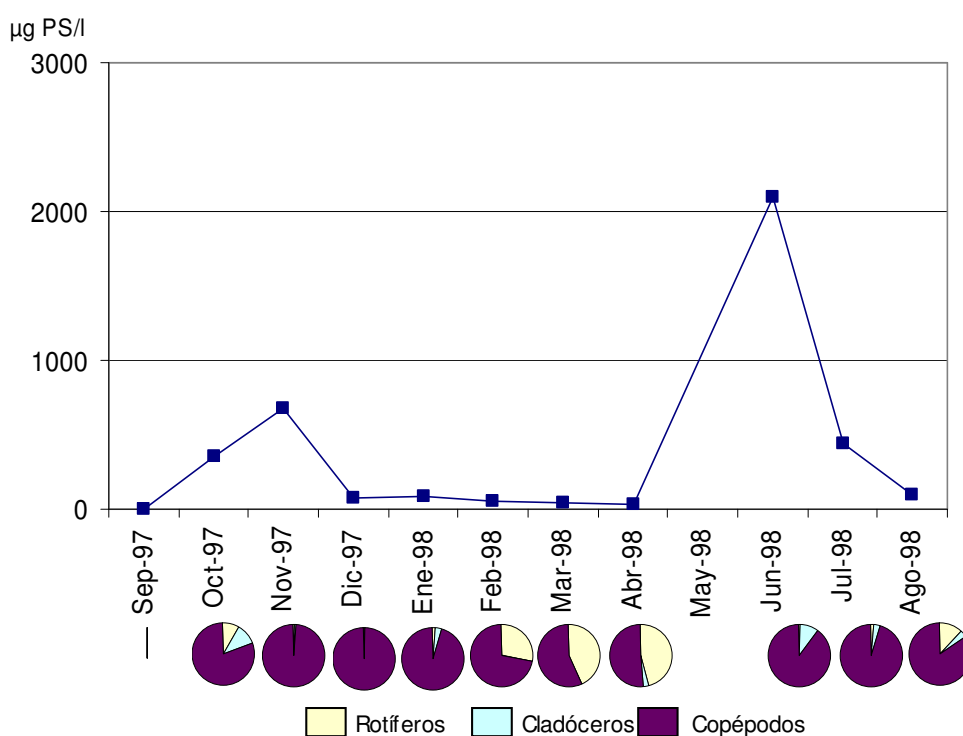
**Fig. 40: Abundancia de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en perfil vertical.**

## 2.3. Biomasa zooplanctónica

### 2.3.1. Biomasa en escala horizontal.

#### 2.3.1.1. Sector adyacente a la compuerta.

En esta zona (Fig. 41) se apreciaron dos picos de biomasa, ambos sustentados por los copépodos. El primero, con una biomasa total zooplanctónica de 682  $\mu\text{g PS/l}$  en noviembre de 1997 (correspondiendo 672  $\mu\text{g PS/l}$  a copépodos, principalmente adultos de *M. mendocinus*) y el segundo, en junio de 1998 con 2097  $\mu\text{g PS/l}$  (1866  $\mu\text{g PS/l}$  de copépodos, gracias a el aporte de *N. incompositus* y *A. robustus*). Vale mencionar que en este mes se observó el máximo valor de biomasa de cladóceros (212  $\mu\text{g PS/l}$ ) por la presencia de *D. spinulata*.

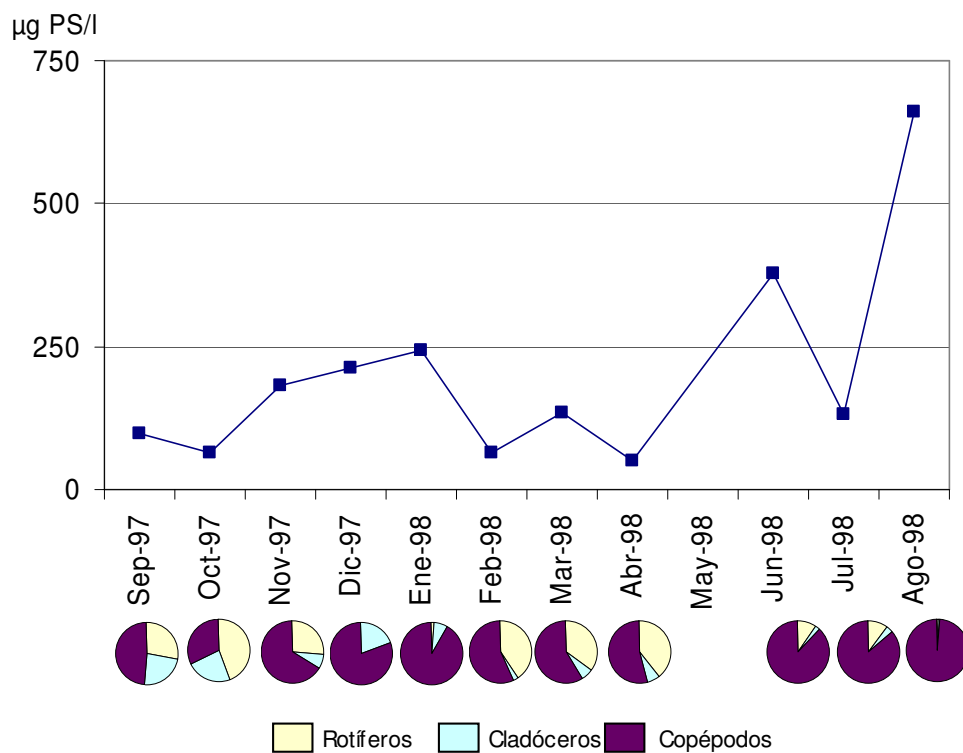


**Fig. 41: Biomasa de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en el sector de la compuerta.**



### 2.3.1.2. Sector profundo de la laguna.

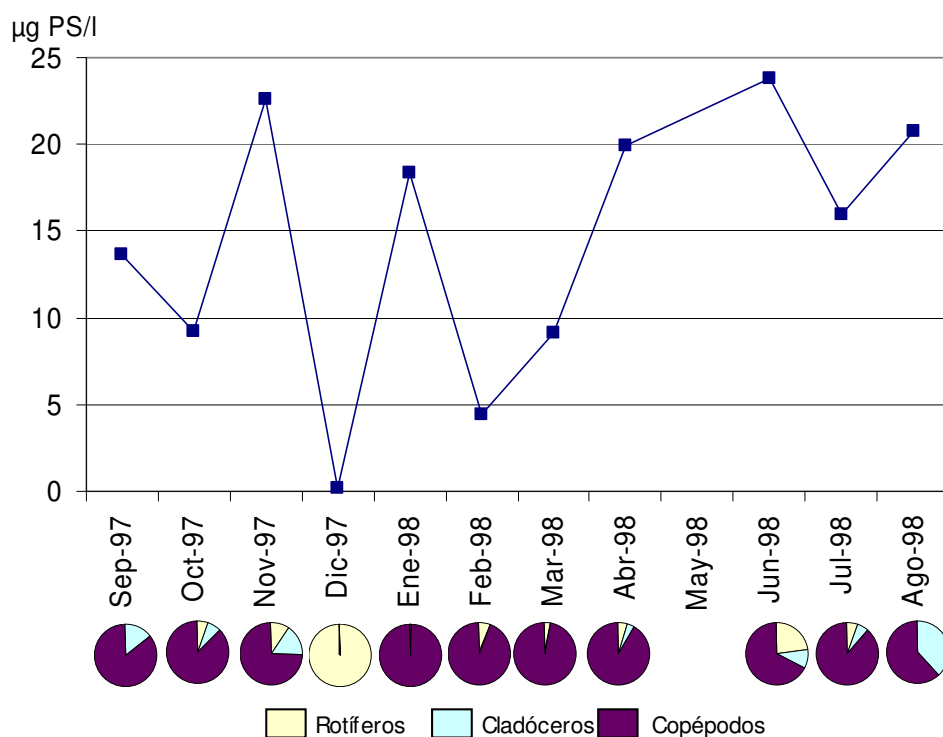
En el sector central de la laguna (Fig. 42), los valores de biomasa (siempre dominada por los copépodos) mostraron, entre fluctuaciones más o menos pronunciadas, una tendencia al aumento. Dichos valores estuvieron compuestos por el aporte constante de larvas nauplii y adultos de *N. incompositus* que alternaron en la dominancia. El máximo valor de biomasa total zooplanctónica de este sitio de muestreo se alcanzó al final del período de estudio (agosto de 1998, 659  $\mu\text{g PS/l}$ ) gracias al aporte mayoritario de los adultos anteriormente mencionados (495  $\mu\text{g PS/l}$ ).



**Fig. 42: Biomasa media de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en el sector más profundo de la laguna.**

### 2.3.1.3. Sector cercano al arroyo El Totoral

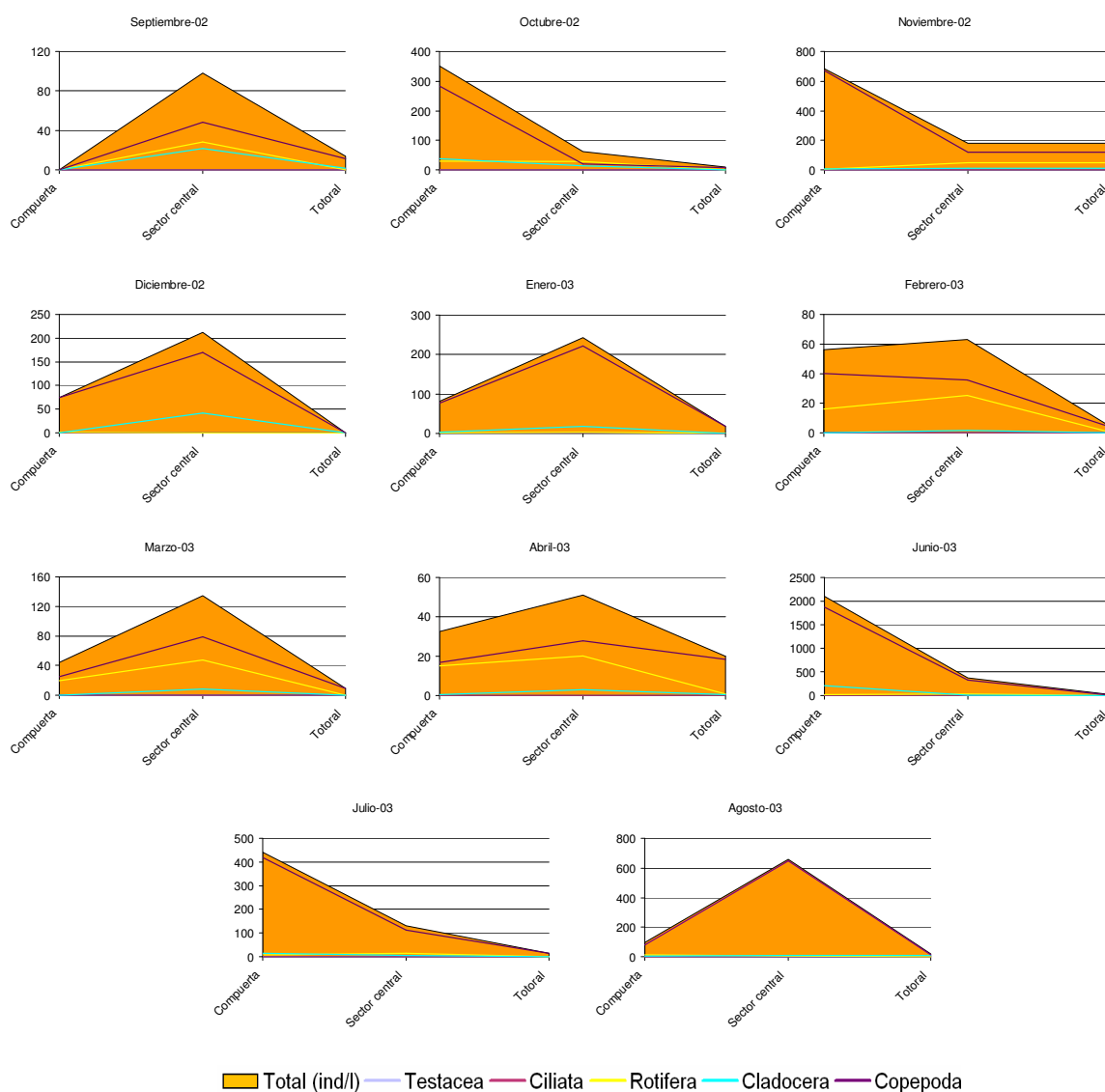
En el sector más cercano al arroyo "El Totoral" (Fig. 43) las biomásas zooplanctónicas fueron inferiores a las del resto de los ambientes (dos órdenes de magnitud de diferencia respecto de las de la zona de la compuerta), y estuvieron dominadas casi en todo momento por los copépodos, siendo más importante la contribución de las larvas nauplii, aunque en marzo de 1997 y abril de 1998 fue decisivo el aporte de *M. mendocinus* y hacia el final del primer período de estudio (agosto de 1998) dominaron los copépodos calanoideos (*N. incompositus*). En el mes de diciembre de 1997 se observó una situación excepcional debido a la ausencia de crustáceos, lo que resultó en una biomasa total zooplanctónica casi nula.



**Fig. 43: Biomasa de los principales grupos del zooplancton a lo largo del ciclo anual, en el sector adyacente al arroyo El Totoral.**

### 2.3.2. Variación horizontal de la biomasa zooplanctónica.

En términos generales la variación de la biomasa en dimensión horizontal (Fig. 44) mostró siempre los menores valores en las cercanías del arroyo El Totoral y los mayores en el sector central de la laguna. La dominancia estuvo siempre a cargo de los copépodos, con participación de los rotíferos principalmente durante el verano y en sitios alejados de la desembocadura del arroyo El Totoral.



**Fig. 44: Variación en la biomasa ( $\mu\text{gPS/l}$ ) de cada grupo y del zooplancton total, en dimensión horizontal.**

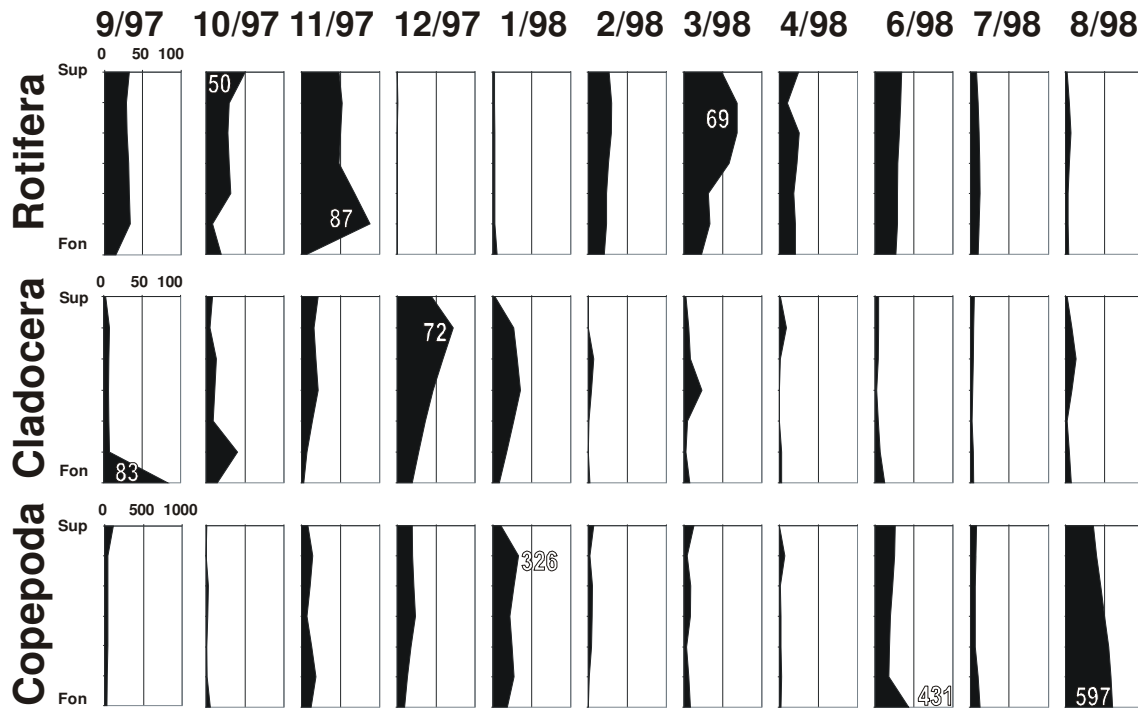
### 2.3.3 Biomasa en perfil vertical.

En detalle, el perfil vertical desarrollado para la biomasa en el sector más profundo de la laguna (Fig. 45) exhibió para los rotíferos unos valores relativamente bajos pese a su gran dominancia numérica (Fig. 38). Dicho fenómeno se explica por su escasa biomasa individual respecto de los crustáceos. En este marco, deben destacarse los valores alcanzados en el nivel superficial, en octubre de 1997 (58  $\mu\text{g PS/l}$ ) representados en su mayoría por *B. calyciflorus*. Un mes más tarde, el aporte de *B. caudatus* determinó en el segundo nivel de profundidad (30 cm de los sedimentos), el máximo absoluto de biomasa de rotíferos (87  $\mu\text{g PS/l}$ ). Finalmente, en marzo de 1998 en los niveles subsuperficiales, se observaron valores cercanos a 70  $\mu\text{g PS/l}$  por el aporte de *B. caudatus* y *B. havanaensis*. Este último valor se corresponde con la máxima abundancia numérica de rotíferos (y del total del zooplancton) descripta en los incisos anteriores.

Con abundancias numéricas mucho menores, los cladóceros alcanzaron valores de biomasa del mismo orden que los observados para los rotíferos. En septiembre de 1997, en profundidad, se observó un pico de 83  $\mu\text{g PS/l}$  principalmente por el aporte de *A. glabra*. En diciembre de 1997, la presencia de *D. birgei* tuvo un aporte decisivo para que los cladóceros alcanzaran una biomasa de 72  $\mu\text{g PS/l}$  en el nivel subsuperficial de la columna de agua.

Los copépodos fueron el grupo zooplanctónico dominante en cuanto al aspecto de la biomasa, y con frecuencia exhibieron valores un orden de magnitud por encima del resto de los grupos. De este modo se registraron en enero de 1998 valores cercanos a los 300  $\mu\text{g PS/l}$  en la totalidad de la columna (326  $\mu\text{g PS/l}$  en el nivel subsuperficial gracias al aporte de larvas nauplii y principalmente de adultos de *A. robustus* y *N. incompositus*). Hacia el

final del ciclo anual se observaron valores de 431  $\mu\text{g PS/l}$  en junio de 1998 y 597  $\mu\text{g PS/l}$  en agosto de 1998, en ambos casos localizados en los niveles más profundos del perfil vertical, y por la presencia de adultos de *N. incompositus*.



**Fig. 45: Perfil vertical de la biomasa zooplanctónica para el primer ciclo anual (expresada en  $\mu\text{g PS/l}$ ).**

## **2.4. Hábitos de vida predominantes en la comunidad planctónica.**

### **2.4.1. Sector adyacente a la compuerta (Estación 1).**

Los protistas en ningún momento tuvieron importancia en el zooplancton en este sector. Particularmente las amebas testáceas estuvieron ausentes o en bajísimas densidades en todo el ciclo anual. Los ciliados mostraron una contribución semejante, pero puede mencionarse que en octubre *H. simplex* contribuyó con 77 ind/l al pico de los ciliados (105 ind/l) y de los protistas en general (107 ind/l).

Los rotíferos de hábitos no planctónicos presentaron por momentos mayor número de especies que los de hábito estrictamente planctónico. Sin embargo esto no se observó en relación con la abundancia cuantitativa, aspecto en el cual siempre predominaron los rotíferos típicamente planctónicos que representaron el 70~90% de la abundancia total del grupo. Una de las especies de rotíferos más destacadas fue *B. caudatus*, que estuvo presente en todos los meses, y que mostró un valor importante (522 ind/l) en octubre de 1997, momento en que determinó, junto con *P. vulgaris* (416 ind/l), el máximo de abundancia total zooplanctónica para este sector de la laguna (1733 ind/l). Durante el resto de los meses el aporte de las mencionadas especies fue sustancialmente menor, incluso con valores inferiores a 10 ind/l (diciembre y enero, para *B. caudatus* y diciembre y febrero, para *P. vulgaris*).

*Keratella tropica* estuvo presente en las cercanías de la compuerta en muy baja densidad en los primeros meses del ciclo anual (incluso faltando enero de 1998), pero a partir de abril su importancia numérica comenzó a aumentar hasta registrar su máximo en agosto de 1998 (165 ind/l). Algo semejante fue lo ocurrido con *F. longiseta* que estuvo prácticamente ausente

hasta febrero de 1998, momento a partir del cual su densidad comenzó a oscilar, para llegar a su máximo en agosto de 1998 (176 ind/l).

Entre las especies que mostraron patrones de distribución con cierta estacionalidad puede destacarse a *B. havanaensis* que mostró sus mayores densidades entre el verano y el principio del otoño, con 155 ind/l en febrero de 1998. Simultáneamente, pero con menor importancia cuantitativa, *B. plicatilis* alcanzó densidades de hasta 66 ind/l (febrero de 1998). A diferencia de estas últimas especies, *B. calyciflorus* estuvo ausente hasta la finalización del verano, luego de lo cual tuvo su máximo de 122 ind/l en junio.

En este sector, las especies de los géneros *Lecane* y *Lepadella* estuvieron ausentes durante la mayoría de los meses del ciclo y, cuando aparecieron, no superaron densidades de 2 ind/l.

Los cladóceros de gran tamaño fueron escasos o estuvieron ausentes en la mayor parte del ciclo anual. Sin embargo coincidiendo con la creciente del río Salado (junio de 1998) se registraron las máximas densidades de *D. spinulata* (26 ind/l y 196 µg PS/l), la cual estuvo ausente prácticamente en todo el resto del año. Los restantes cladóceros aparecieron en meses puntuales y con poca importancia cuantitativa.

Entre los copépodos, además de la presencia constante y en altas densidades de copepoditos y larvas nauplii (estas últimas alcanzaron 716 ind/l en agosto) es de destacar el gran aporte de los adultos de *N. incompositus* en junio (160 ind/l) que constituyó el 56% de la biomasa total zooplanctónica de ese mes (1183 µg PS/l, sobre un total de biomasa zooplanctónica de 2098 µg PS/l). Hacia el mes siguiente esta misma especie, con una densidad de 23 ind/l (166,5 µg PS/l), aportó aproximadamente el 38% de la biomasa total zooplanctónica.

En resumen, como se observa en la figura 46 a, la cantidad de especies de hábitos planctónicos fue semejante a la de especies provenientes de otras comunidades. Particularmente, los picos de riqueza registrados para rotíferos mostraron un leve predominio de las especies no planctónicas respecto a las planctónicas (10 especies planctónicas y 14 no planctónicas en el mes de octubre de 1997, y 12 especies planctónicas y 14 no planctónicas en el mes de marzo de 1998). A diferencia de la riqueza específica, la abundancia numérica estuvo ampliamente dominada por los organismos de hábito euplanctónico (Fig 46, b), principalmente rotíferos y larvas nauplii de copépodos.

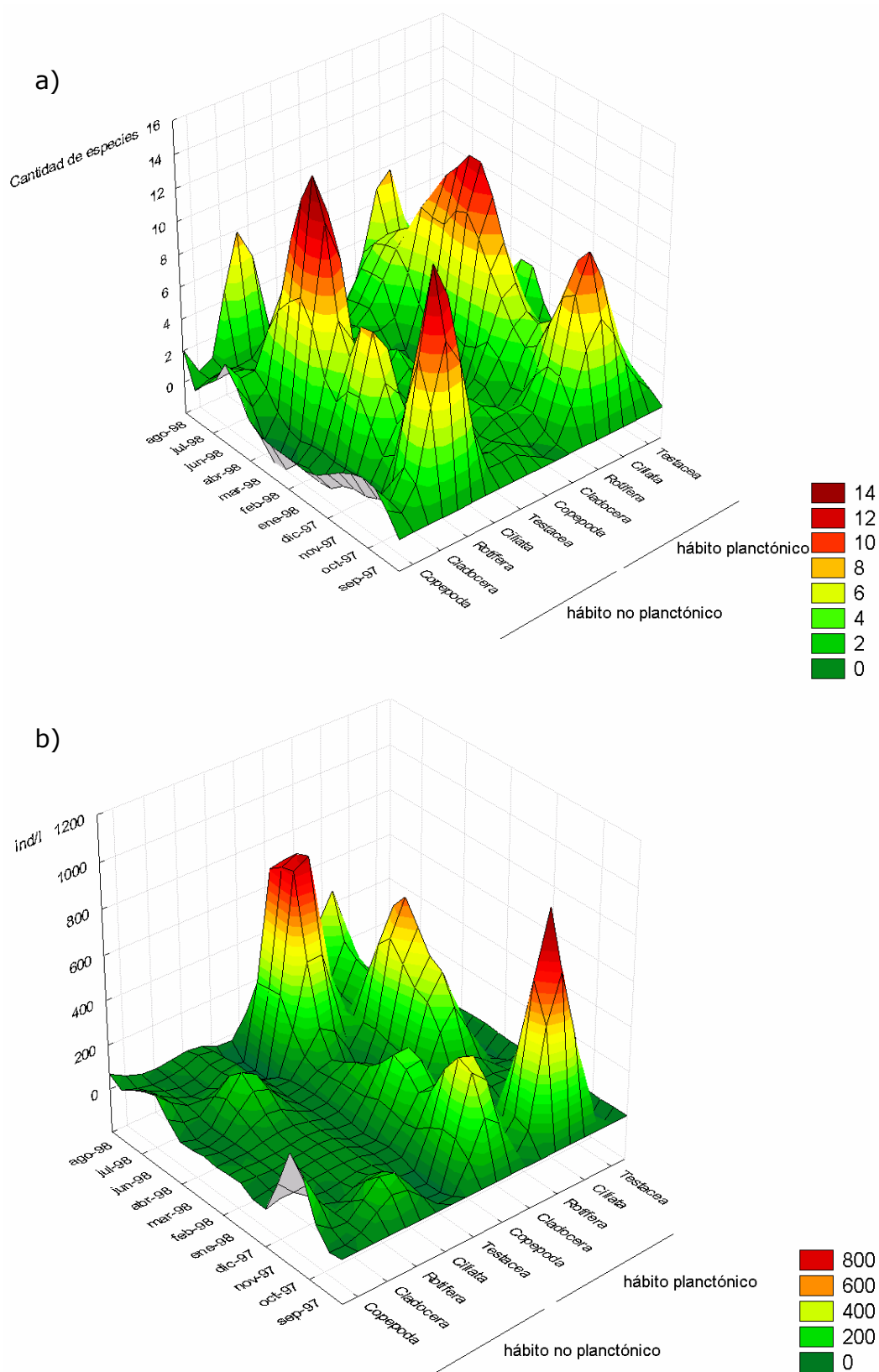
#### **2.4.2. Sector Profundo de la laguna (Estación 5): Perfil Vertical.**

En el nivel profundo de la columna de agua, las amebas testáceas tuvieron cierta importancia (216 ind/l) por el aporte de *Euglypha acanthophora* (141 ind/l) en julio de 1998. Fuera de este evento puntual, la importancia del grupo fue prácticamente nula.

Las especies de ciliados tuvieron apariciones esporádicas. La única persistente en este sitio fue también la de mayor importancia cuantitativa (*V. campanula*) que apareció con bajas densidades en la mayoría de los meses estudiados y en casi todos los niveles de profundidad, a excepción de diciembre y marzo cuando alcanzó 243 y 464 ind/l respectivamente, valores restringidos a los estratos medios de la columna de agua.

Entre los rotíferos la importancia de las formas no planctónicas se acentuó hasta alcanzar su máxima expresión en marzo de 1998, cuando el número de especies de rotíferos no planctónicos duplicó al de las formas típicamente planctónicas (Fig 48 a) aunque estos últimos dominaron ampliamente en densidad, tanto numérica como de biomasa.





**Fig. 46: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en el sector de la laguna adyacente a la compuerta.**

En lo que refiere a las especies de importancia, *B. caudatus* estuvo presente durante todo el ciclo, registrando un primer pico hacia fines de la primavera, que abarcó toda la columna de agua pero que fue más evidente en los niveles subprofundos con 2208 ind/l (sector en que significó el 59% de la abundancia zooplanctónica total y el 21% de la biomasa zooplanctónica total) y un segundo pico de 1439 ind/l en marzo, en niveles subsuperficiales de la columna de agua. En otoño y primavera su importancia fue mucho menor, con valores inferiores a 100 ind/l. Un patrón estival semejante pero con menores densidades, mostró *B. havanaensis*, que incluso estuvo ausente en primavera temprana e invierno. Sin embargo mostró máximos de densidad en los mismos momentos que *B. caudatus*, estando el pico de noviembre (776 ind/l), restringido a los niveles profundos (a 30 cm de los sedimentos) a diferencia del pico de verano que no mostró gran dependencia de la profundidad y que superó los 500 ind/l en marzo. Otra especie estival fue *P. sulcata*, y sus densidades oscilaron entre 86 y 106 ind/l.

La presencia de *B. plicatilis* estuvo restringida a los meses de verano tardío y otoño, con picos de abundancia próximos a los 500 ind/l (aproximadamente 35 µg PS/l) en toda la columna de agua (marzo de 1998).

*Brachionus calyciflorus* fue el rotífero más abundante durante la primavera y el principio del invierno, y debido a su gran tamaño constituyó un aporte apreciable a la biomasa zooplanctónica. Así, en septiembre y a 30 cm del fondo se registraron 144 ind/l (29 µg PS/l) que significó el 33% de la densidad, pero el 91% de la biomasa de rotíferos. Hacia junio se verificó una disminución del tamaño corporal de los individuos de esta especie y se registraron, en los niveles superficiales, 227 ind/l (37% de la abundancia de rotíferos) que representaron 30 µg PS/l (86% de la biomasa de rotíferos)

*Filinia longiseta* también estuvo presente todo el año, con densidades bajas a excepción de los meses de verano tardío, momento en que alcanzó gran importancia, principalmente en la mitad superior de la columna de agua, llegando a un máximo de 1351 ind/l en marzo, a 60 cm de la superficie del agua aunque, merced a su escasa biomasa individual, no constituyó un aporte sustancial a la biomasa total zooplanctónica (6 µg PS/l).

En cuanto a las especies invernales, debe destacarse que *N. acuminata* estuvo presente exclusivamente en los meses de julio y agosto de 1998, alcanzando importancia numérica sólo en éste último (91 ind/l).

En este sector de la laguna, los integrantes de la familia Lecanidae y Trichocercidae (*L. bulla*, *L. closterocerca*, *T. pusilla*, *T. stylata* y *Trichocerca* sp<sub>2</sub>) merecen ser destacadas por haber sido los rotíferos de hábito no planctónico más importantes durante los momentos de mayor desarrollo de las macrófitas en el cuerpo de agua (marzo y abril de 1998). También puede incluirse en esta ocasión a una especie indeterminada del género *Proalides* que mostró densidades superiores a los 150 ind/l en octubre, febrero y abril en casi todo el perfil vertical, a excepción de los niveles más profundos.

Entre los cladóceros, se destacaron las especies *A. rectangula* (96 ind/l ~ 63,3 µg PS/l) en los niveles profundos y *D. birgei* (41 ind/l ~ 48,5 µg PS/l) en los niveles subsuperficiales, todos ellos en diciembre.

Los copépodos de mayor importancia fueron las larvas nauplii, que si bien estuvieron en muy baja densidad en septiembre y octubre de 1997, luego oscilaron entre 50 y 300 ind/l, alcanzando valores superiores a los 450 ind/l en diciembre de 1997 en niveles subsuperficiales y en enero de 1998 en los niveles más profundos.

En cuanto a los adultos, se destaca la participación de *N. incompositus* puntualmente en agosto de 1998, principalmente en los niveles profundos (69 ind/l  $\sim$  510  $\mu$ g PS/l sobre los sedimentos) y el pico de los copépodos harpacticoideos también en profundidad, en septiembre de 1997 (255 ind/l).

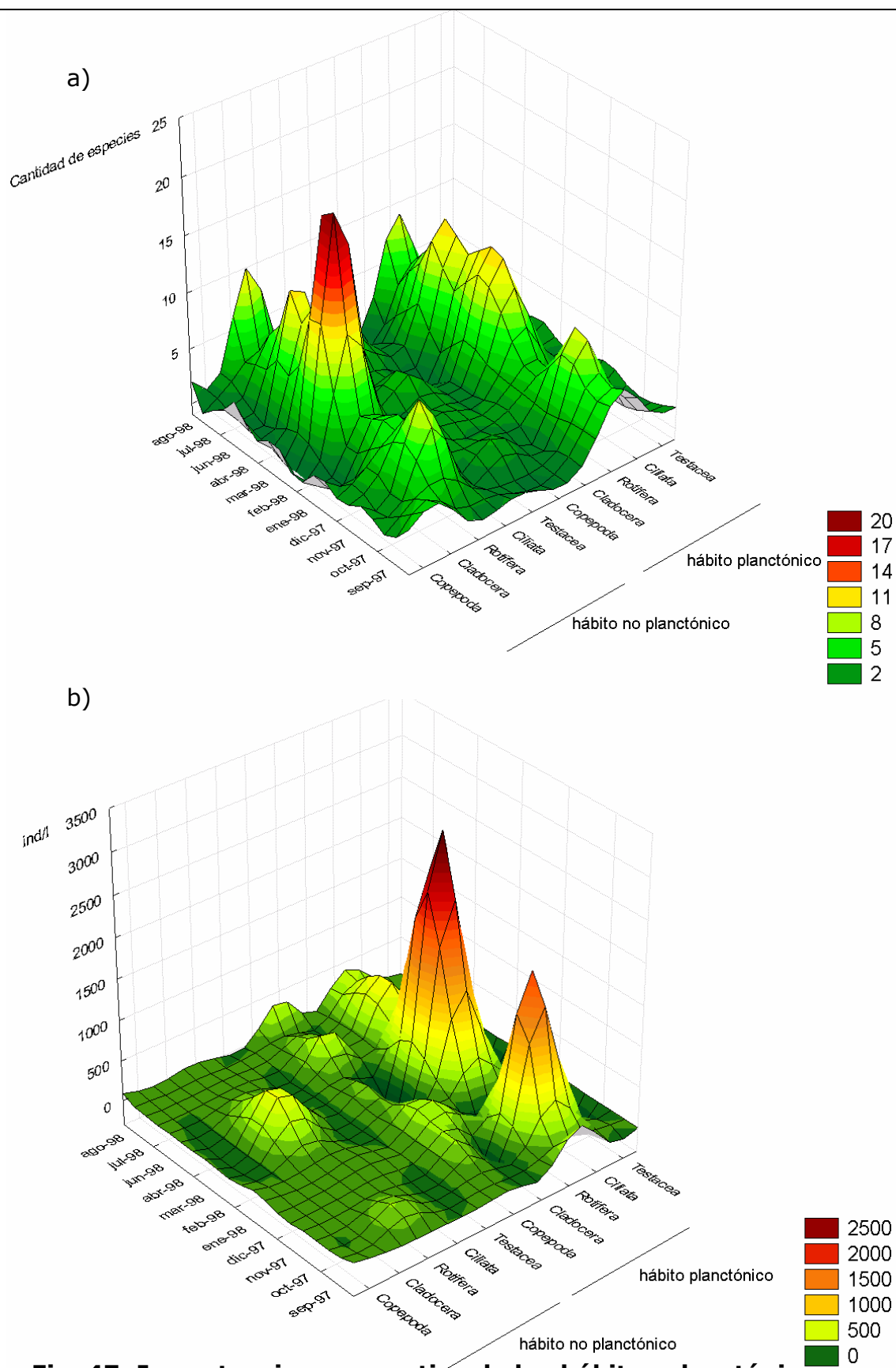
Analizando en promedio la integración del perfil vertical en esta estación de muestreo, se ve claramente el predominio de las especies de hábito no planctónico por sobre las estrictamente planctónicas en marzo de 1998, fenómeno muy acentuado para los rotíferos, que registraron en ese mes 11 especies planctónicas y 22 no planctónicas (Fig 47, a). Este panorama se revierte drásticamente cuando se toma en cuenta la abundancia numérica (Fig 47, b) ya que, por término medio, los individuos de hábitos estrictamente planctónicos representaron el 80% de la abundancia total. Durante los picos de abundancia numérica (noviembre de 1997 y marzo de 1998) los individuos de hábitos planctónicos representaron el 95 y el 80% de la abundancia total, respectivamente.

#### **2.4.3. Sector Adyacente al arroyo "El Totoral".**

Este sector mostró los más bajos valores de densidad zooplanctónica a lo largo del ciclo anual.

Las amebas testáceas mostraron una escasez similar a la registrada en los otros sitios, pudiendo destacarse que *A. hemisphaerica* alcanzó los 131 ind/l durante marzo de 1998.

Los ciliados, por el aporte de *H. simplex*, dominaron el zooplancton en diciembre de 1997 (1107 ind/l, 91,15% de la densidad zooplanctónica total) y julio de 1998 (370 ind/l, 63% de la densidad zooplanctónica total).

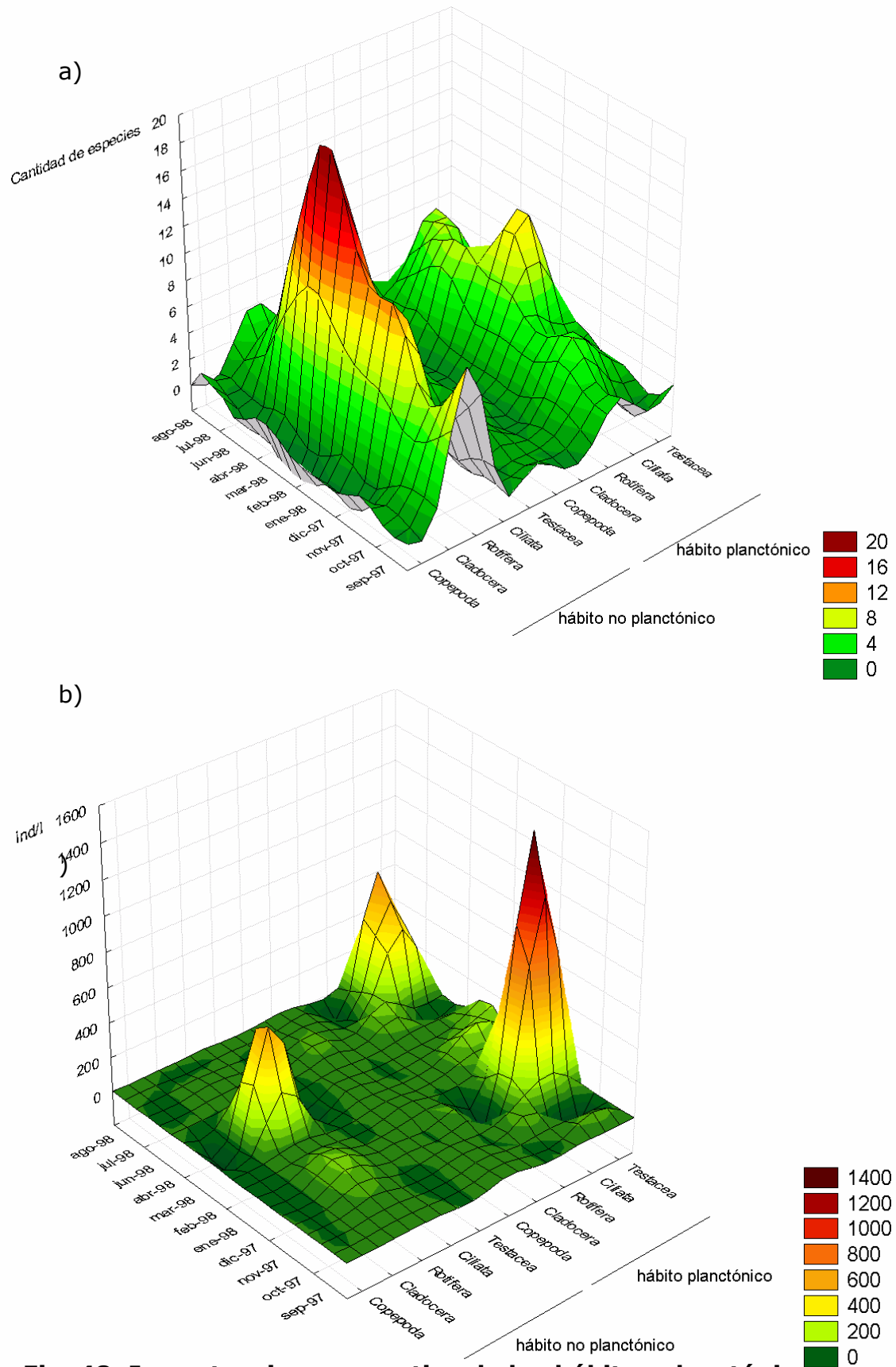


**Fig. 47: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en el sector central de la laguna.**

Las bajas densidades de rotíferos en este sector de la laguna fueron notables. Con excepción de marzo (673 ind/l), la densidad total de rotíferos nunca alcanzó los 200 ind/l. Esta situación excepcional se acentuó al considerar en detalle las especies de importancia del mencionado pico, dado que buena parte de la densidad total del grupo estuvo dada por una especie de bdelloideo (325 ind/l) y *L. ovalis* (146 ind/l), especies consideradas no planctónicas. Así, el hábito no planctónico predominó tanto en riqueza específica como en densidad numérica a lo largo de la mayoría de los meses del ciclo y alcanzó, en conjunto, el 98% de la densidad total de los rotíferos de este sector en marzo.

En las cercanías del arroyo "El Totoral" la densidad de copépodos y cladóceros fue menor que la de rotíferos. Las formas adultas de ambos grupos estuvieron virtualmente ausentes durante todo el período de estudio en el presente sitio de muestreo.

En este sector de la laguna (Fig 48 a) se notó un predominio de la riqueza de especies de hábito no planctónico en todo el ciclo anual, con énfasis en los meses de verano. En marzo de 1998, momento de mayor riqueza específica, se observó la presencia de 26 especies de hábito no planctónico (de las cuales 21 fueron rotíferos) y 17 típicamente planctónicas (entre las que se observaron 5 de rotíferos). Al considerar la abundancia numérica (Fig 48 b) se pueden apreciar tres picos, dos de los cuales (diciembre de 1997 y julio de 1998) estuvieron impulsados una gran abundancia de ciliados planctónicos. y el restante (marzo de 1998) principalmente por rotíferos no planctónicos. De esta manera se destaca la escasez de rotíferos planctónicos como rasgo distintivo de este sector del cuerpo de agua.



**Fig. 48: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en el sector adyacente al arroyo El Totoral.**

## **2.5. Diversidades y riquezas específicas.**

### **2.5.1. Diversidades y riquezas en dimensión horizontal.**

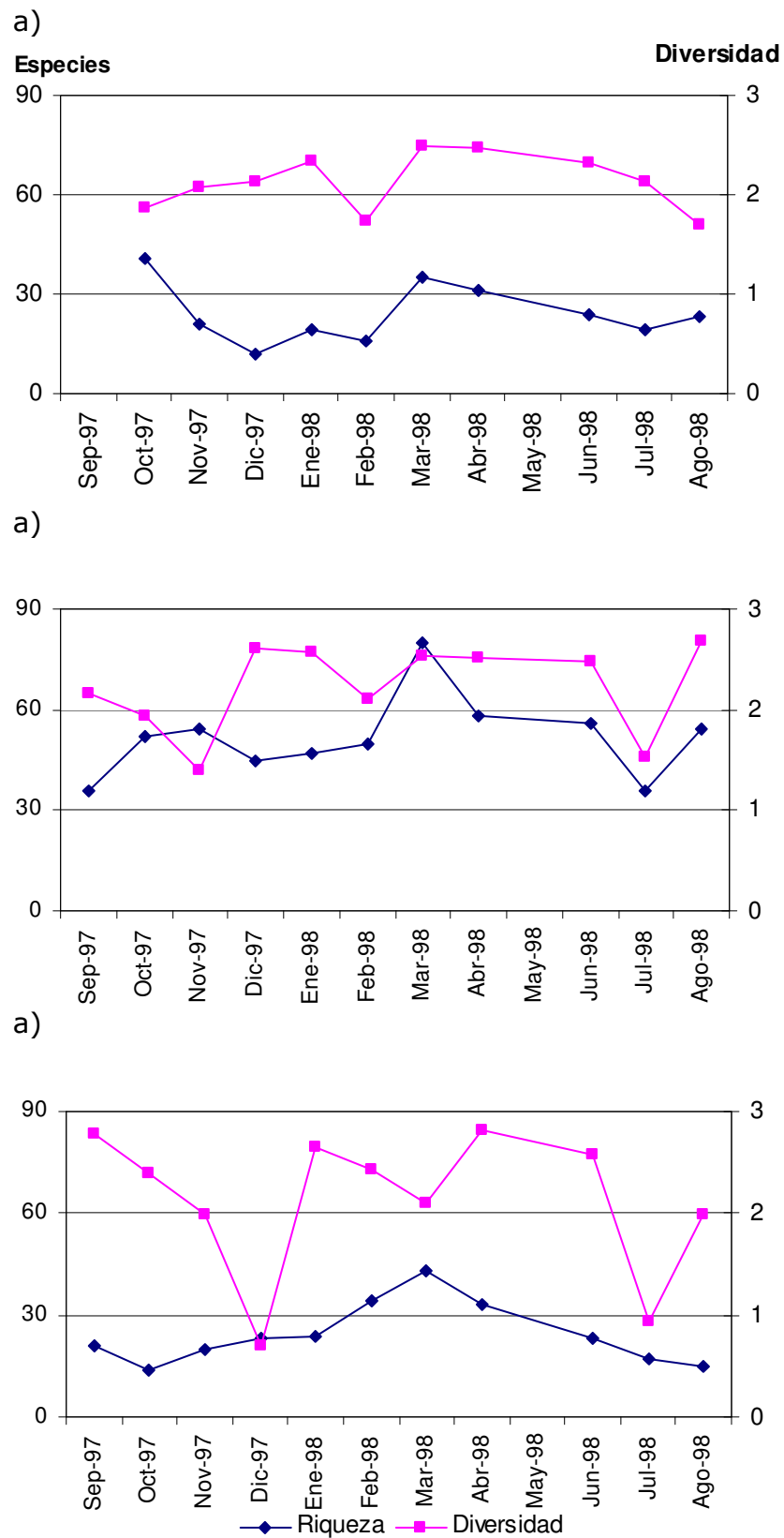
En el sector más cercano a la compuerta (Fig. 49, a), la riqueza mostró su máximo valor (41 especies) al principio del ciclo anual (octubre de 1997), mientras que el mínimo de 12 especies se observó en diciembre de 1997. Por su parte, la diversidad mostró valores cercanos a 2,5 en marzo y abril mientras que los valores mínimos (en torno a 1,7) se observaron en febrero y agosto.

En el sector central de la laguna (Fig. 49, b) el valor máximo de riqueza zooplanctónica total se observó en marzo de 1998, con 80 especies. Los mínimos de riqueza zooplanctónica (36) tuvieron lugar en septiembre de 1997 y julio de 1998.

La diversidad mostró una meseta relativamente estable en torno a valores de 2,50 que se extendió entre diciembre de 1997 y junio de 1998. Los valores mínimos (en torno a 1,4 y 1,5) se registraron en los meses de noviembre de 1997 y julio de 1998. Finalmente, la máxima diversidad se alcanzó en agosto de 1998 (2,68).

La riqueza específica del zooplancton en el sector adyacente al arroyo El Totoral (Fig. 49, c) tuvo su valor máximo en marzo (44 especies) y su mínimo en octubre (14 especies). En cuanto a la diversidad, este sector mostró una tendencia semejante a la observada en el sector central de la laguna, con una meseta entre enero y junio de 1998 encerrada entre dos mínimos (diciembre de 1997 y julio de 1998). A pesar de la semejanza, las fluctuaciones se dieron en un rango mucho más amplio ya que los mínimos fueron inferiores a 1 (0,69 en diciembre), y los máximos fueron cercanos a 3 (2,82 en abril).



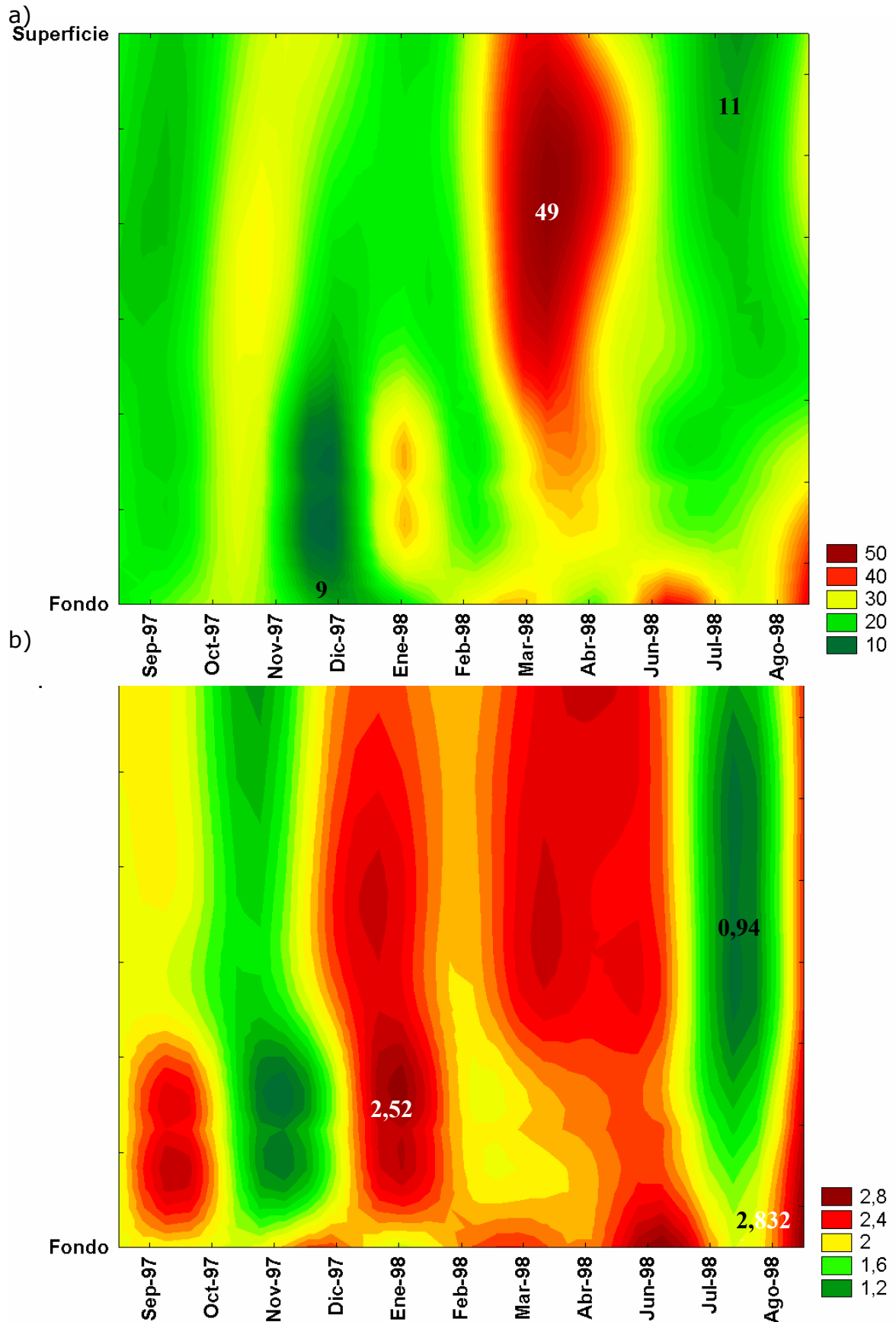


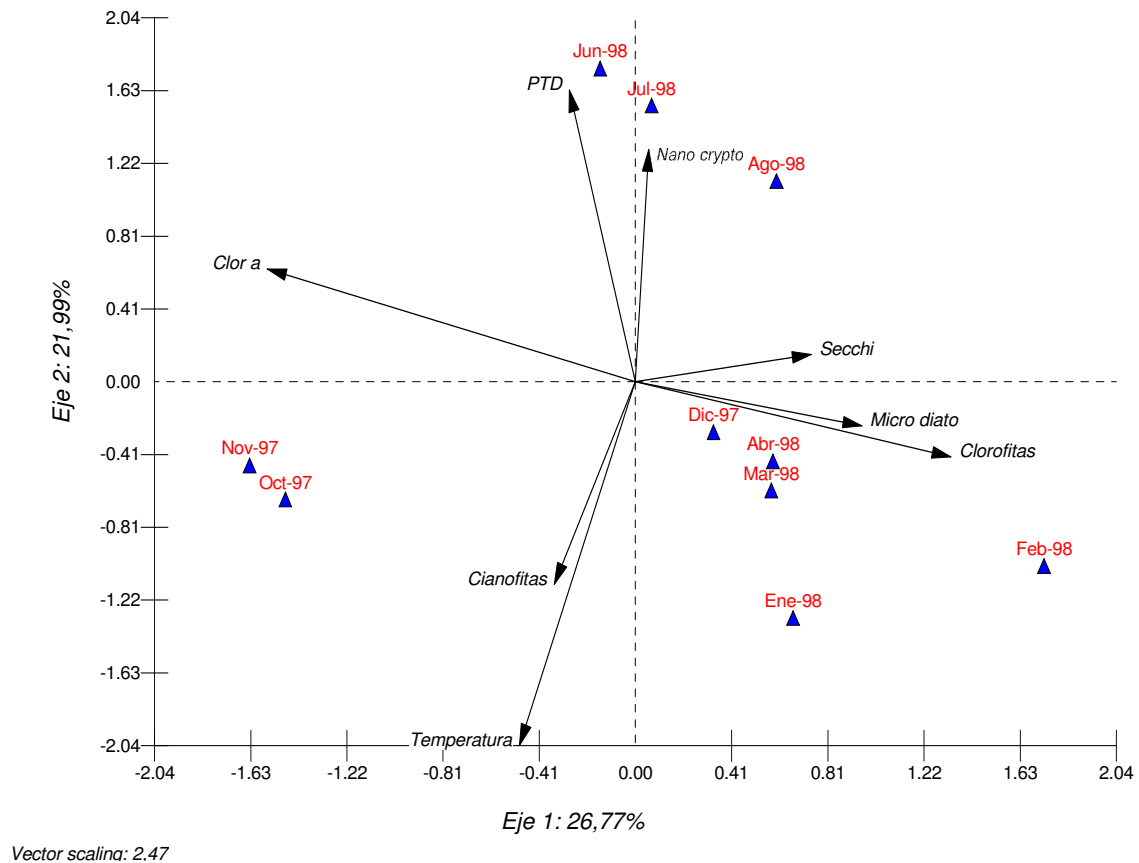
**Fig.: 49: Riqueza específica y diversidad en la laguna: a ) estación 1, b) estación 2 y c) estación 3.**

### **2.5.2. Diversidades y riquezas en dimensión en perfil vertical.**

En el sector profundo de la laguna se desarrolló un estudio detallado del perfil vertical y se observó que teniendo en cuenta ese detalle la riqueza específica (Fig.50, a) fluctuó en un rango amplio, alcanzando valores de hasta 49 especies (marzo de 1998 en los niveles centrales del perfil vertical), con mínimos de nueve especies en diciembre de 1997 a 30 cm de los sedimentos y 11 especies en julio de 1998, en los estratos superficiales.

La diversidad (Fig. 50,b) tuvo su valor mínimo (0,94) en julio de 1998 en los niveles medios de la columna de agua y su valor máximo en agosto de 1998 (2,832), en profundidad en enero de 1998 (2.52), a 30 cm de los sedimentos. Debe mencionarse que se observaron también valores de diversidad relativamente bajos en toda la columna de agua en diciembre de 1997 (1,1~1,8) y valores relativamente altos en toda la columna de agua en marzo (2,06~2,5).

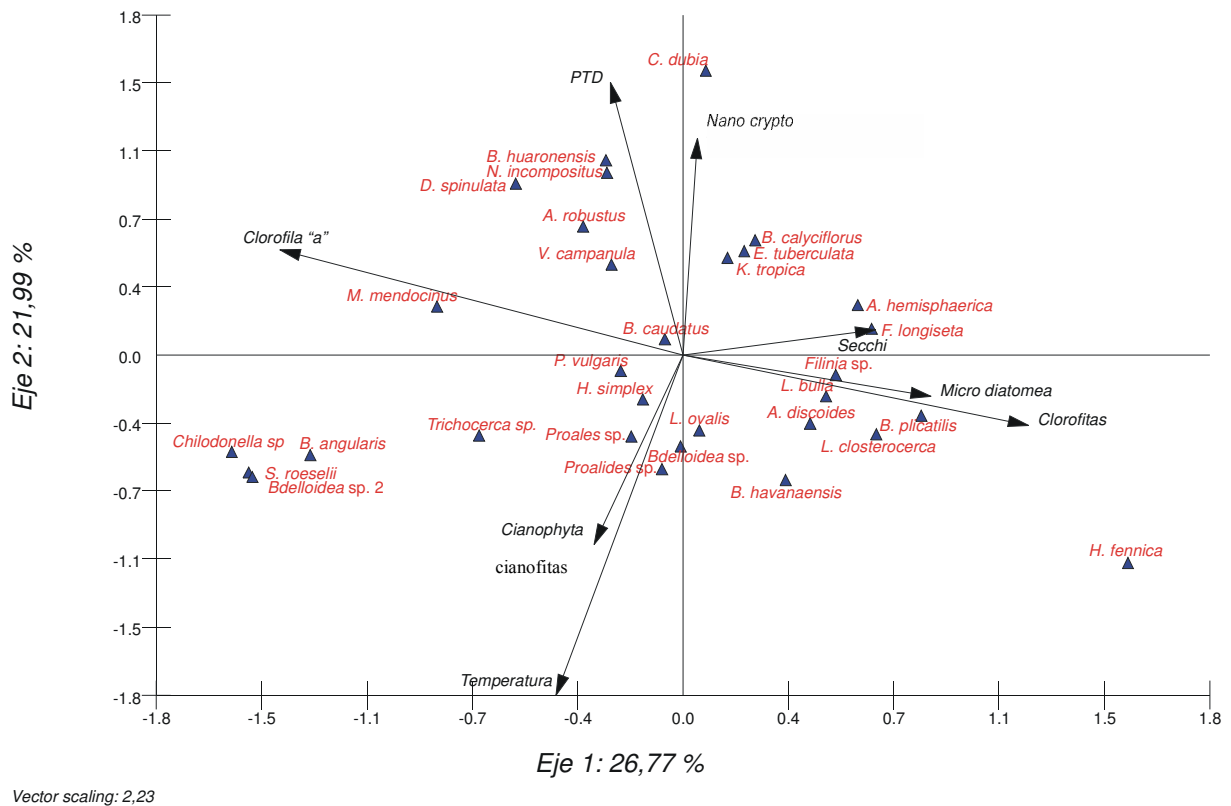


**Zooplankton y variables físicas, químicas y biológicas.****1. Variación horizontal****1.1. Sector de la compuerta****1.1.1. Variables que influyeron sobre el zooplankton, en función del tiempo**

**Fig. 51: CCA de las especies presentes en el sector de la laguna adyacente a la compuerta, a lo largo del ciclo anual: los eventos de muestreo.**

El CCA realizado con las abundancias numéricas específicas del zooplankton explicó (Fig 51), con los dos ejes principales, un 53,51% de la variación total. El Eje 1 se correlacionó positivamente con las clorofitas (0,54), y negativamente con la clorofila "a" (-0,63). El Eje 2 mostró correlaciones positivas con el fósforo total disuelto (0,66) y con las cryptofitas (0,525), y negativas con la temperatura del agua (-0,824).

### 1.1.2. Las especies y las variables ambientales.

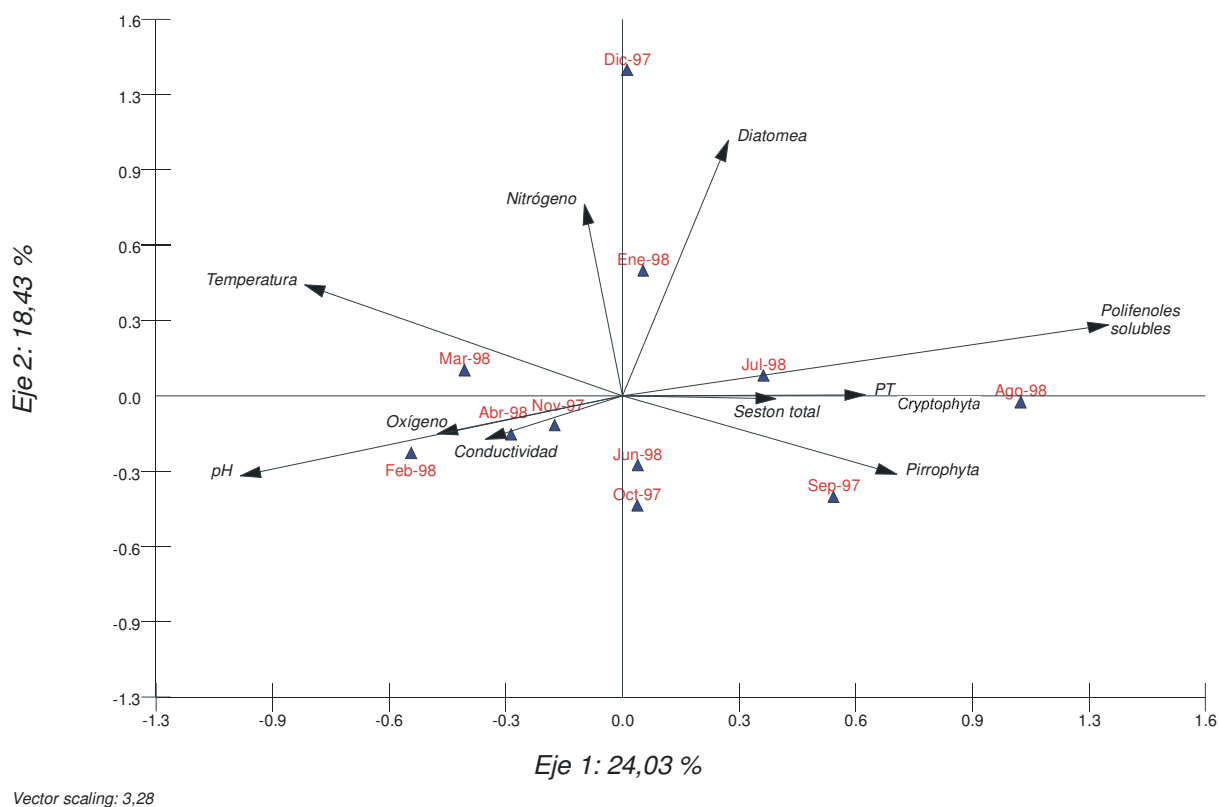


**Fig. 52: CCA de las especies presentes en el sector de la laguna adyacente a la compuerta, a lo largo del ciclo anual: las especies de importancia.**

Cuando se distribuyen las especies de acuerdo a los componentes del análisis anterior (Fig. 52), puede apreciarse que los filtradores generalistas (la mayoría de los rotíferos), las clorofilas y las diatomeas microplanctónicas se encuentran alejados de las posiciones de los filtradores especialistas efectivos (*D. spinulata*, y *C. dubia*), selectivos (*B. huaronensis*), de los capturadores o raptores (*N. incompositus*) y de los depredadores (*A. robustus*). Los extremos de este gradiente lo constituyen el cuadrante IV y el cuadrante II, estando el primero en correspondencia con los aportes de agua por parte del río Salado y el último, con los meses con presencia de macrófitas sumergidas.

## 1.2. Sector de la central

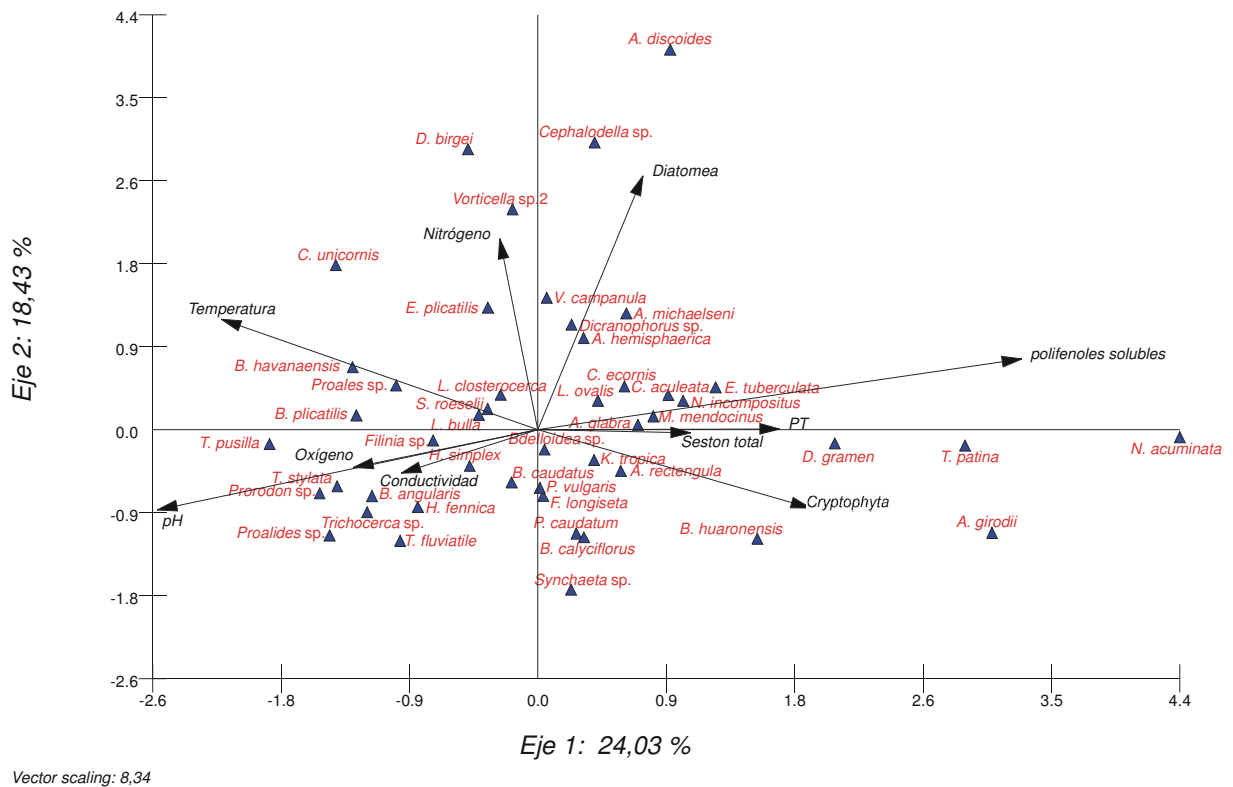
### 1.2.1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo



**Fig. 53: CCA de las especies presentes en el sector profundo (central) de la laguna, a lo largo del ciclo anual: los eventos de muestreo.**

En este sector de la laguna, los dos primeros ejes del CCA (Fig. 53) calculado explicaron el 42,46% de la variación total. El primer eje se correlacionó principalmente con los polifenoles (0,843), con la temperatura del agua (-0,551) y con el pH (-0,663). El segundo eje mostró las mayores correlaciones con los nitratos más nitritos (0,587) y con las diatomeas 0,781).

### 1.2.2. Las especies y las variables ambientales.



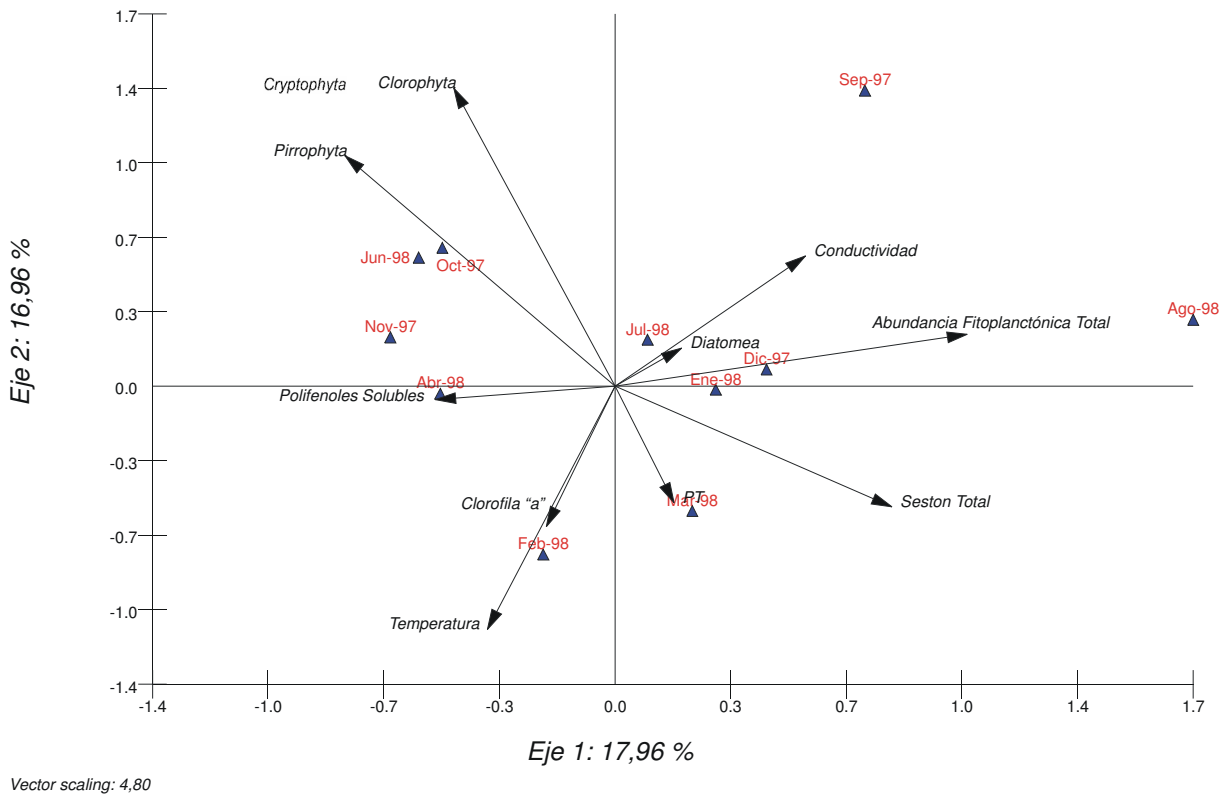
**Fig. 54: CCA de las especies presentes en el sector profundo (central) de la laguna, a lo largo del ciclo anual: las especies de importancia.**

Al graficar las especies sobre la base del análisis anterior (Fig. 54), resalta claramente la estacionalidad de ciertas especies, ya sea invernales (*N. acuminata*, reconocida como estenoterma de bajas temperaturas) o estivales (*B. caudatus* y *B. plicatilis* que no siendo especies estenotermas, tienen picos de abundancia en verano).

En cuanto a la distribución respecto del segundo eje, puede observarse que *D. birgei* (filtrador efectivo) se asocia al extremo positivo del mismo, mientras que los rotíferos de importancia cuantitativa (casi todos ellos filtradores generalistas) encuentran restringidos en su mayoría a la mitad negativa del mismo.

### 1.3. Sector adyacente al arroyo "El Totoral"

#### 1.3.1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo

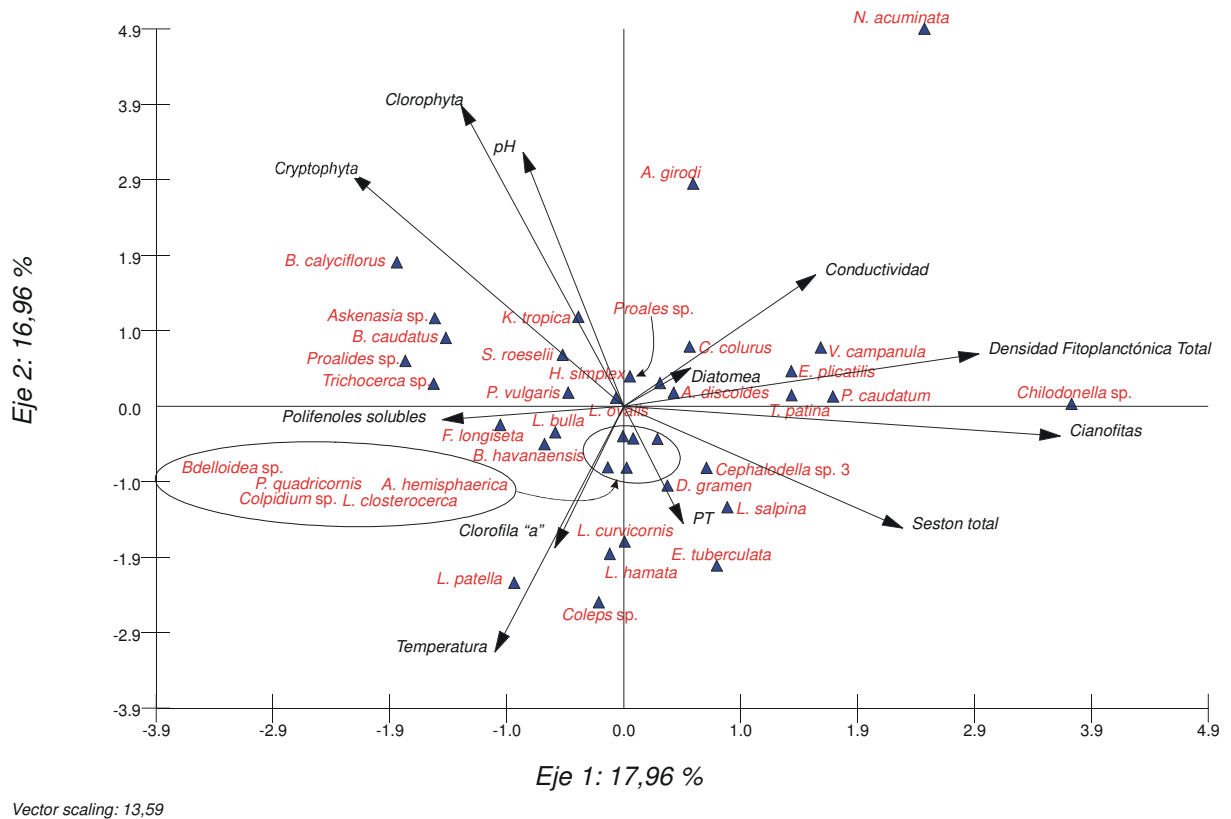


**Fig. 55: CCA de las especies presentes en el sector de la laguna adyacente al arroyo "El Totoral" a lo largo del ciclo anual: los eventos de muestreo.**

En el sector del arroyo El Totoral (Fig. 55), los dos primeros ejes del análisis de correspondencia canónica acumularon un 34,92% de la variación total. El eje 1 de este análisis se correlacionó en forma positiva principalmente con la densidad fitoplanctónica total (0,399), y negativa con las criptofitas (-0,306), con las clorofitas (-0,183) y los polifenoles solubles (-0,203). El eje 2 de este análisis se correlacionó positivamente con las clorofitas (0,539), y negativamente con la temperatura del agua (-0,440).



### 1.3.2. Las especies y las variables ambientales.

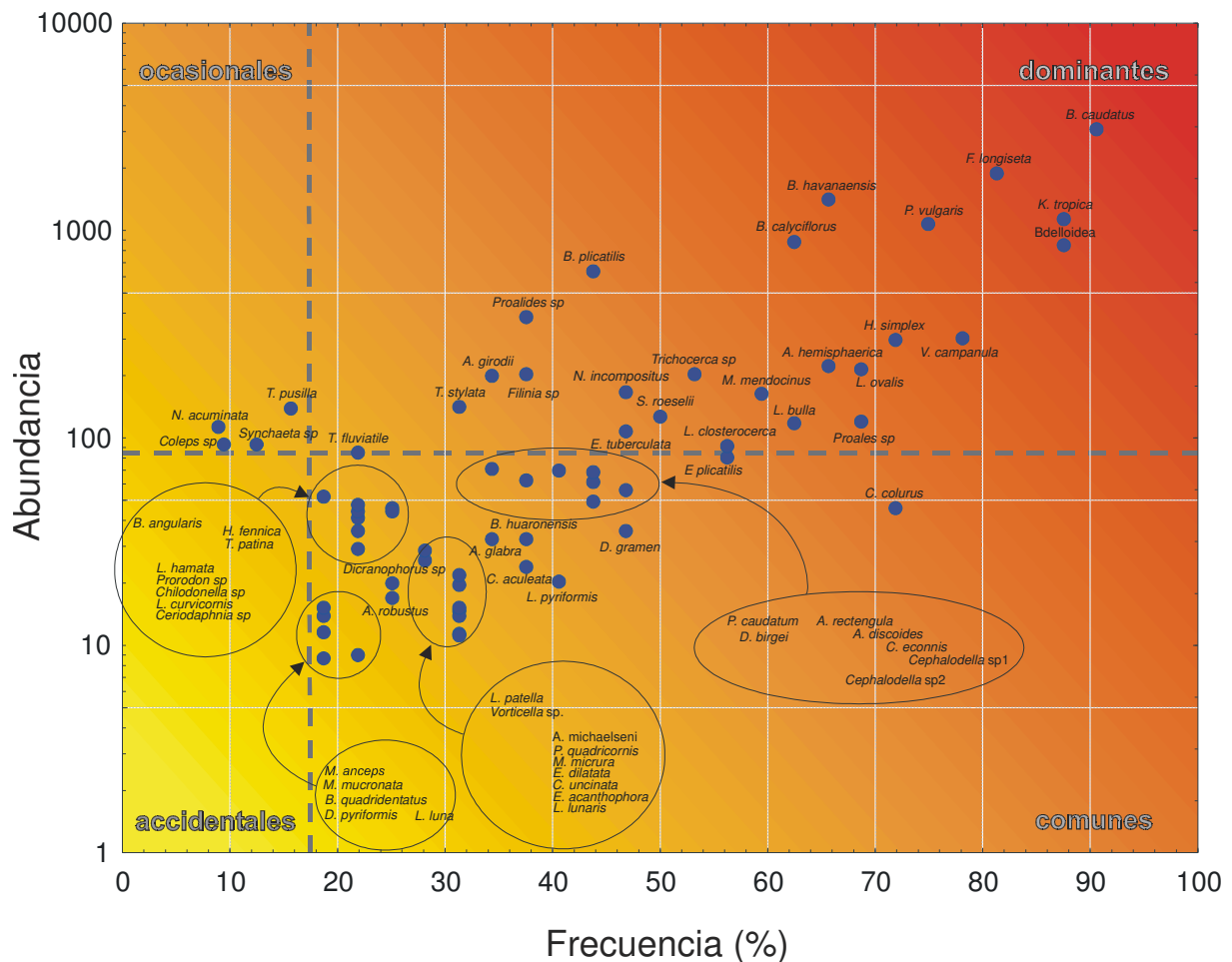


**Fig. 56: CCA de las especies presentes en el sector adyacente al arroyo "El Totoral") a lo largo del ciclo anual: las especies de importancia.**

La distribución de las especies más importantes en este mismo análisis (Fig. 56) muestra en primer término la falta de un patrón definido de estacionalidad de las especies aclarando que si bien las especies estenotermas de bajas temperaturas (como lo es *N. acuminata*) se encuentran ubicadas en cuadrante opuesto al vector de la temperatura, sus densidades son tan escasas y su persistencia tan efímera que no hace posible una interpretación ajustada.

## 2. La laguna en su conjunto

Teniendo en cuenta la totalidad de las muestras extraídas de la laguna puede resumirse la importancia de las especies por la ocurrencia y por la abundancia observadas para cada una de ellas. En este sentido, es particularmente ilustrativo el método de Olmstead Tuckey (Fig. 57) que permite visualizar estos dos criterios de importancia en forma simultánea.



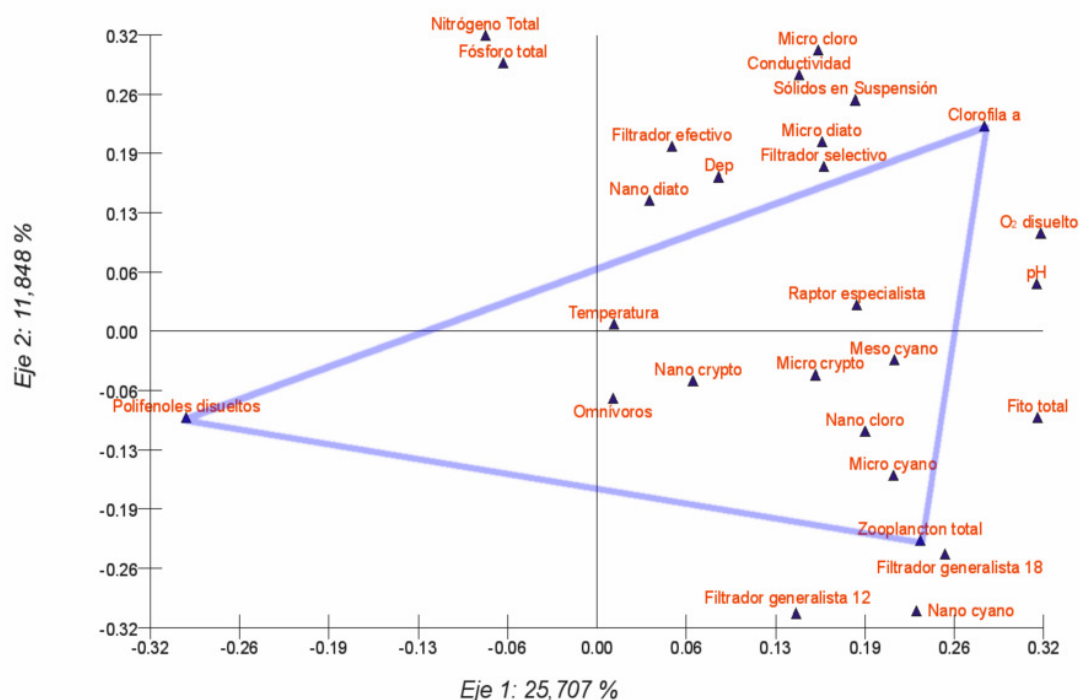
**Fig. 57.: Gráfico de Olmstead Tuckey realizado basándose en las abundancias y frecuencias de ocurrencia de las muestras zooplanctónicas de la laguna. En virtud de la gran cantidad de especies accidentales, éstas no se muestran en el gráfico.**

Este gráfico muestra que entre las especies dominantes, las de mayor abundancia y frecuencia correspondieron a casi todos organismos considerados euplanctónicos. Además de ellos, dentro del cuadrante de las especies dominantes, aparecen rotíferos perifíticos, tecamebas, ciliados y copépodos.

La mayoría de los cladóceros, junto con otros rotíferos de hábitos variados, ciliados, testáceas y copépodos conforman el grupo de especies comunes.

Finalmente, las especies ocasionales son pocas e incluyen aquellas que mostraron patrones estacionales marcados, como es el caso de la estenoterma del frío *N. acuminata*.

El agrupamiento de las especies fitoplanctónicas en categorías de tamaño, y de las especies zooplanctónicas en categorías de funcionalidad trófica permitió analizar ciertos aspectos vinculados a la relación entre dichas categorías y los parámetros físico-químicos por medio de correlaciones (Pearson) y de análisis de componentes principales.



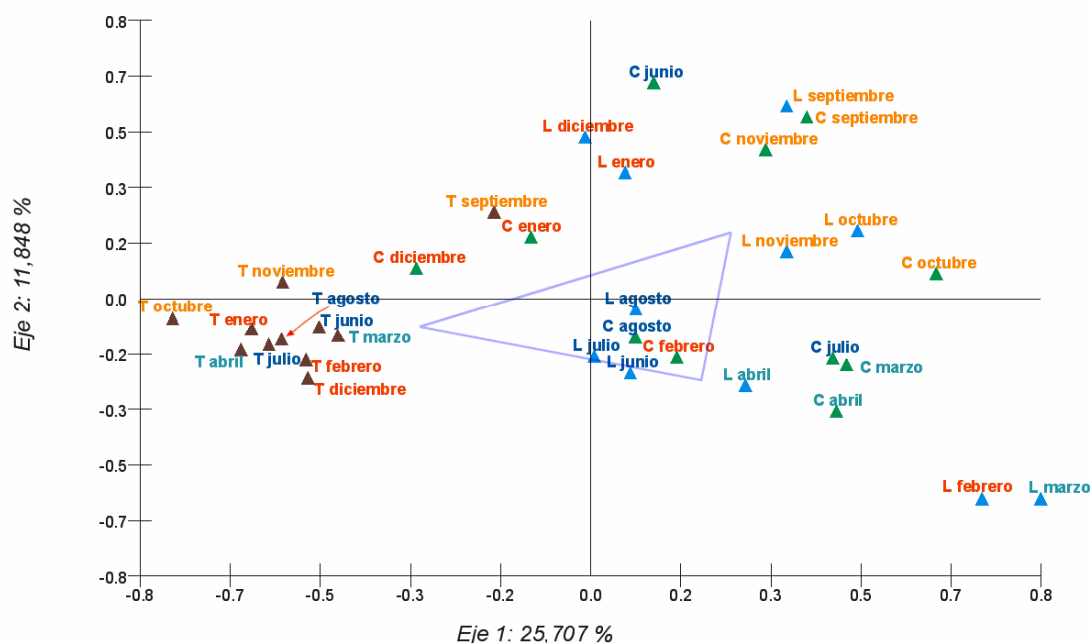
**Fig. 58: Agrupamiento de variables en el análisis de componentes principales en base a variables físicas, químicas y biológicas de toda la laguna, tomando al zooplancton expresado en abundancia numérica.**

El análisis de componentes principales realizado con datos de las variables físico~químicas y biológicas más importantes de los tres sectores de la laguna explicó el 37,55 % de la variación total en los dos primeros ejes. Al graficar las variables en base a este análisis (Fig. 58) se observa que el primero de los componentes (25,71 %) muestra la importancia de la presencia de polifenoles. Esta variable se encuentra en el extremo negativo del eje, mientras que en el extremo positivo se encuentra relacionado con la concentración de clorofila "a" y con la abundancia tanto de fitoplancton como de zooplancton total. El segundo eje, por su parte, expresó el 11,85 % de la

variación total. Su porción positiva se relacionó con una serie de indicadores de la producción primaria (clorofila "a", concentración de oxígeno disuelto, pH), mientras que su porción negativa estuvo relacionada con los organismos pastoreadores más abundantes (filtradores generalistas de partículas pequeñas de hasta 12 y 18  $\mu\text{m}$ ) y, eventualmente, con el zooplancton total.

Al observar las algas que la literatura considera como de mayor valor nutritivo para el zooplancton (clorofitas) puede verse que su fracción de mayor tamaño (microplanctónica) se encuentra asociada al sector positivo del segundo eje, en coincidencia con los filtradores considerados especialistas (tanto los efectivos como los selectivos) comprendidos en su mayor parte por cladóceros. Por otro lado, las clorofitas de menor tamaño (nanoplanctónicas) están ubicadas en la porción negativa del segundo eje, en relación estrecha con los filtradores generalistas (de hasta 12  $\mu\text{m}$  y de hasta 18  $\mu\text{m}$ ) que en su mayor parte son rotíferos.

Al graficar, sobre la base del mismo análisis, los meses del año correspondientes a cada uno de los sitios de muestreo (Fig. 59) se aprecia con claridad que el primer eje definió una agrupación geográfica de las muestras ya que en su extremo negativo se ubicaron todas las que correspondieron a las adyacencias del arroyo El Totoral. La porción positiva del segundo eje se asoció con las muestras extraídas en los meses de primavera y verano, mientras que la negativa se correspondió con las muestras de otoño e invierno.

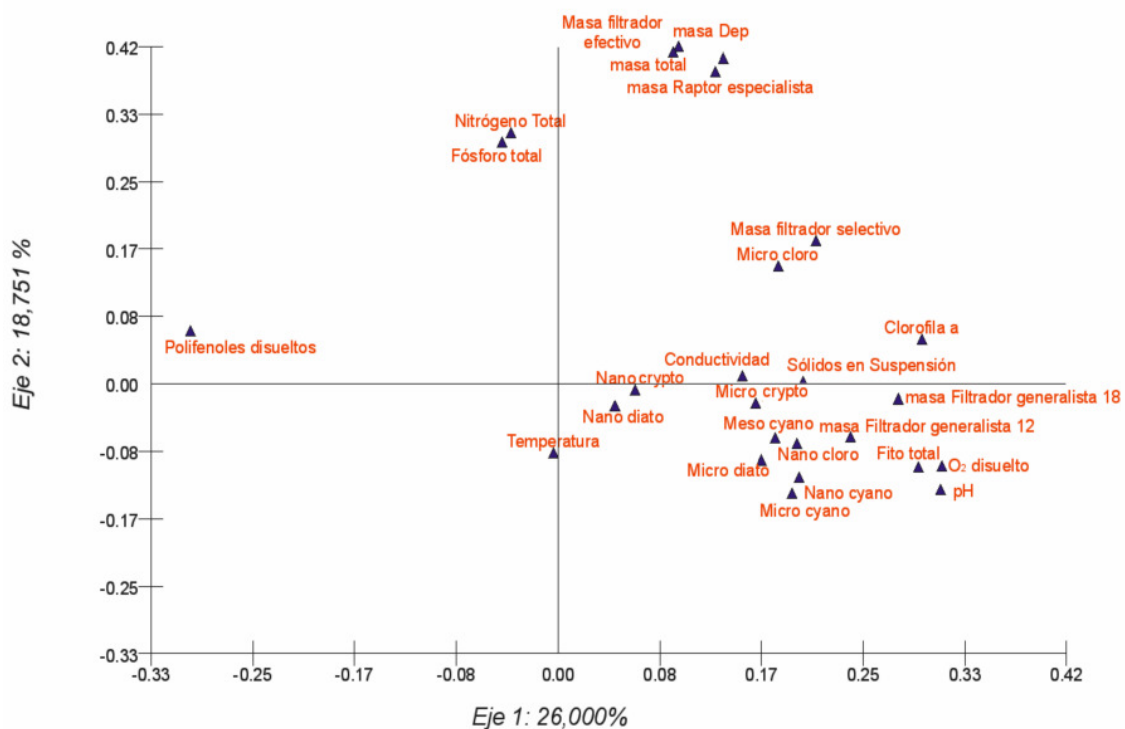


**Fig. 59: Agrupamiento de eventos en el análisis de componentes principales realizado con variables físicas, químicas y biológicas de la laguna: ▲, sector de la compuerta; ▲, centro de la laguna; ▲, sector del total. ■, primavera; ■, verano; ■, otoño; ■, invierno.**

Al realizar el análisis tomando como datos las biomazas específicas del zooplancton (Fig. 60) se observa que el eje principal del nuevo análisis (26 % de la variación total) está, al igual que en el análisis anterior, expresando la importancia de los polifenoles disueltos.

El segundo componente (18,75 % de la variación) también se asemeja al análisis basado en la abundancia numérica y separa los indicadores de producción primaria en torno al cero y a los valores negativos, de los indicadores de pastoreo, cobrando importancia los grandes filtradores (cladóceros) y los raptos (copepoditos y copépodos herbívoros).

También se aprecia la estrecha vinculación entre las clorofilas nanoplanctónicas y los filtradores generalistas, por un lado, y las clorofilas microplanctónicas y los filtradores selectivos, por el otro, y si bien los filtradores efectivos se encuentran alejados de las clorofilas microplanctónicas, éste último es el grupo algal que más vinculado se encuentra con los grandes filtradores.



**Fig. 60: Agrupamiento de variables en el análisis de componentes principales en base a variables físicas, químicas y biológicas de toda la laguna, tomando al zooplancton expresado en biomasa.**

El destacado papel de los polifenoles solubles como factor estructurante de las comunidades zooplanctónica y fitoplanctónica que muestran los análisis multivariados realizados, resalta al analizar las correlaciones que esta variable mostró con el resto:

- Relación negativa con la Clorofila "a" (-0,282;  $p=0,011$ )

- Relación negativa con las Clorofitas nanoplanctónicas (-0,299;  $p=0,007$ )
- Relación negativa con las Clorofitas totales (-0,339;  $p=0,002$ )
- Relación negativa con las Cianofitas, significativas en todos sus rangos de tamaño:
  - nanoplanctónicas -0,282;  $p=0,011$
  - microplanctónicas -0,315;  $p=0,005$
  - mesoplanctónicas -0,328;  $p=0,003$
- Relación negativa con el fitoplancton total, y con todos sus rangos de tamaño:
  - nanoplanctónico -0,313;  $p=0,005$
  - microplanctónico -0,337;  $p=0,002$
  - mesoplanctónico -0,3275;  $p=0,003$
  - fitoplancton total -0,446;  $p<0,0001$
- Relación negativa con el zooplancton filtrador generalista:
  - abundancia de filtradores de hasta 12  $\mu\text{m}$  -0,280;  $p=0,012$
  - biomasa de filtradores de hasta 12  $\mu\text{m}$  -0,267;  $p=0,017$
  - abundancia de filtradores de hasta 18  $\mu\text{m}$  -0,353;  $p=0,001$
  - biomasa de filtradores de hasta 18  $\mu\text{m}$  -0,259;  $p=0,020$
- Relación negativa con los rotíferos
  - abundancia -0,349;  $p=0,002$
  - biomasa -0,411;  $p<0,001$



- Relación negativa con la abundancia zooplanctónica total:  $-0,0318$ ;  $p=0,004$ .

Otros parámetros físico~químicos mostraron correlaciones que revelaron su relación con la productividad primaria.

El pH, por ejemplo, se relacionó positivamente con la clorofila "a" ( $0,500$ ;  $p<0,001$ ), el oxígeno ( $0,610$ ;  $p<0,001$ ) y los sólidos orgánicos en suspensión ( $0,32$ ;  $p=0,004$ ), y negativamente con el fósforo total disuelto ( $-0,613$ ;  $p<0,001$ ) y con los polifenoles solubles ( $-0,704$ ;  $p<0,001$ ).

La concentración de clorofila "a", por su parte, mostró correlaciones positivas con el fósforo total ( $0,324$ ;  $p=0,003$ ), y negativas con el fósforo total disuelto ( $-0,227$ ;  $p=0,043$ ).

El grupo zooplanctónico dominante (filtradores generalistas que en su mayor parte correspondieron a rotíferos) registró, en términos de abundancia, correlaciones positivas con las cianofitas y con las clorofitas, y con las distintas fracciones de tamaño del fitoplancton total (Tabla 4).

Clorofitas	Abundancia de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 $\mu\text{m}$	n/s	n/s	---	n/s
	...de partículas de hasta 18 $\mu\text{m}$	$0,231$ ; $p=0,040$	n/s	---	$0,258$ ; $p=0,021$
Cianofitas	Abundancia de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 $\mu\text{m}$	$0,397$ ; $p<0,001$	$0,289$ ; $p=0,009$	n/s	$0,302$ ; $p=0,006$
	...de partículas de hasta 18 $\mu\text{m}$	$0,270$ ; $p=0,015$	$0,383$ ; $p<0,001$	$0,418$ ; $p<0,001$	$0,452$ ; $p<0,001$
Fitoplancton total	Abundancia de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 $\mu\text{m}$	$0,276$ ; $p=0,013$	$0,286$ ; $p=0,01$	n/s	$0,302$ ; $p=0,006$
	...de partículas de hasta 18 $\mu\text{m}$	$0,254$ ; $p<0,023$	$0,384$ ; $p<0,001$	$0,418$ ; $p<0,001$	$0,455$ ; $p<0,001$

**Tabla 4: Correlaciones entre la abundancia numérica de los zooplanctones de hábitos filtradores generalistas y los principales grupos fitoplanctónicos.**

En cuanto a la biomasa, se observaron correlaciones fueron menos comunes, y principalmente vinculadas a las clorofitas nanoplanctónicas (Tabla 5).

Clorofitas	Biomasa de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 µm	0,327; p=0,003	n/s	---	0,317; p=0,004
	...de partículas de hasta 18 µm	0,224; p=0,046	n/s	---	0,231; p=0,04
Cianofitas	Biomasa de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 µm	0,319; p=0,004	n/s	n/s	n/s
	...de partículas de hasta 18 µm	n/s	n/s	n/s	n/s
Diatomeas	Biomasa de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 µm	n/s	n/s	n/s	n/s
	...de partículas de hasta 18 µm	0,264; p<0,018	n/s	n/s	0,220; p<0,049
Fitoplancton total	Biomasa de filtradores generalistas...	nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
	...de partículas de hasta 12 µm	0,313; p<0,005	n/s	n/s	n/s
	...de partículas de hasta 18 µm	0,336; p<0,002	n/s	n/s	n/s

**Tabla 5: Correlaciones entre la biomasa de los zooplanctones de hábitos filtradores generalistas y los principales grupos fitoplanctónicos.**

La abundancia numérica y la biomasa de otros grupos filtradores (especialistas efectivos o selectivos) prácticamente no mostraron correlaciones con los distintos grupos de algas. Así sólo pueden mencionarse a los filtradores selectivos y las euglenofitas, que se correlacionaron en forma positiva (0,308; p=0,006 y 0,295; p=0,008 para abundancia numérica y biomasa del grupo zooplanctónico mencionado).

También fueron escasas las correlaciones observadas entre los grupos no zooplanctontes no filtradores (predadores, omnívoros y capturadores) con los principales grupos de algas planctónicas, de las cuales las c

### Clorofitas

		nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
Depredadores...	...abundancia	n/s	n/s	n/s	n/s
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s
Omnívoros...	...abundancia	n/s	0,344; p=0,002	n/s	n/s
	...biomasa	---	---	---	---
Capturadores...	...abundancia	n/s	n/s	n/s	n/s
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s

### Cianofitas

		nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
Depredadores...	...abundancia	n/s	-0,227; p=0,043	n/s	n/s
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s
Omnívoros...	...abundancia	n/s	0,346; p=0,002	n/s	0,268; p=0,016
	...biomasa	---	---	---	---
Capturadores...	...abundancia	0,347; p=0,002	n/s	0,402; p<0,001	0,356; p=0,001
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s

### Diatomeas

		nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
Depredadores...	...abundancia	n/s	n/s	n/s	n/s
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s
Omnívoros...	...abundancia	n/s	n/s	n/s	n/s
	...biomasa	---	---	---	---
Capturadores...	...abundancia	n/s	n/s	n/s	n/s
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s

### Fitoplancton total

		nanoplanctónicas	microplanctónicas	mesoplanctónicas	totales
Depredadores...	...abundancia	n/s	n/s	n/s	n/s
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s
Omnívoros...	...abundancia	n/s	0,356; p=0,001	n/s	0,253; p=0,023
	...biomasa	---	---	---	---
Capturadores...	...abundancia	0,280; p=0,012	n/s	0,402; p<0,001	0,354; p=0,001
	...biomasa	n/s	n/s	n/s	n/s

**Tabla 6: Correlaciones entre los zooplanctontes no filtradores (abundancia y biomasa) y los principales grupos fitoplanctónicos.**

Finalmente se observaron correlaciones entre los distintos grupos de funcionalidad trófica que integraron el zooplancton (Tabla 7), todas las cuales resultaron positivas.

	Depredadores	Omnívoros	Filtradores			
			Generalistas 12 $\mu$ m	Generalistas 18 $\mu$ m	Selectivos	Efectivos
Depredadores						
Omnívoros	n/s					
Filtradores 12 $\mu$ m	n/s	n/s				
Filtradores generalistas 18 $\mu$ m	n/s	n/s	0,747; p<0,001			
Filtradores selectivos	n/s	n/s	n/s	n/s		
Filtradores efectivos	n/s	n/s	n/s	n/s	n/s	
Capturadores	0,293; p=0,08	n/s	0,331; p=0,003	0,324; p=0,003	n/s	0,399; p<0,001

	Depredadores	Omnívoros	Filtradores			
			Generalistas 12 $\mu$ m	Generalistas 18 $\mu$ m	Selectivos	Efectivos
Depredadores						
Omnívoros	n/s					
Filtradores 12 $\mu$ m	n/s	n/s				
Filtradores generalistas 18 $\mu$ m	n/s	n/s	0,341; p=0,002			
Filtradores selectivos	n/s	n/s	n/s	n/s		
Filtradores efectivos	0,957; p<0,001	n/s	n/s	n/s	n/s	
Capturadores	0,829; p<0,001	n/s	n/s	n/s	n/s	0,767; p<0,001

**Tabla 7: Correlaciones registradas entre los distintos grupos zooplanctónicos: a) abundancias numéricas; b) biomاسas.**

**Discusión**

En el período comprendido entre diciembre de 1996 y agosto de 1998 ocurrieron en el área de influencia inmediata a la laguna, del arroyo el Totoral y en la alta cuenca del río Salado fenómenos cuyos efectos sobre la propia laguna de Monte pueden entenderse en términos de las relaciones que la laguna tiene con los cuerpos de agua vinculados.

En este aspecto, los eventos más notables fueron:

- La **desección parcial** de la laguna en el verano previo al ciclo muestreado, por apertura del sistema de compuertas
- La **crecida del arroyo El totoral**
  - Las **lluvias locales extraordinarias**
- La **entrada de agua proveniente del río Salado** desde Las Perdices .

Estos fenómenos determinaron, en primer lugar, marcadas fluctuaciones en el nivel hidrométrico de la laguna que afectaron tanto las características químicas como la biota del cuerpo de agua de nuestro interés. Uno de los efectos más importantes de estas fluctuaciones fue la colonización de la laguna por parte de la macrófita sumergida. Su crecimiento estuvo favorecido por el bajo nivel hidrométrico del verano previo al ciclo anual estudiado, que permitió la llegada de luz a los sedimentos por encima de los umbrales necesarios para la desarrollo de los turiones de *S. pectinata* (Scheffer *et al*, 1993; Coops *et al*, 2003). Otra consecuencia de los eventos climáticos fue la entrada a la laguna de agua proveniente de cuerpos vinculados con características físico~químicas diferentes. La mencionada diferenciación

cualitativa sumada a la situación geográfica de los aportes (la laguna Las Perdices y el arroyo El Totoral se conectan a la laguna por extremos opuestos) generaron gran parte de la diferenciación horizontal observada en las condiciones físico-químicas y biológicas de la laguna en forma similar a lo registrado por Bini *et al* (2007) en una laguna del centro de Brasil

El río Salado recibe diversos tributarios, algunos de los cuales presentan elevadas salinidades incluso para períodos de crecientes extremas (Neschuk, 2001) y en su ingreso a la laguna debido a la creciente por el sistema de lagunas encadenadas aportó agua pobre en materia orgánica pero de elevada conductividad y elevada concentración de fósforo total, por lo que no se generó efectos dilutorios equivalentes entre la conductividad y el fósforo total y el resto de los parámetros químicos y biológicos. Ingresaron organismos planctónicos típicos de este ambiente lótico como *B. plicatilis* y *D. spinulata* (Neschuk, 2001). La conectividad permite un intercambio de ictiofauna entre los distintos cuerpos de agua con balances netos negativos para la laguna de Monte. La salida de los pejerreyes jóvenes y la consiguiente disminución de su población fue documentada por Grosman *et al* (2002) e interpretada como una consecuencia directa del crecimiento del río y el mencionado ingreso de agua desde la laguna Las Perdices. El zooplancton de la zona más directamente afectada por los aportes del río Salado (sector de la compuerta) mostró semejanzas al del centro de la laguna en los primeros meses del ciclo y en ambos sitios el efecto dilutorio de las lluvias de diciembre provocó el valor mínimo de densidad numérica del zooplancton total, en concordancia con lo indicado por José de Paggi (1993, 1995) y por Rennella y Quirós (2006) en otros ambientes lénticos. Cuando la colonización del espejo por parte de la macrófita llegó a su punto máximo el zooplancton del sector central de la

laguna se diferenci3 del de la zona de la compuerta por su mayor abundancia num3rica, si bien las especies dominantes fueron las mismas. Finalmente, las diferencias entre los dos sitios de muestreo se acentuaron por la entrada de agua del r3o Salado en contraposici3n a lo se3alado por Michels *et al* (2001) que se3alan una homogeinizaci3n del zooplancton por conectividad pero s3lo entre ambientes l3nticos.

Los efectos de los aportes de agua del arroyo El Totoral en la laguna fueron diferentes en aspectos f3sicos, qu3micos y biol3gicos, adem3s de haberse registrado en asincron3a con aquellos. El arroyo El Totoral es un cuerpo permanente que drena la cuenca adyacente a la laguna (Dangavs, 1973). Frecuentemente est3 colonizado por macr3fitas emergentes (*Scirpus californicus*) y flotantes (*Pistia stratiotes*). A su vera se concentra la actividad industrial de la zona y su caudal aumenta como consecuencia de lluvias locales. De este modo, cuando ocurren precipitaciones intensas existe un flujo neto de agua desde el arroyo a la laguna que puede ser considerable. En nuestro per3odo de inter3s tales aportes consistieron en aguas relativamente transparentes, de baja conductividad pero muy ricas en materia org3nica disuelta, principalmente polifenoles en soluci3n. Asociado a estos aportes, el fitoplancton estuvo caracterizado por especies adaptadas a bajo pH, mientras que el zooplancton estuvo dominado por especies de h3bito perif3tico. Otros aportes de polifenoles a ambientes l3nticos de la regi3n fueron detectados por Mitteilung (1988) quien sostiene que son m3s dependientes de fen3menos hidrol3gicos que de fen3menos de degradaci3n de materia org3nica aut3ctona. En igual sentido, Serrano Mart3n (1992) expres3 que el enriquecimiento en polifenoles en ambientes someros de Do3ana (Espa3a) estuvo determinado por precipitaciones intensas.

De acuerdo a lo observado para la mayoría de los lagos someros eutróficos (Gulati, 1990; Currie *et al*, 1999; Renella *et al*, 2006) el zooplancton de la laguna estuvo dominado en densidad por rotíferos euplanctónicos y pequeños cladóceros. En cuanto a la riqueza específica, existió una codominancia entre los rotíferos euplanctónicos y los perifíticos, y en el aspecto de la biomasa la dominancia recayó sobre los copépodos, principalmente en virtud de la importancia de las formas inmaduras.

Varios géneros de rotíferos registrados en la laguna (*Keratella*, *Brachionus*, *Hexarthra*, *Polyarthra*) son considerados característicos de ambientes eutróficos y aportaron la mayor parte de las especies dominantes. También característicos de este tipo de ambientes fueron los picos máximos de densidad numérica total de los rotíferos (Rüttner Kolisko, 1974; Castro *et al*, 2005) que excedieron en reiteradas oportunidades los 1000 ind/l.

En la literatura se sugiere que la variación de la abundancia de rotíferos entre lagos está determinada por fuerzas tipo 'bottom-up' (disponibilidad de alimento) mientras que los cambios temporales en cada lago particular está asociado a fuerza 'top-down' (depredación y competencia por interferencia y por explotación). La importancia relativa de ambos tipos de fuerza también afecta a la composición de la taxocenosis (Yoshida *et al*, 2003).

El rotífero más importante en el aspecto cuantitativo fue *B. caudatus* alcanzó su densidad máxima en el sector profundo de la laguna en el momento en que el registro de pH fue mayor (10,14) y estuvo expuesto a elevados valores de pH en forma continua en este estudio. Esta observación no concuerda con lo expresado por Koste (1978) quien señala las preferencias de pH de esta especie en valores cercanos a 7. *Brachionus havanaensis*, característico de ambientes eutróficos de alta alcalinidad (Koste, 1978) mostró



preferencias por las elevadas temperaturas. Otra especie característica de ambientes eutróficos es *B. calyciflorus*, que tuvo la particularidad de responder a la presencia de *A. girodii* aumentando la proporción de las formas con espinas desarrolladas (forma *amphiceros*) en coincidencia con lo observado por Sarma *et al* (2004). *B. plicatilis* fue importante tanto en frecuencia de ocurrencia como en abundancia a pesar de sus preferencias por las aguas salobres a saladas señaladas por Koste (1978) y Walker (1981). *Notholca acuminata* estuvo restringida a los meses de invierno de acuerdo a su condición de estenoterma del frío reflejada por numerosos autores (Pejler *et al*, 1989, Berzinš *et al*, 1989) mientras que *Filinia longiseta* al verano concordando la definición de especie estival típica de ambientes someros eutróficos dada por Nogrady *et al* (2002). *Polyarthra vulgaris* fue importante en las distintas estaciones del año revelando su condición euriterma (Koste, 1978; Pejler *et al*, 1989). Sus densidades máximas ocurrieron en forma simultánea con los picos de cianofitas de las cuales se alimentan especies de este género (Cardoso y da Motta Marques 2004), y sus densidades mínimas estuvieron asociadas a bajas concentraciones de oxígeno, en concordancia con lo expresado por Koste (1978). Los integrantes del orden Bdelloidea, fueron perennes con importancia fue mayor en las proximidades del arroyo El Totoral y en el sector central de la laguna y cuantitativamente con la presencia de las macrófitas sumergidas. Su aparición en muestras planctónicas asociada a una diversificación de ambientes originariamente de aguas libres fue señalada por Pejler y Berzinš (1993<sup>a</sup>). Otros rotíferos como *C. uncinata*, *L. patella*, *C. colurus* y *L. ovalis* son consideradas de hábitos bentónicos y perifíticos con frecuente aparición en el plancton (Pejler y Berzinš, 1993<sup>b</sup>). Una de las familias más importantes por la cantidad de especies aportada fue Lecanidae

con un claro aumento de la abundancia y riqueza durante la colonización de la cubeta por la macrófita sumergida. Las dos especies de mayor importancia (*L. bulla* y *L. closterocerca*) son las más comunes en muestras planctónicas, si bien se encuentran frecuentemente asociadas a macrófitas, lo que constituye una característica propia de toda la familia (Pejler y Berzinš, 1994; Duggan *et al*, 1998).

Los ciliados dominantes fueron formas euplanctónicas como *S. roeselli* y *H. simplex*, de las cuales la última tuvo su pico máximo en primavera, coincidente con lo señalado por Foissner *et al* (1999) y Carrick (2005) como usual para esta especie. Si bien *H. simplex* fue registrada por Pätsch (1974) en muestras estivales de perifiton, en el presente estudio fue hallada en las muestras planctónicas de toda la laguna y en gran parte del ciclo anual, pero con elevada importancia cuantitativa en el sitio y el momento de mayor influencia del arroyo El Totoral sobre la laguna. También fue dominante un ciliado peritríco que se fija a partículas o sustrato fijo que pero cuya presencia en muestras planctónicas no se considera accidental (*Vorticella*). Estos ciliados indican la presencia de una importante densidad bacteriana (Foissner *et al* 1999).

Entre los cladóceros es de destacar las tendencias opuestas que muestran las especies de mayor talla y capacidad de filtración respecto a las de menor talla, menor capacidad de filtración y mayor capacidad de selección. Exceptuando a *D. spinulata* (asociada a una situación puntual como lo fue el ingreso de aguas proveniente de río Salado) los cladóceros más grandes (*C. dubia*, *D. birgei* y *M. micrura*) aparecieron y alcanzaron su máxima densidad junto con el crecimiento de *S. pectinata*. Este incremento puede estar vinculado al efecto de refugio que las macrófitas brindan a estos cladóceros

ante la depredación, y que Burks *et al* (2001, 2002) corroboraron para los dáfnidos. Posteriormente declinaron cuando la dominancia de cianofitas, principalmente coloniales, se hizo absoluta en toda la laguna. Esta declinación en presencia de refugio indica la condición no palatable, e incluso la interferencia alimentaria que representan las colonias de cianofitas para los grandes cladóceros, lo cual fue señalado por Sommer (2003) en estudios de clausuras. Por el contrario, los cladóceros más pequeños, ya fueran euplanctónicos (*B. huaronensis*) o preferentemente perifíticos (*A. glabra*, *A. rectangula*, *Chydorus* sp.) declinaron en momentos en que los grandes cladóceros alcanzaron su máxima abundancia y biomasa e incluso estuvieron ausentes. En este mismo lapso los rotíferos tuvieron su valor mínimo de biomasa media para toda la laguna. Esta asincronía entre los grandes filtradores sin capacidad de selección (grandes cladóceros) por un lado, y los pequeños filtradores con mayor capacidad de selección (pequeños cladóceros y rotíferos) por el otro, en la dominancia del plancton, está ampliamente reflejada en la literatura (Brooks y Dodson, 1965; MacIsaac y Gilbert, 1989), y es atribuida en líneas generales a que los zooplanctontes de mayor tamaño son más eficientes en la competencia por los recursos, pero por otro lado, más vulnerables a la depredación visual (Gliwicz, 1990) y a la presencia de alimentos no palatables (Abrantes *et al*, 2005).

La importancia cuantitativa de los copépodos adultos fue menor, y si bien *M. mendocinus* y *N. incompositus* se contaron entre las especies dominantes, no fueron abundantes. Esta escasa representatividad numérica puede ser consecuencia de la depredación o estar también vinculada a su posible evasión de acuerdo al método empleado para la extracción de las muestras (Masson *et al*, 2004).

En el sector más próximo al arroyo El Totoral la dominancia numérica alternó entre los ciliados euplanctónicos y los rotíferos perifíticos. En el aspecto de la riqueza específica, la dominancia la ejercieron los rotíferos perifíticos, secundados en los meses de verano e invierno por los ciliados euplanctónicos. Finalmente la biomasa en este sitio estuvo dominada por los copépodos. La importancia de los ciliados en este sitio (relativamente escaso metazooplancton) es concordante con lo expresado por Arndt (1993) y Wiackowski *et al* (2001) en el sentido de la susceptibilidad de las poblaciones de ciliados a ser suprimidas por depredación, interferencia o competencia por los grupos de metazoos planctónicos, en especial los cladóceros de gran tamaño.

Es reconocido el efecto de los polifenoles y taninos como inhibidores del crecimiento algal, principalmente por cambios en la composición (y eventualmente en las propiedades de permeabilidad) de la membrana plasmática (Li & Hu, 2005). De este modo, la presencia y concentración de polifenoles disueltos en las adyacencias del arroyo El Totoral fue uno de los factores más poderosos en la estructuración de las comunidades presentes en el sector por inhibición de la producción primaria. Dicha diferenciación se puso de manifiesto en los análisis de componentes principales que mostraron la importancia de la variación generada por este factor. En este sentido se encuentran los hallazgos de Hessen (1989) quien señala evidencias de que *Daphnia* incorpora proporcionalmente más carbono de partículas y bacterias que de algas en lagos húmicos, en contraste con lo que ocurre normalmente en lagos de aguas claras en los cuales el fitoplancton es la principal fuente de carbono. La mencionada condición distintiva de la porción de la laguna adyacente al arroyo, tanto en el aspecto físico químico como en la

productividad primaria del sector encontró su convalidación en los resultados del estudio de la fracción fitoplanctónica. Aquí se reflejaron fielmente los indicios químicos de inhibición de la producción primaria observados en las proximidades del arroyo en una comunidad fitoplanctónica un orden de magnitud menos abundante que en los otros sectores analizados. Esto concuerda con las diferencias observadas entre los sitios en relación a las concentraciones de clorofila "a". El fitoplancton de este sitio se mantiene en bajísimas densidades durante la primavera, y su aumento coincide con un descenso en las concentraciones de polifenoles por debajo de los 3 mg/l y consecuentemente de su efecto inhibitorio (Li y Hu, 2005).

El zooplancton de este sector de la laguna también reflejó la influencia inhibidora de los polifenoles sobre el fitoplancton. Se observaron indicios de que la mencionada inhibición de la producción primaria estuvo acompañada por un aumento en la importancia de la producción bacteriana. Uno de ellos es la abundancia de pequeños ciliados. Se acepta que los ciliados (así como los flagelados heterotróficos) enlazan la producción bacteriana a los niveles superiores de la red trófica por medio de los metazooplanctones (Pace et al, 1981, Arndt, 1993). En concordancia con aquello, los momentos de mayor abundancia de dichos ciliados se observaron durante la entrada de agua desde el arroyo y coincidió con una dilución del zooplancton en las otras estaciones de muestreo. En simultaneidad con el aumento de la concentración de materia orgánica, su degradación y el predominio proporcional de la producción bacteriana por sobre la producción primaria, el sector adyacente al arroyo tuvo sus valores más bajos de pH. La presencia en grandes densidades de un ciliado pequeño como *H. simplex* se corresponde perfectamente con la ausencia de microcrustáceos registrada en este sector porque se acepta que

por su elevada tasa de filtración, los microcrustáceos (y en particular de los grandes cladóceros) son capaces de ralea las poblaciones de ciliados y esto se acentúa en momentos en que el fitoplancton es escaso o no palatable.

También se sabe que si bien los rotíferos son capaces de alimentarse de ciliados, su efectividad no alcanza como para mantenerlos en bajas densidades (Wiackowski *et al*, 2001). Otra diferencia notable que distingue al arroyo "El Totoral" del resto de la laguna es el fitoplancton, y principalmente su aspecto cualitativo, debido a que entre las especies de importancia se hallaron cianofitas, clorofilas y diatomeas indicadoras de alta concentración de materia orgánica y resistentes a fenoles, e incluso especies de euglenofitas vinculadas a bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Solari *et al* 2003).

También se observaron indicios de inestabilidad en el zooplancton correspondiente a las adyacencias del Totoral. Entre ellos pueden citarse el amplio rango de variación del índice de diversidad calculado para el sector, la alternancia en la dominancia por parte de los diferentes grandes los grupos y la inexistencia especies que mostraran claros patrones de aparición temporal (ya fueran perennes o estacionales), fenómeno que fue característico en los otros sectores de la laguna, con especies perennes, estivales e invernales. El hecho de que la densidad numérica de los rotíferos estuviera dominada por especies de hábito no planctónico (principalmente especies de bdelloideos, *Cephalodella*, *Lepadella* y *Proalides*), sumado a la virtual ausencia de las especies que dominaron el plancton en el resto del cuerpo de agua (principalmente géneros *Brachionus* y *Filinia*) lleva a concluir que la mayor parte del zooplancton presente en este sector es alóctono, que proviene del propio arroyo e ingresa junto con el aporte de agua de éste.

En resumen, puede afirmarse en términos generales, que las grandes diferencias químicas de las aguas aportadas por el arroyo El Totoral y por el río Salado generan una marcada diferenciación espacial (en la dimensión horizontal) de las condiciones físico químicas del cuerpo de agua en los momentos en que estos aportes tienen lugar y que ese gradiente de condiciones es capaz de provocar una fuerte diferenciación biológica tanto en el aspecto cualitativo y como en el cuantitativo de las comunidades fitoplanctónica y zooplanctónica.

En pequeños lagos europeos con características oligotróficas y poco profundos pero que se estratifican se ha demostrado que la variación estacional en la posición vertical de los grupos zooplanctónicos en un mismo lago y las diferencias registradas entre lagos puede ser explicada por una combinación de factores bióticos (depredación) y abióticos (temperatura, oxígeno disuelto) aunque la variable más importante es la transparencia (Wissel & Ramacharan, 2003).

En la laguna de Monte, la diferenciación en la dimensión vertical de la columna de agua, fue mucho menos marcada que la observada en la dimensión horizontal lo cual está en concordancia con las características morfométricas del ambiente (someridad y amplia extensión areal) que queda expuesto a una intensa actividad mecánica de origen eólico. La importancia del viento en los procesos de circulación y mezcla del agua de cuerpos someros tiene numerosas referencias en la literatura (Nurminen, 2003; Cardoso y da Mota Marques, 2004; Thackeray *et al*, 2004, Castro *et al*, 2005). Sólo fueron perceptibles diferencias en parámetros más dependientes del contacto con los sedimentos, como los sólidos en suspensión y en ciertos efectos de la mineralización de la materia orgánica que se observaron en

forma discontinua en los niveles profundos (consumo de oxígeno y liberación de nutrientes) y que no incluyeron al pH. En cuanto a la distribución vertical del fitoplancton, la heterogeneidad observada no mostró un patrón regular que permitiera inferir preferencias de las algas por un estrato en particular. Lo único que pudo apreciarse es la coincidencia de algunos de los mínimos de densidad fitoplanctónica con máximos relativos de dos de las variables que inhiben su crecimiento: los sólidos suspendidos y la concentración de polifenoles solubles, por un lado, o con máximos relativos de grupos zooplanctónicos principalmente pastoreadores. En relación a los grandes grupos zooplanctónicos se observó un panorama semejante, con marcada heterogeneidad de abundancia numérica en el perfil vertical, pero con picos en distintos niveles de profundidad. Los protistas mostraron su abundancia en los niveles superficiales (primavera), medios (verano) y profundos (invierno) de la columna de agua. Los rotíferos y cladóceros mostraron también máximos en profundidad y en superficie, además de distribuciones relativamente homogéneas en el perfil vertical. La distribución de los copépodos muestra diferencias según se analicen las abundancias numéricas o las biomásas. Esto se debe a que varios de los numerosos picos de copépodos están dominados por larvas nauplii, de pequeño tamaño en relación a los adultos.

En la escala temporal, la dinámica de cambios estacionales incluyó la aparición, crecimiento y posterior declinación de la macrófita sumergida *S. pectinata*. Estos cambios se reflejaron con mayor fidelidad en la comunidad zooplanctónica de los sectores de la compuerta y del centro de la laguna, que en el sector adyacente al arroyo El Totoral. En contraste con lo que suele observarse (Timms *et al*, 1984, Jeppesen *et al*, 1998<sup>a</sup>, y Muyllaert *et al*, 2006) la colonización de la laguna por la macrófita sumergida no encontró su



correlato inverso con la densidad fitoplanctónica ni con la concentración de clorofila "a" fitoplanctónica. Una de las posibles explicaciones señala que las comunidades zooplanctónicas dominadas por rotíferos y pequeños cladóceros no poseen la capacidad de filtración suficiente para provocar una drástica disminución en la abundancia fitoplanctónica (Reynolds, 1994). En este caso, la escasez de grandes cladóceros en todo el cuerpo de agua eximió al fitoplancton del control pastoreador más efectivo (Basu *et al*, 2000). También se ha demostrado que los pequeños herbívoros (principalmente rotíferos y nauplii) se alimentan de fitoplancton sin protección (espinas, vainas, etc.) mientras que los grandes (cladóceros, copepoditos y adultos de copépodos) pueden depredar sobre algas con protección e incluso se pueden alimentar de cianofitas (Sinistro *et al*, 2007), aunque su capacidad para reducir sus poblaciones es limitada (Ghadouani *et al*, 2003)-

Asimismo, se ha comprobado que las pequeñas diatomeas y criptofitas pueden ser consideradas alimento de gran calidad como las clorofitas palatables para todo el zooplancton mientras que las cianofitas conforman un alimento de baja calidad (Gulati & Demott, 1997). Esto concuerda con la escasez de ambos grupos en el ciclo anual estudiado, y con la ubicación temporal del único pico relativamente importante de diatomeas nanoplanctónicas en el sector central (diciembre de 1997) que coincidió con un mínimo pronunciado de la densidad zooplanctónica total en ese sitio.

La importancia de *B. calyciflorus* al comienzo del estudio y en el período invernal puede estar relacionado a la abundancia de *Chlamydomonas* sp. De acuerdo a Sterner (1989), *B. calyciflorus* prefiere a esta clorofita entre otras como alimento. Asimismo, su capacidad de crecimiento y reproducción con una dieta de cianofitas (Starkweather, 1981; Sterner, 1989; Gilbert, 1996;

Ooms-Wilms *et al*, 1999; Xi *et al*, 2002) puede explicar su abundancia en la primavera cuando *Microcystis aeruginosa* y *Anabaena aphanizomenoides*, entre otras representaban el 90 % de la abundancia en el fitoplancton.

*Keratella tropica* alcanzó su máximo durante el invierno coincidiendo con picos de *Cryptomonas* spp, que constituyen su alimento preferido (Gilbert and Bogdan, 1981). Este desarrollo de sus poblaciones ocurrió a pesar de la presión de depredación ejercida por *A. girodi*, que prefiere a las especies de *Keratella* como presa (Williamson y Gilbert, 1980; Commins y Salt, 1988).

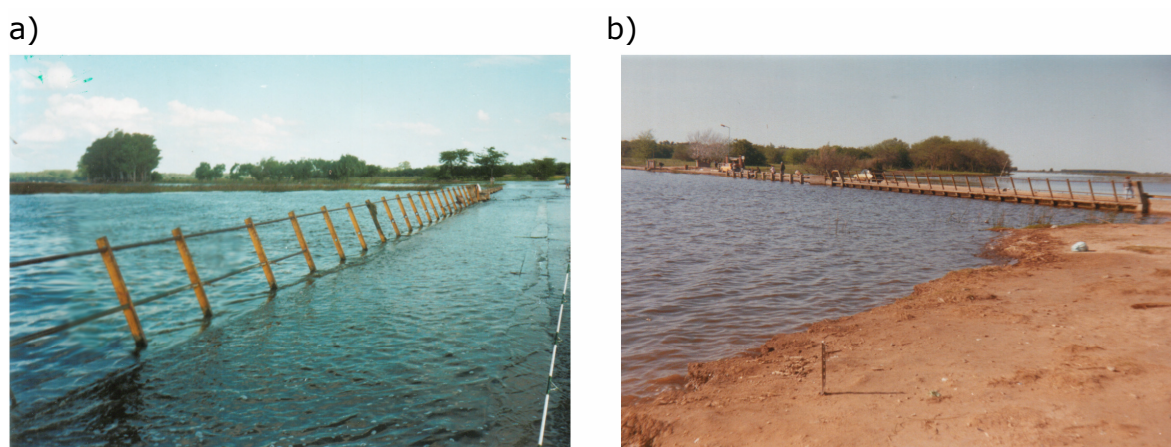
Los máximos fitoplanctónicos en presencia de macrófitas correspondieron principalmente a cianofitas coloniales, las cuales no se encuentran entre las de mayor palatabilidad para el zooplancton (Fileto *et al*, 2004) y que son mayormente descartadas. Los sólidos en suspensión no disminuyeron sustancialmente en respuesta a la colonización de la macrófita. Esto puede explicarse en parte por la someridad y extensión areal de la laguna que posibilitaban la resuspensión incluso en presencia de macrófitas, y en parte por la presencia de peces de hábitos bioturbadores como *L. annus* y *C. carpio*, oportunamente registrados en este ambiente por Grosman *et al* (2002). Estas características propiciaron que durante el período de mayor cobertura tanto los sólidos en suspensión como la clorofila "a" y la densidad fitoplanctónica total hayan alcanzado picos secundarios en sus valores, situaciones que no se registran normalmente durante las fases de aguas claras típicas (Beklioglu *et al*, 1996<sup>b</sup>). Por otra parte, Talling (2003) demostró que la relación inversa entre la concentración de clorofila a y los cladóceros no se registra cuando las algas grandes no palatables (cianofitas filamentosas) son abundantes en el fitoplancton.

Al igual que lo ya observado para otros cuerpos de agua colonizados por macrófitas (Nurminen *et al*, 2003; Muylaert *et al*, 2006), el pico de la abundancia zooplanctónica se observó en verano en el sector central de la laguna. A diferencia de ello, las estaciones adyacentes a los cuerpos que actuaron como tributarios de agua de la laguna registraron sus máximas densidades zooplanctónicas en los meses de primavera, semejante a lo observado por Nurminen *et al* (2003) para cuerpos de agua carentes de macrófitas.

# **Ciclo Anual 2002~2003**

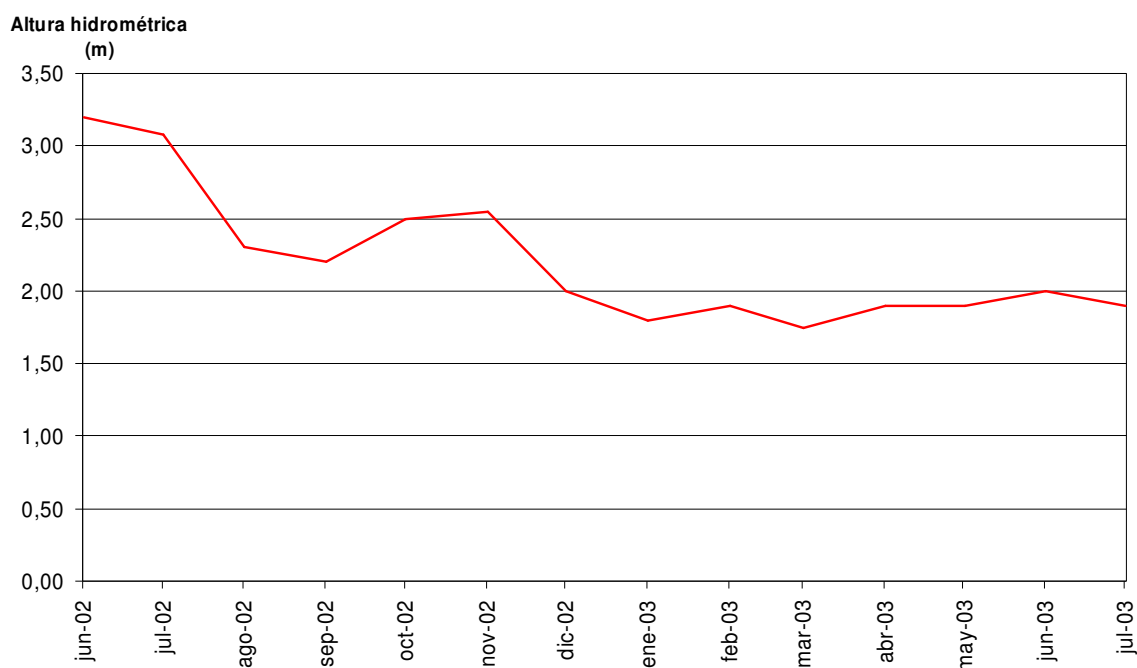
**Introducción.**

En los meses que precedieron a este ciclo (verano 2001 ~ 2002) ocurrieron importantes inundaciones en toda la cuenca del Río Salado. Estas inundaciones afectaron notablemente a la laguna de Monte que se vio totalmente desbordada (Fig. 61, a). Por su gran magnitud, la inundación alcanzó a afectar las viviendas más cercanas a la costa.



**Fig. 61 : El sector de la compuerta en enero (a) y en agosto (b) de 2002.**

Luego de este evento (y durante todo el ciclo estudiado) no se registraron inundaciones ni lluvias extraordinarias por lo que la laguna inició el período de muestreos con un nivel hidrométrico máximo para el ciclo anual (Fig. 61.b) de 3,20 m de profundidad máxima en junio de 2002, que fue disminuyendo durante la primera mitad del ciclo (1,80 m en enero de 2003). Finalmente el nivel hidrométrico de la laguna se estabilizó en torno a 1,90 m, con leves fluctuaciones (Fig. 62).



**Fig. 62 : Variación del nivel hidrométrico en el sector más profundo de la laguna, en el período comprendido entre junio de 2002 y agosto de 2003.**

Durante este ciclo y, en contraste con lo ocurrido entre 1997 y 1998, en ningún momento se registró colonización por *S. pectinata* en el cuerpo de agua. La única macrófita registrada fue *Scirpus californicus* la cual estuvo presente durante la segunda mitad del ciclo anual y espacialmente restringida al sector de la compuerta.

Durante este ciclo la toma y el análisis de muestras estuvieron diseñados para satisfacer una serie de objetivos que fueron semejantes a los planteados en el primer ciclo anual estudiado, con la posibilidad adicional de efectuar una comparación interanual como corolario de este trabajo.

Los objetivos específicos de este segundo ciclo fueron:

⇒ Describir las variaciones tanto de los parámetros físico~químicos como biológicos (fitoplancton y zooplancton) para cada estación de muestreo en función del tiempo,

⇒ Describir la presencia o ausencia de diferencias significativas de los parámetros físico~químicos y biológicos entre las distintas estaciones de muestreo como así también un eventual gradiente horizontal de condiciones en el eje longitudinal de la laguna,

⇒ Describir la presencia o ausencia de diferencias significativas de los parámetros físico~químicos y biológicos entre los distintos estratos del perfil vertical desarrollado en el sector más profundo de la laguna,

⇒ Identificar las variables físicas, químicas y biológicas que actúan como principales factores de control de la comunidad zooplanctónica en situaciones semejantes a las que se encontraron en este ciclo anual.

**Parámetros Físico ~ Químicos****1. Materiales y métodos****1.1. Toma de muestras.****1.1.1. Campaña Preliminar.**

En junio y julio de 2002 se extrajeron muestras de un litro de agua en siete estaciones de muestreo distribuidas en forma aproximadamente equidistante sobre el eje longitudinal de la laguna. Los extremos de este eje longitudinal resultaron ser la estación 1, en la zona de la compuerta (que separa a la laguna de San Miguel del Monte con la laguna Las Perdices) y la estación 7, bajo el puente que conecta a la laguna con el arroyo El Totoral (Fig. 1, referencias 1 a 7). El agua destinada a los análisis se colectó por medio de una bomba sumergible con la cual se recorrió todo el perfil vertical entre el fondo y la superficie, a los efectos de obtener una muestra que reflejara la integración de los distintos niveles de profundidad en dicha columna. Las muestras, destinadas al análisis químico de Fósforo Total, Taninos, Sólidos en Suspensión, Materia Orgánica, Clorofila "a" y Feopigmentos, fueron almacenadas en conservadoras y analizadas dentro de las 48 horas de extraídas.

También se registraron *in situ* una serie de parámetros físico-químicos (temperatura del agua, pH, Oxígeno disuelto, turbidez, salinidad y conductividad) en perfil vertical de seis niveles de profundidad para cada uno de los sitios de muestreo. Para tal fin se utilizó un sensor múltiple (HORIBA U-10).



### **1.1.2. Campaña Principal.**

Entre agosto de 2002 y julio de 2003 se llevaron a cabo muestreos mensuales del agua de la laguna en las mismas 7 estaciones de muestreo definidas para los muestreos preliminares. La metodología empleada para las extracciones de muestras destinadas a los análisis químicos y para el registro de los parámetros físico-químicos por medio del sensor múltiple fue la misma que la descrita para los muestreos preliminares.

Asimismo, se varió la metodología del análisis del Oxígeno Disuelto ya que se comenzó a utilizar el método de Winkler (APHA, 1995). Para ello se extrajeron muestras de 250 ml de cada una de las estaciones de muestreo, a distintos niveles de profundidad, comenzando por el sitio 1 (el más cercano a la laguna Las Perdices), desde donde se colectaron muestras superficiales, descendiendo un nivel por estación, hasta alcanzar el fondo en la estación 6 para volver a tomar muestras superficiales en el último sitio (estación 7).

### **1.2. Análisis químicos.**

**Fósforo Total:** para la determinación de las concentraciones del fósforo total disuelto (en base a muestras filtradas por medio de filtros Wathmann GF/C) y del fósforo total particulado (previo al filtrado) se efectuó una digestión con persulfato de potasio y ácido sulfúrico y se determinó su concentración con molibdato amónico y lectura espectrofotométrica a 885 nm (APHA, 1995).

**Polifenoles solubles:** se determinó su concentración por el método del reactivo Folin Ciocalteus-carbonato tartrato (APHA, 1995).

**Sólidos en suspensión y materia orgánica particulada:** se filtró agua utilizando filtros Whatmann GF/C tarados. Primero se colocaron en estufa a 105 °C y se obtuvo el peso para obtener la concentración de sólidos suspendidos. Posteriormente se colocaron en mufla a 550 °C, y se determinó la pérdida por ignición (% de materia orgánica).

**Materia orgánica disuelta:** por estimación aproximada por lectura espectrofotométrica a 440 nm.

**Concentración de clorofila "a" y feofitinas:** se filtro agua con filtros Whatmann GFC . Los filtros se colocaron con acetona al 90% durante 48 horas en oscuridad y frío para efectuar la extracción de los pigmentos y realizar lecturas espectrofotométricas del extracto. Se utilizó la fórmula de Lorenzen para determinar la concentración de Clorofila "a" activa y feopigmentos (APHA, 1995).

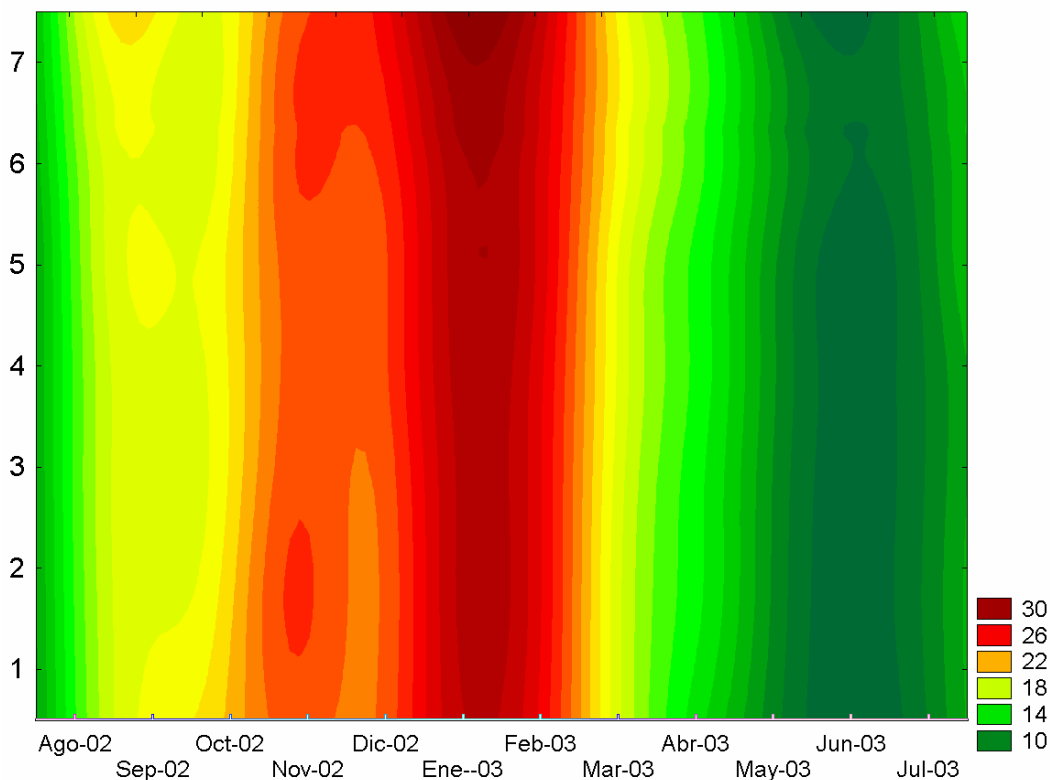
## 2. Resultados.

### 2.1. Variación de los parámetros físico~químicos en dimensión horizontal.

#### 2.1.1. Temperatura del agua.

Como puede apreciarse en la figura 63, los valores de temperatura registrados en las siete estaciones de la laguna en el período junio de 2002-julio de 2003 mostraron una variación estacional mucho más marcada que los valores correspondientes al primer ciclo de estudio (1997-1998, gráfico ).

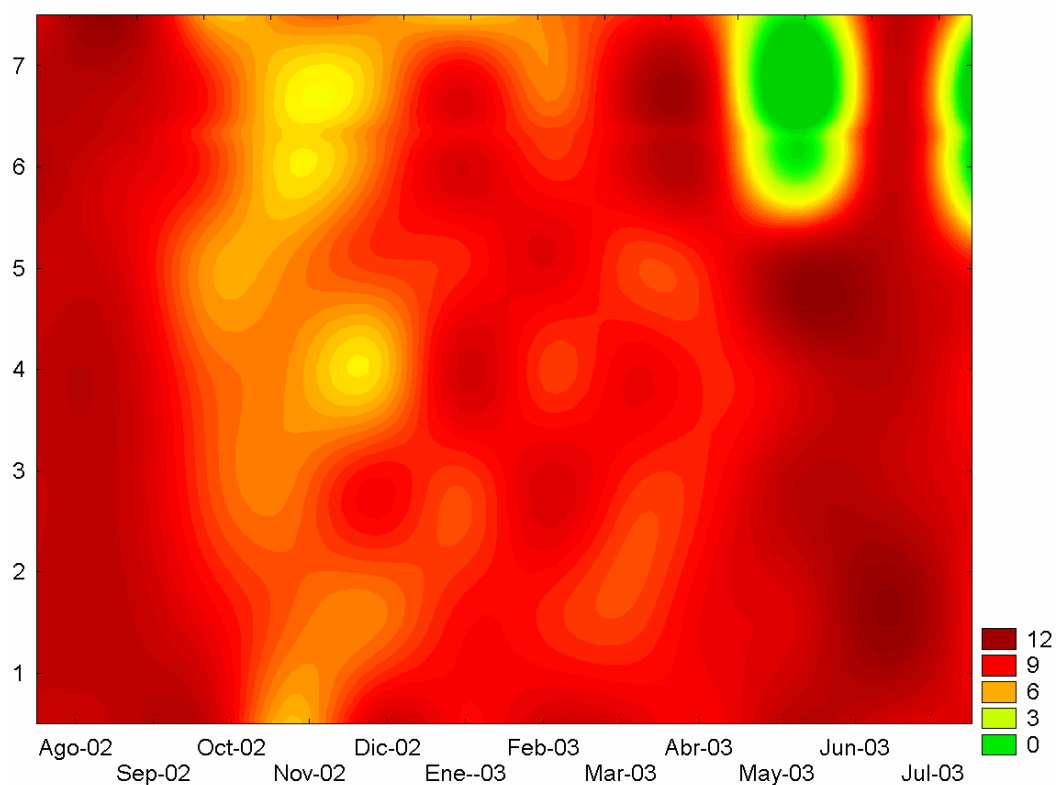
Así, las temperaturas medias de los perfiles verticales de las distintas estaciones oscilaron entre los 7,4 °C para junio de 2003 y 30,7 °C para enero del mismo año. Las diferencias observadas para las distintas estaciones en un mismo evento de muestreo se debieron fundamentalmente a la diferencia de horario de relevamiento de cada una de las estaciones, dado que la extracción de muestras de las siete estaciones insumió unas cuatro horas por término medio.



**Fig. 63: Variación horizontal de la temperatura del agua.**

### 2.1.2. Oxígeno disuelto.

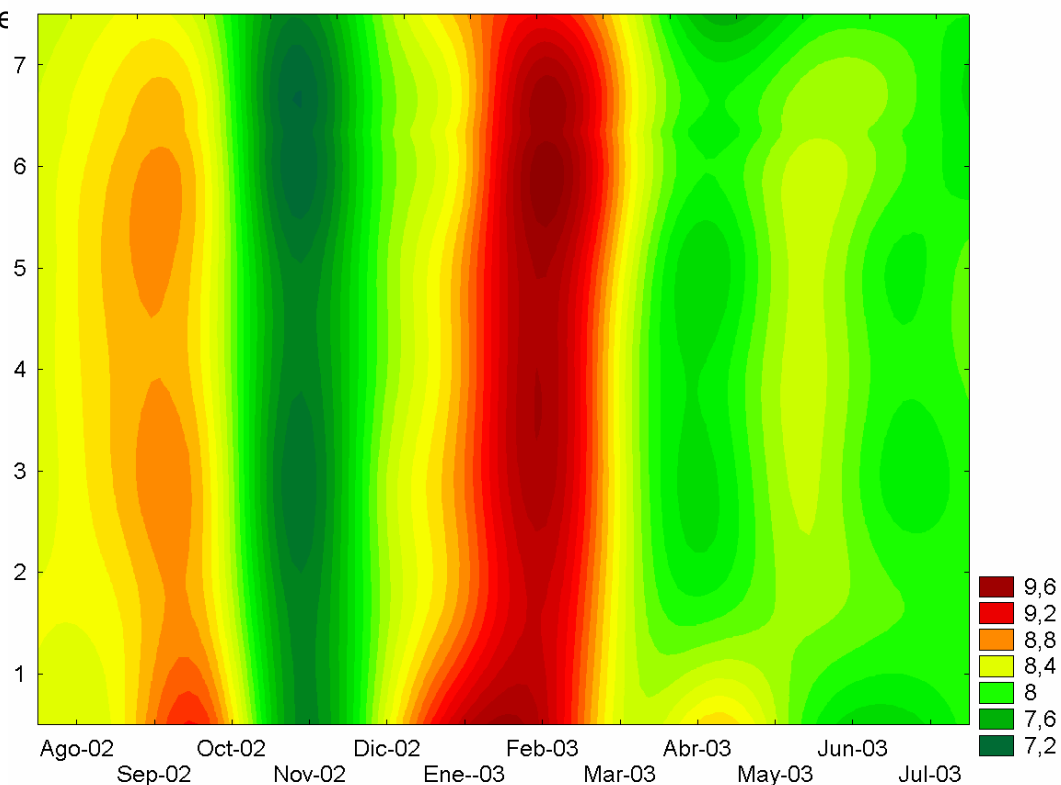
Se registraron elevados valores en la concentración de oxígeno disuelto (Fig. 64), con frecuencia llegando a la sobresaturación (julio – septiembre de 2002 y mayo-junio de 2003). Si bien puede apreciarse una tendencia a la disminución hacia la zona del arroyo El Totoral, ésta es mínima a excepción de mayo y julio de 2003, momentos en los cuales se encontraron concentraciones cercanas al límite de detección (0,1 mg/l, equivalente a 2% de saturación).



**Fig. 64: Variación horizontal del oxígeno disuelto (mg/l).**

**2.1.3. pH.**

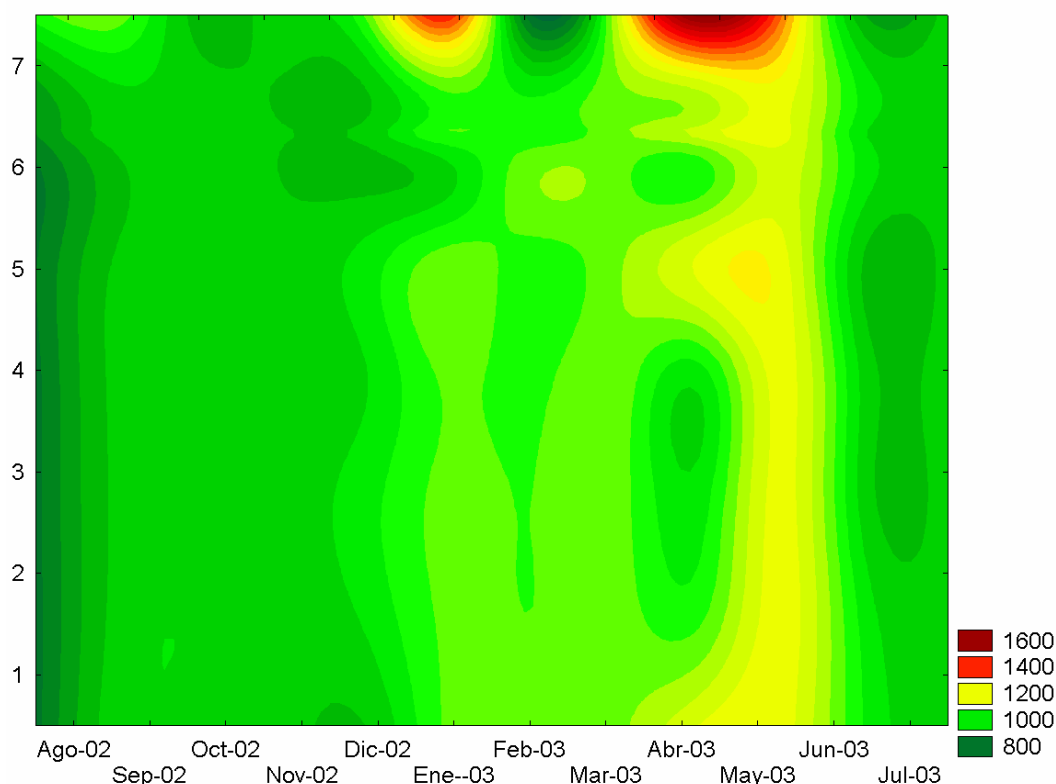
El pH de la laguna mostró, para todas las estaciones de muestreo una tendencia bimodal con valores más básicos en primavera y verano tardío. Al igual que para el período 1997-1998, los valores más bajos de pH coincidieron con concentraciones de O<sub>2</sub> relativamente bajas (Fig. 65), registrándose un mínimo de 7,16 en noviembre de 2002, en la estación 6. Los valores más altos, del orden de 9,5, se



**65: Variación horizontal del pH.**

#### 2.1.4. Conductividad.

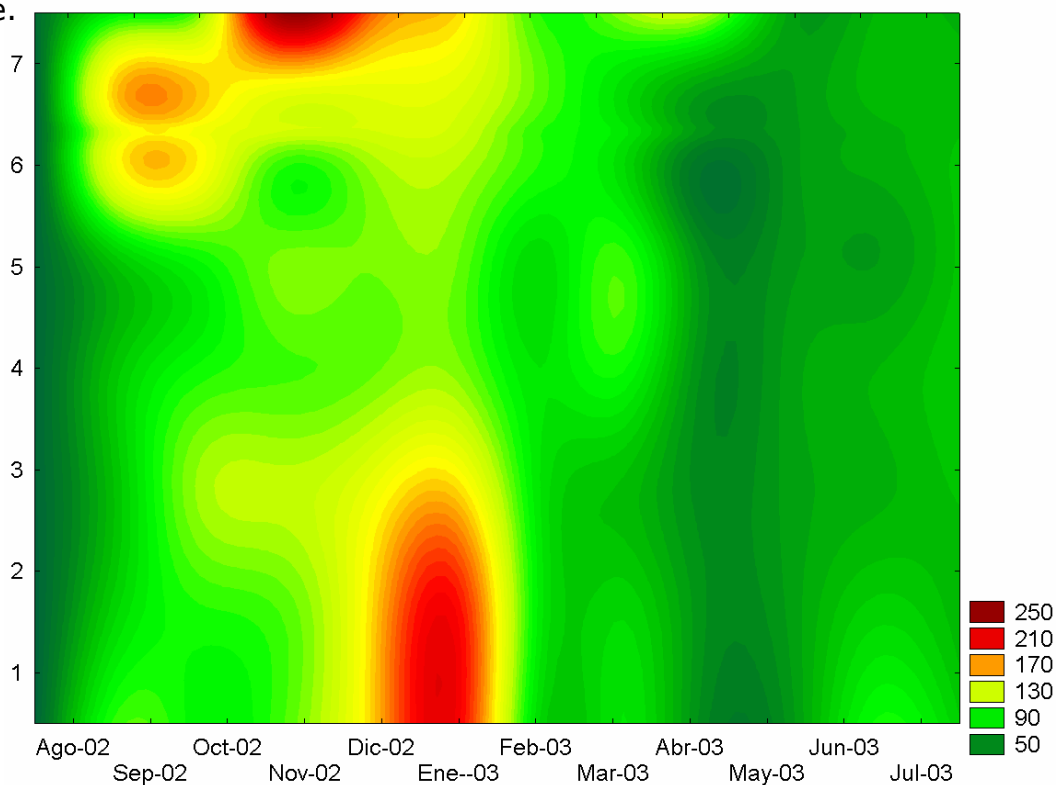
La variación temporal y horizontal de la conductividad (Fig. 66) muestra claramente un aumento sostenido que responde al descenso continuo del nivel hidrométrico de la laguna que se verificó desde el inicio del período de estudio y se prolongó hasta marzo de 2003. Así, junio de 2002 se registró la conductividad mínima (alrededor de 520  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para todas las estaciones de muestreo) y hacia mayo la máxima (1180  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , para las seis primeras estaciones). La estación 7 (adyacente al arroyo "el Totoral") mostró además una serie de valores altos que correspondieron con entradas de agua desde este afluente hacia la laguna en enero de 2003 (1390  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), abril (1620  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y mayo (1320  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).



**Fig. 66: Variación horizontal de la conductividad.**

### 2.1.5. Turbidez.

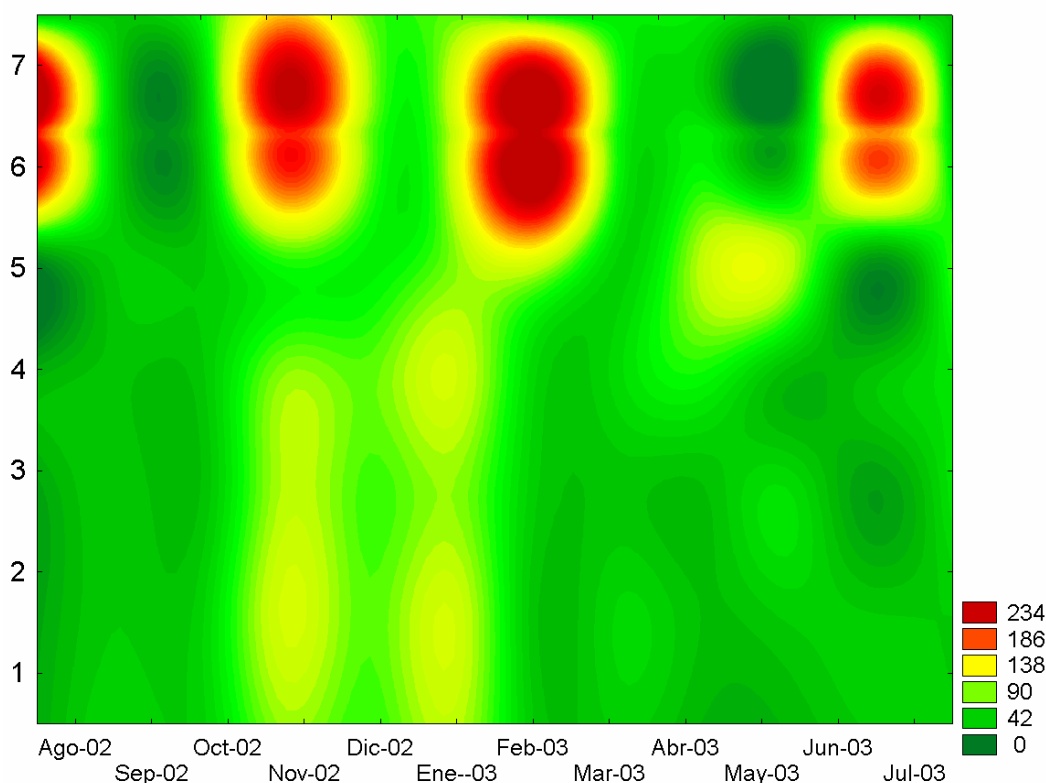
La turbidez (en valores medios para la columna de agua) (Fig. 67) muestra una tendencia al aumento en el período julio-2002 (32 NTU) a enero de 2003 (152 NTU) que acompaña al descenso en ese período de la altura hidrométrica y al aumento de los vientos y el oleaje registrado en la laguna. Particularmente, los picos de turbidez se registraron en las estaciones más someras (251 NTU en noviembre de 2002, en la estación 7 y 204 NTU en enero, en la estación 1) en las que la acción mecánica del viento motiva una mucho mayor resuspensión de los sedimentos. Puede mencionarse también ciertos valores altos (aproximadamente 130~140 NTU) para primavera, en la estación 6 que, si bien no es tan somera como las anteriores, por ser el sector de mayor tasa de sedimentación posee los sedimentos más finos, fácilmente resuspensibles en momentos de aumento del oleaje.



**Fig. 67: Variación horizontal de la turbidez.**

### 2.1.6. Sólidos en suspensión

La concentración de sólidos en suspensión (Fig. 68) muestra, al igual que la turbidez, una tendencia creciente entre julio de 2002 (con una concentración media de 5,5 mg/l) y enero de 2003 (96,5 mg/l). Sin embargo, esta tendencia se encuentra enmascarada por una serie de picos que se registraron en el sector de la estación 6 y sus adyacencias (189 mg/l en agosto de 2002, 190 en noviembre, 229 en febrero de 2003 y 154 en junio). En dicho lugar (el sector de mayor sedimentación de la laguna) la presencia de sedimentos extremadamente finos generaba un brusco incremento de la concentración de sólidos suspendidos en respuesta a vientos eventuales.

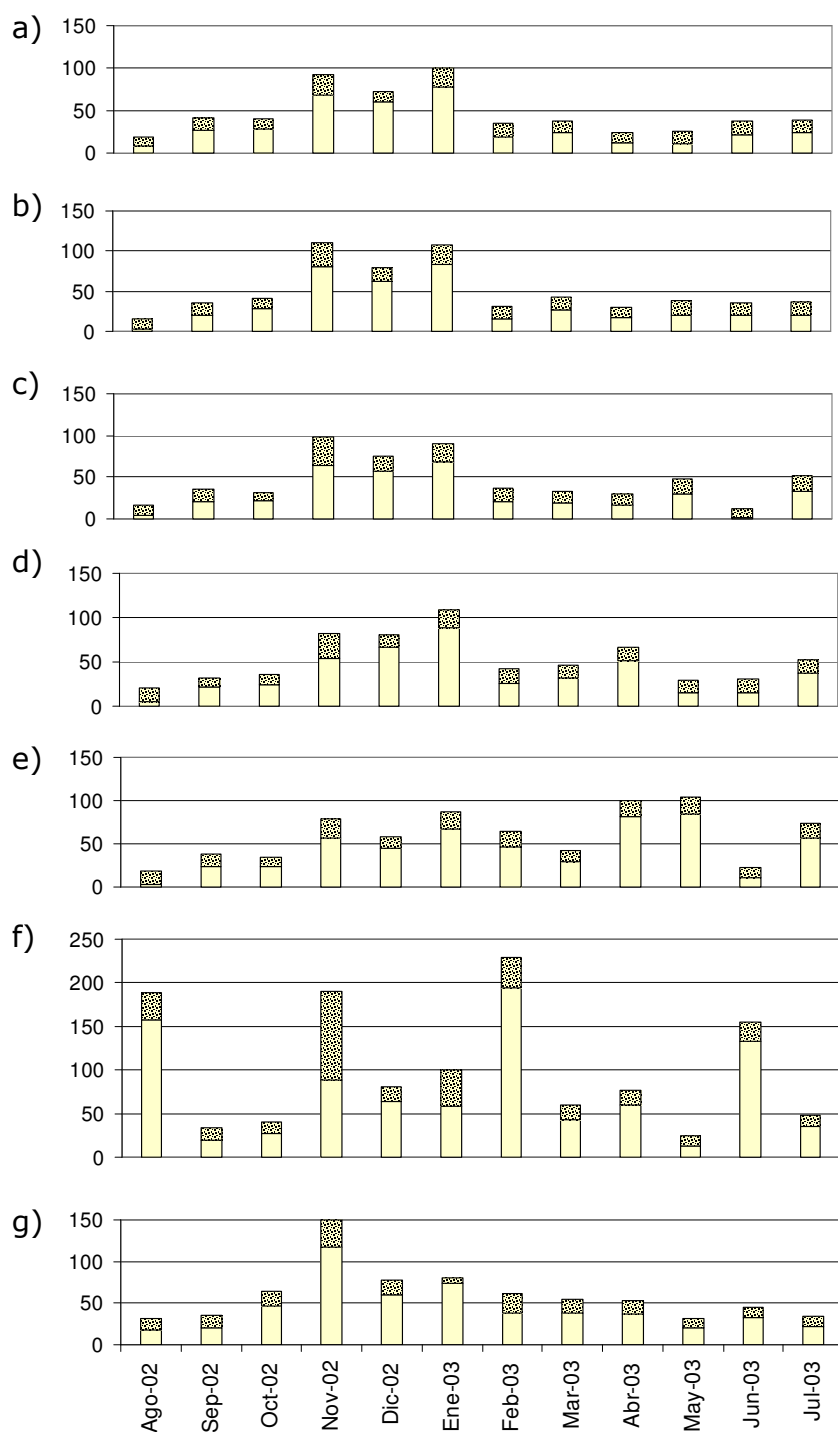


**Fig. 68 Variación horizontal de sólidos en suspensión.**

Al observar la contribución de las fracciones orgánica e inorgánica de los sólidos en suspensión (Fig. 69) puede apreciarse claramente que tanto la cantidad total como la fluctuación de los sólidos totales están fuertemente determinados por



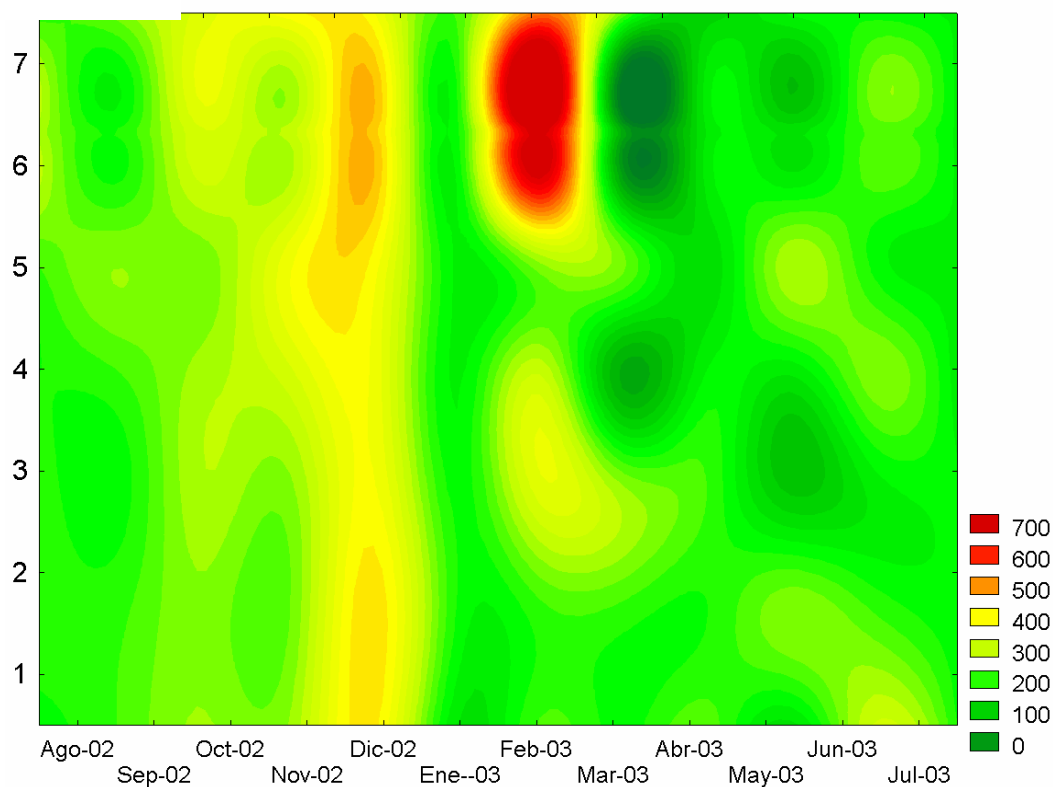
la fracción inorgánica. Esto es particularmente claro para las cinco primeras estaciones de muestreo (las más alejadas del arroyo El Totoral), mientras que las fluctuaciones y la importancia de las fracciones muestran un comportamiento mucho más errático en la estación 6.



**Fig. 69: Sólidos en suspensión orgánicos e inorgánicos en la estaciones 1 a 7 (a~g, respectivamente)**

**2.1.7. Fósforo Total Disuelto.**

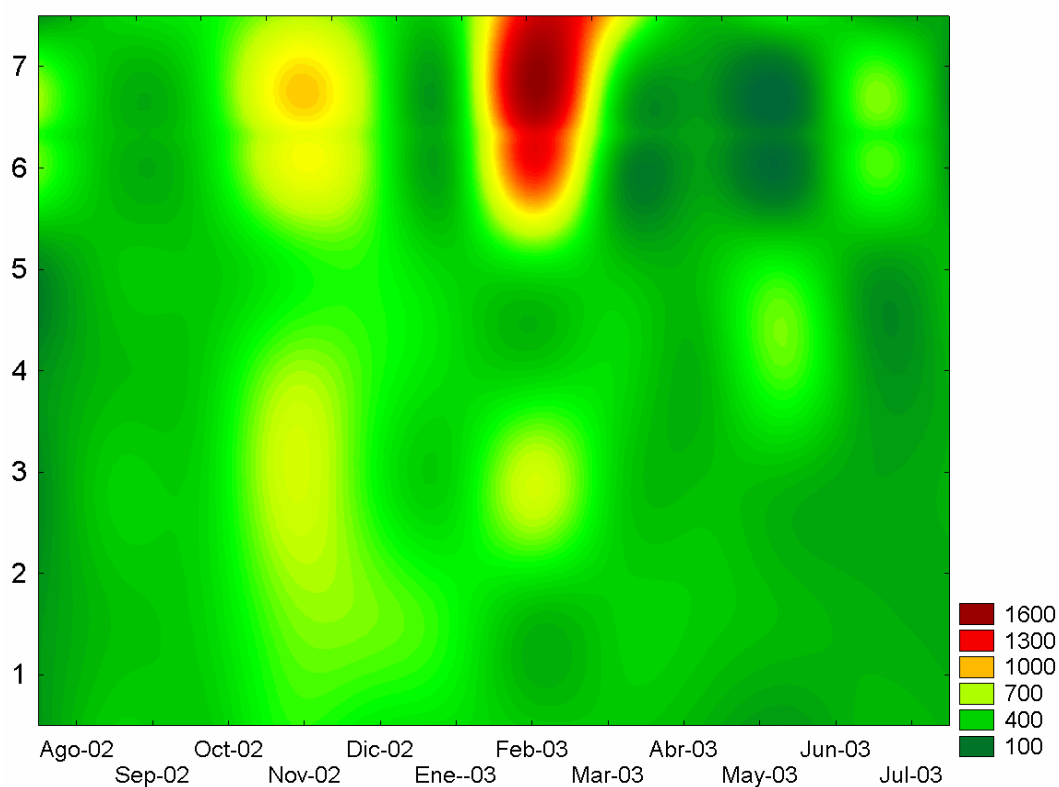
El fósforo total disuelto (Fig. 70) mostró gran variación en el sector de la laguna más íntimamente relacionada con el arroyo El Totoral (parte superior del gráfico). El valor máximo se registró en febrero de 2003, en la estación 6 (673  $\mu\text{g/l}$ ) y el mínimo, al mes siguiente, en el mismo sitio (28  $\mu\text{g/l}$ )



**Fig. 70: Variación horizontal del Fósforo Total Disuelto.**

**2.1.8. Fósforo Total.**

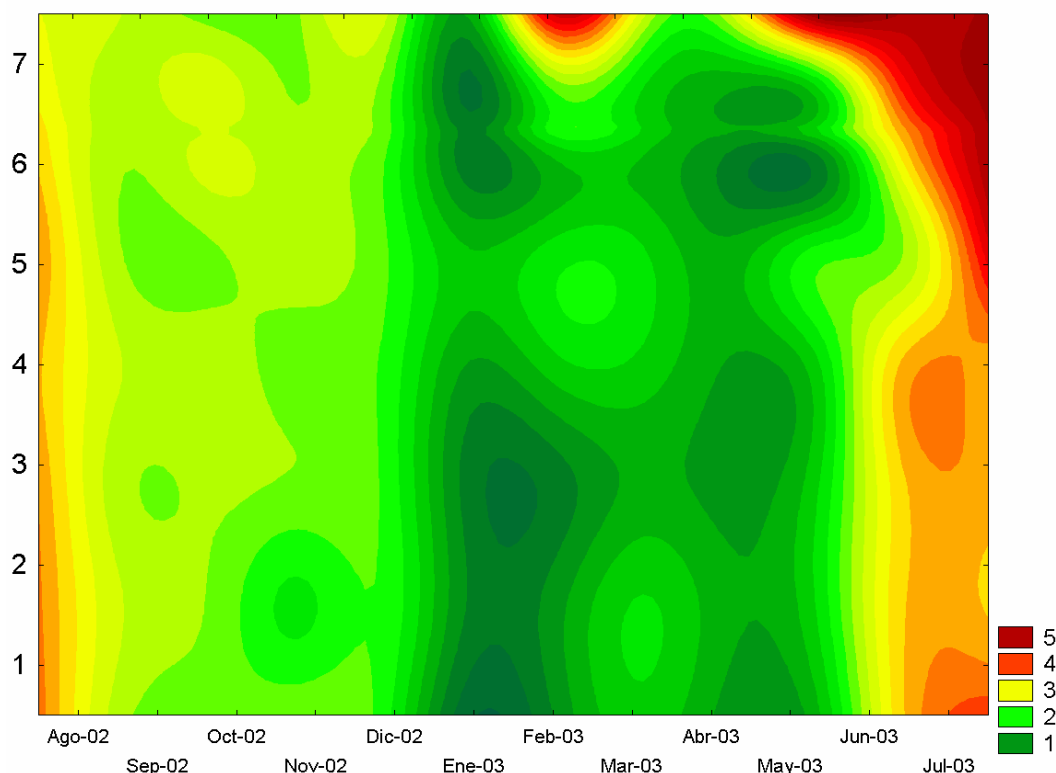
Las fluctuaciones del fósforo total (Fig. 71) ocurren de un modo semejante al anteriormente descrito para el fósforo total disuelto. El valor máximo (1390  $\mu\text{g/l}$ ) se registró en la estación 7, en febrero de 2003 y el mínimo (125  $\mu\text{g/l}$ ) en la estación 6, en mayo de 2003.



**Fig. 71: Variación horizontal del Fósforo Total.**

### 2.1.9. Polifenoles solubles.

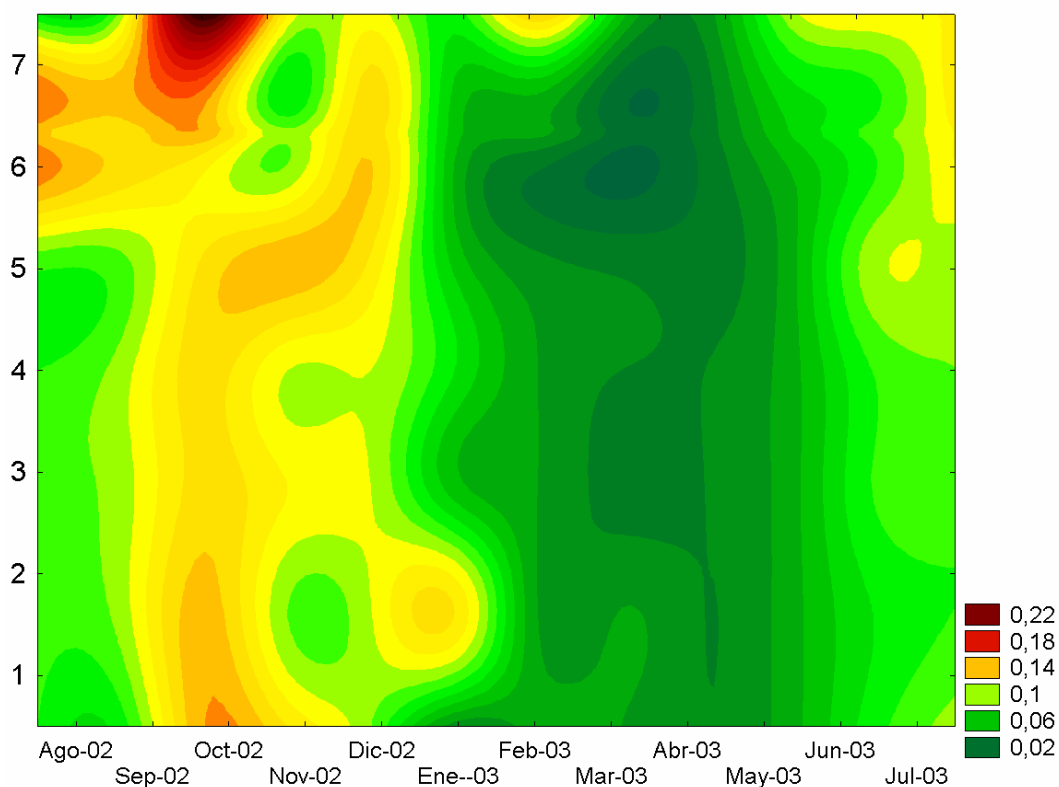
La concentración de polifenoles solubles (Fig. 72) mostró una tendencia a la disminución desde el inicio del período de estudio (con valores medios de 3,5 mg/l) hasta enero de 2003 (0,8 mg/l). A partir de este momento los valores comenzaron a incrementarse por el ingreso de agua con alta concentración de taninos proveniente del arroyo "el Totoral" al sector de la estación 7 que mostró un primer pico de 4,6 mg/l en febrero de 2003, momento en que la laguna mostraba un valor medio aún bajo (1,7 mg/l). El carácter persistente de dicha entrada de agua terminó por afectar a toda la laguna, que hacia el final del período de estudio registraba una concentración media de 4 mg/l, levemente inferior a la registrada en la estación 7 (5 mg/l).



**Fig. 72: Variación horizontal la concentración de polifenoles solubles.**

### 2.1.10. Materia Orgánica.

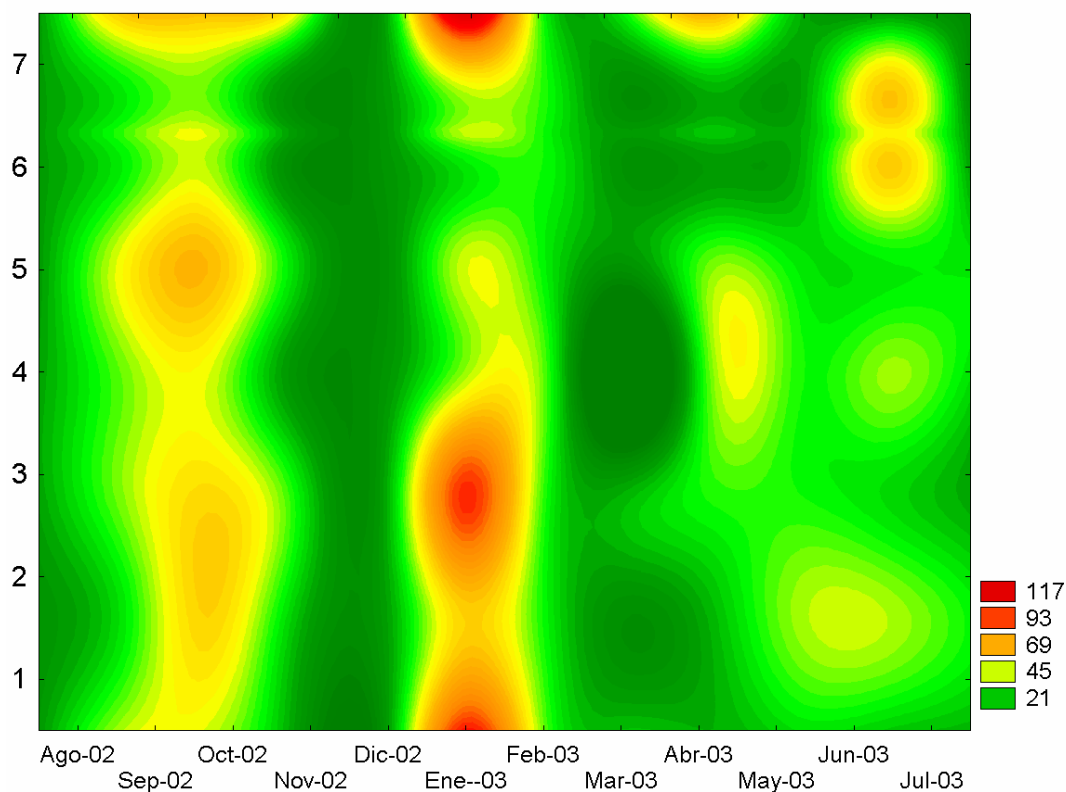
A diferencia de lo observado en el período 1997-1998, en el cual la densidad óptica a 440 nm (índice de la materia orgánica) respondió fielmente a la concentración de polifenoles disueltos, los primeros meses de este período (Fig. 73) muestran cierta tendencia al aumento y un pico en agosto, en la estación 6 (0,13) que coinciden con el comportamiento registrado para los sólidos en suspensión en ese período. En diciembre de 2002, en la estación 7, se verificó el valor máximo (0,24). A partir de noviembre de 2002 la materia orgánica comenzó a responder a la concentración de polifenoles disueltos, con un descenso de los valores medios hacia abril (0,03), previo al cual se observó un pico en la estación 7 (febrero, 0,13) y, finalmente, una tendencia al aumento hacia el final del período de estudio, relacionada a la entrada de agua del arroyo "El Totoral" en cuya estación (7) se verificaron los valores más elevados.



**Fig. 73: Variación horizontal de la materia orgánica.**

**2.1.11. Clorofila "a".**

La baja concentración de clorofila "a" a lo largo del año mostró, como se ve en la figura 74, una oscilación que incluyó una tendencia al aumento, que abarcó desde junio de 2002 (9,2  $\mu\text{g/l}$ ) hasta octubre (53  $\mu\text{g/l}$ ). Hacia diciembre se registró la mínima concentración media (4,5  $\mu\text{g/l}$ ) para alcanzar la máxima, un mes después (70  $\mu\text{g/l}$ ). Finalmente osciló entre 8 y 30  $\mu\text{g/l}$ , con valores siempre inferiores en las proximidades del arroyo "El Totoral".

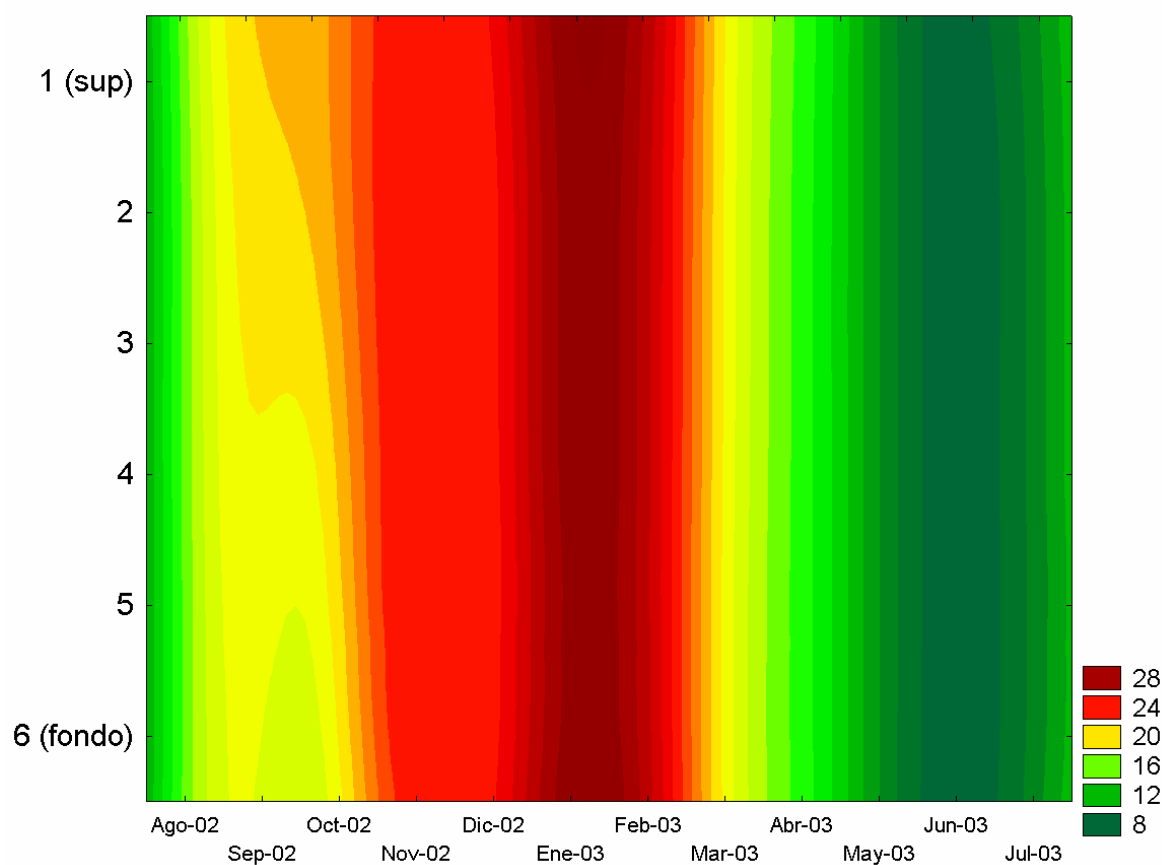


**Fig. 74: Variación horizontal de la clorofila "a".**

## 2.2. Variación de los parámetros físico ~ químicos en dimensión vertical.

### 2.2.1. Temperatura del agua.

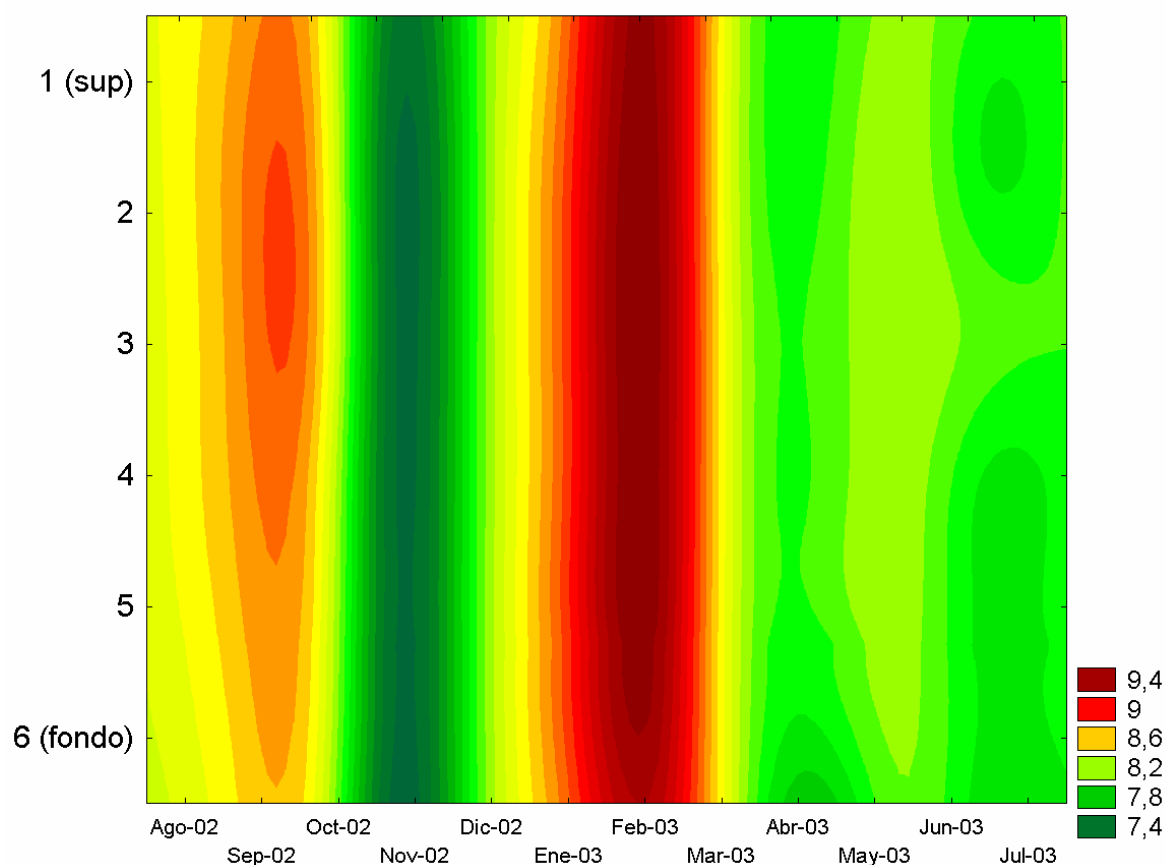
En el perfil vertical (Fig. 75), se aprecia que en la mayoría de los meses relevados no existieron variaciones de temperatura entre los distintos niveles de la columna de agua, con la excepción octubre de 2002, momento en que se registró una diferencia de 3,2 °C entre el estrato más profundo (17,4°C) y el superficial (20,6°C).



**Fig. 75: variación de la temperatura en perfil vertical.**

### 2.2.2. pH.

En cuanto al perfil vertical del pH (Fig. 76), no se observó ninguna variación importante entre los distintos niveles de profundidad de la columna de agua, a excepción de ciertos valores ligeramente más ácidos en los sectores profundos.

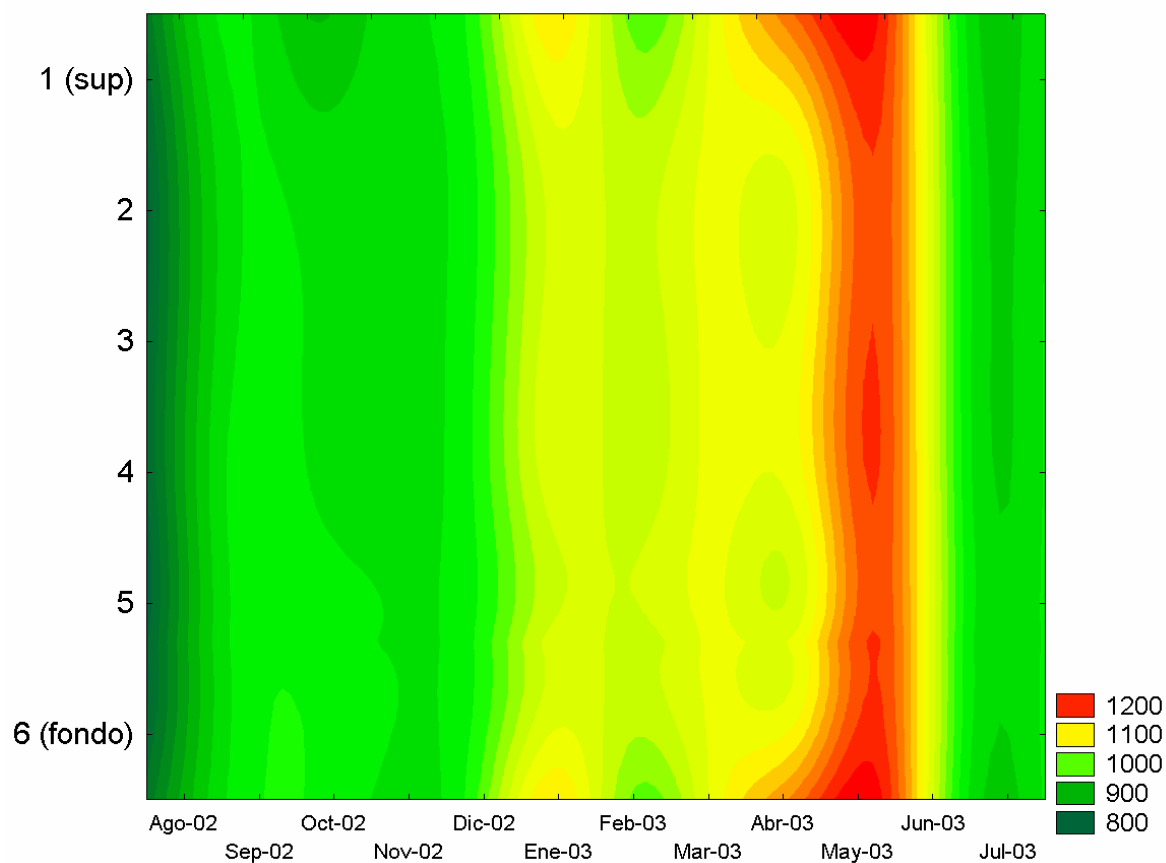


**Fig. 76: Variación del pH en el perfil vertical.**



### 2.2.3. Conductividad.

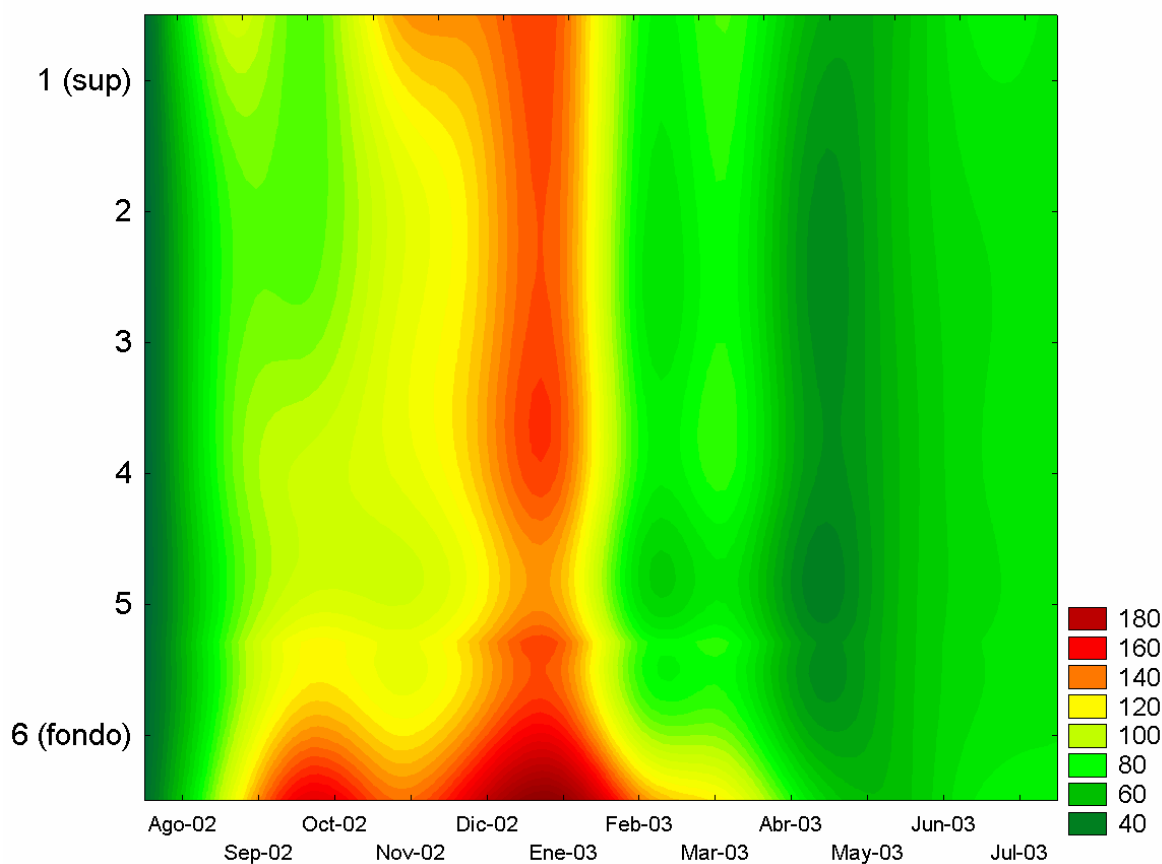
Esta variable en el perfil vertical (Fig. 77), no mostró tendencias definidas que diferenciaron los distintos niveles de la columna de agua.



**Fig. 77: Variación de la conductividad en el perfil vertical.**

#### 2.2.4. Turbidez.

Puede apreciarse que la turbidez es fuertemente dependiente de la profundidad. Como era esperable, los valores más altos se registraron en las cercanías de los sedimentos. Sin embargo los niveles superficiales también mostraron valores altos, de modo que se llegaron a registrar, en promedio para todos los niveles y todas las estaciones, valores cercanos a los 150 NTU (143 en superficie y 195 en profundidad) en enero de 2003 (Fig. 78).



**Fig. 78: Variación de la turbidez en el perfil vertical.**

**Fitoplancton****1. Materiales y métodos****1.1. Toma de muestras.**

Entre octubre de 2002 y julio de 2003 se extrajeron muestras de 200 ml del nivel más superficial de la columna de agua de las estaciones 1, 5 y 7 (el sector de la laguna adyacente a la laguna "Las Perdices", el sector más profundo de la laguna y el sector más próximo al arroyo "El Totoral" respectivamente). Las muestras fueron fijadas con lugol acético al 10% y destinadas al análisis de la fracción fitoplanctónica.

**1.2. Análisis de las muestras.**

Para el análisis de la fracción fitoplanctónica se homogeneizaron las muestras originales de 200 ml para luego proceder a la extracción de una alícuota de 10 ml de cada una de ellas. Cada alícuota se colocó en cámara de sedimentación del volumen correspondiente y se dejó sedimentar por espacio de 24~48 horas. Sobre las muestras así tratadas se efectuó el recuento exhaustivo de los organismos presentes en la cuarta parte de las mismas -equivalente a 2,5 ml- por medio de un microscopio invertido "Nikon" siguiendo la técnica de Utermöhl, empleando una magnificación de 150 aumentos. Para la determinación se empleó bibliografía específica. Se realizó el análisis cualitativo de las especies presentes para cuya identificación fue utilizada bibliografía específica para cada grupo algal: cianofitas (Geitler, 1932), clorococales (Komarek y Fott, 1983), diatomeas (Patrick y Reimer, 1966; 1972; Germain, 1981), euglenofitas (Tell y Conforti, 1986 ) y los tomos referentes a los distintos grupos algales de Bourrelly (1968, 1970, 1975)

Se utilizó un ocular milimetrado para establecer las dimensiones algales con el objeto de separarlas en los siguientes rangos de tamaño: nanoplancton (2~20  $\mu\text{m}$ ), microplancton (20~200  $\mu\text{m}$ ) y mesoplancton (< 200  $\mu\text{m}$ ).

## **2. Resultados.**

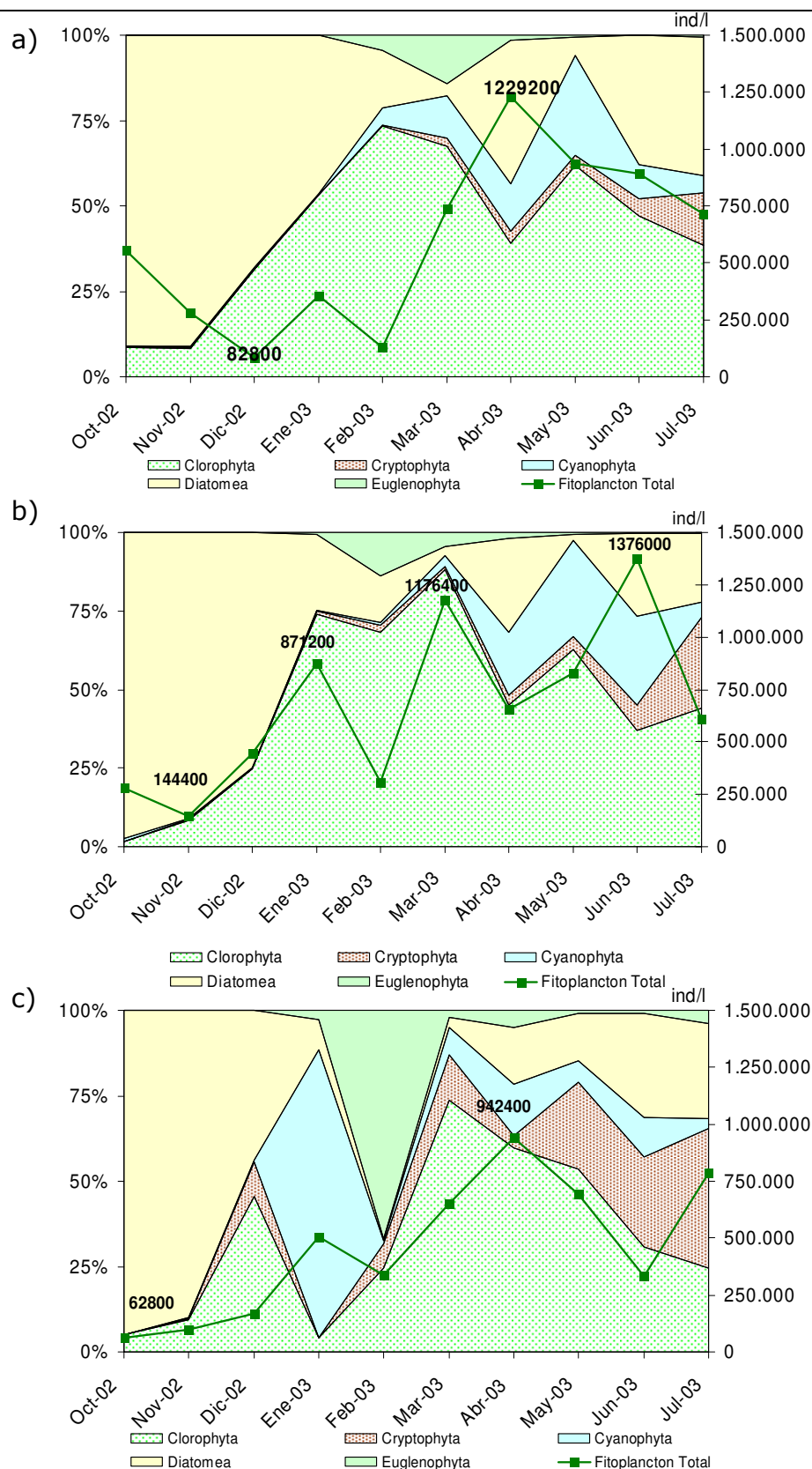
### **2.1. Grupos principales y especies dominantes en escala horizontal.**

En términos generales, la abundancia fitoplanctónica mostró valores dos órdenes de magnitud más bajos que los observados en el período 1997~1998.

En el sitio adyacente a la laguna "Las Perdices" se registró un pico de abundancia fitoplanctónica en abril de 2003 (1.229.000 ind/l), momento en que ocurrió una codominancia entre las diatomeas ~casi exclusivamente representadas por *Navicula cryptocephala*~ y las clorofitas (Fig 79 a).

En el sector central de la laguna se sucedieron tres máximos de importancia creciente, en enero (871.000 ind/l), marzo (1.176.000 ind/l) y junio de 2003 (1.376.000 ind/l). Los dos primeros mostraron una dominancia pronunciada de las clorofitas (*Planctonema lauterbornii*) mientras que el último no tuvo una clara dominancia y en su aporte se pueden destacar a *Romeria elegans* entre las cianofitas, a *Nitzschia acicularis* entre las diatomeas y a distintos géneros de clorofitas (*Closterium*, *Planctonema*, *Scenedesmus*, etc.) (Fig 79 b).

En cuanto al sector próximo al arroyo "El Totoral" el fitoplancton registró, al igual que en el primer ciclo anual estudiado, una densidad sensiblemente menor comparada con el resto de la laguna. Dentro de este panorama, puede citarse el valor alcanzado en abril de 2003, con la presencia destacada de *P. lauterbornii* (Fig. 79 c).

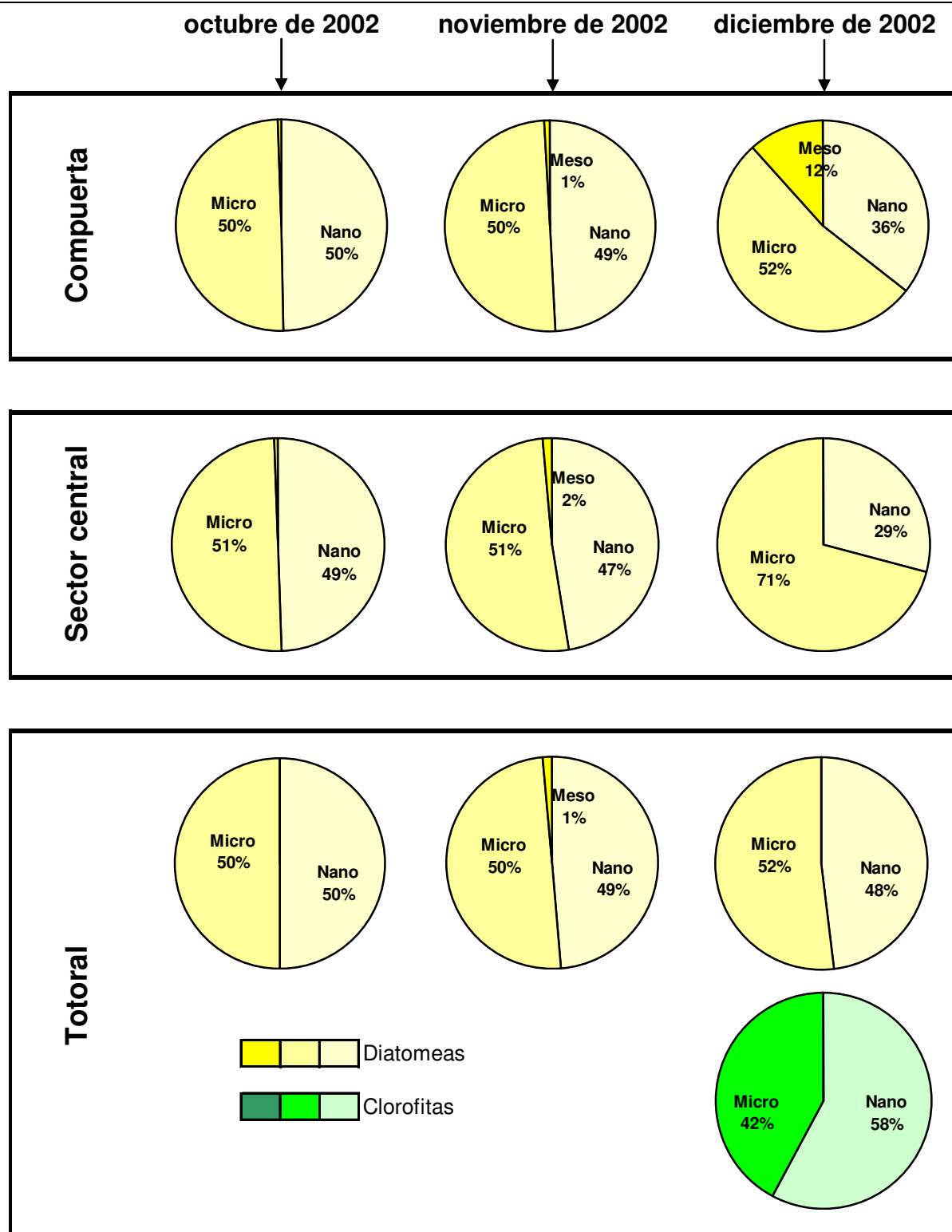


**Fig 79: Densidad fitoplanctónica total e importancia relativa de los grandes grupos algales en: a) las proximidades de la compuerta, b) el sector central de la laguna y c) las proximidades del arroyo El Totoral.**

## 2.2. Análisis por fracciones de tamaño fitoplanctónico.

En lo que respecta a la importancia relativa de las distintas fracciones de tamaño de que componen los grupos dominantes de algas (Fig. 80 a 83) se observó para primavera (Fig. 80 una dominancia de las diatomeas en las tres estaciones de muestreo.

En el sector más cercano a la compuerta las diatomeas nano y microplanctónicas ejercieron una codominancia por la presencia de *C. menenghiniana* en octubre y noviembre de 2002. Los individuos más pequeños de esta especie son considerados nanoplanctónicos y los de mayor tamaño, microplanctónicos, aunque siempre registran tamaños cercanos a las 20 µm. En noviembre de 2002 se registró también como importante a *R. mediterranea* (mesoplanctónica) . Hacia diciembre aumentó la importancia proporcional de *A. granulata* (microplanctónica), debido no sólo a su densidad, sino también a la declinación del resto de la especies. Esta situación fue similar a la encontrada en octubre y noviembre en el sector más profundo de la laguna, mientras que en noviembre *R. mediterranea* estuvo ausente en el sector más profundo de la laguna. En el sector adyacente a la desembocadura del arroyo El Totoral dominaron, al igual que en las estaciones anteriormente tratadas, los individuos nano y microploanctónicos de *C. menenghiniana* en octubre y noviembre, pero en diciembre de 2002 creció marcadamente la importancia de las clorofitas que registraron cierto equilibrio entre las nanoplanctónicas (*S. quadricauda*) y microplanctónicas (*S. dimorphus* y *P. duplex*).



**Fig. 80: Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en las tres estaciones de muestreo durante primavera.**

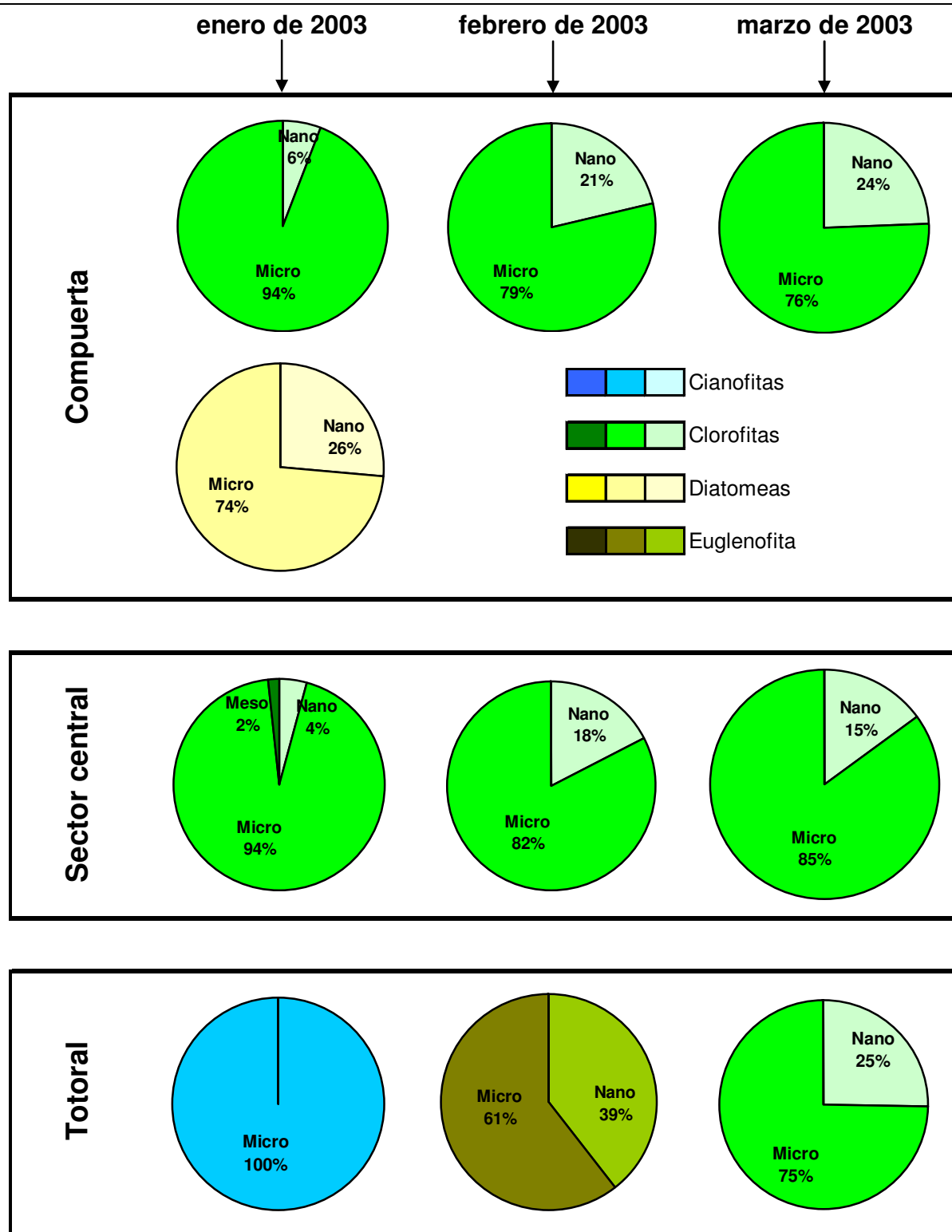
Durante verano (Fig 81) se aprecia en el sector más próximo a la compuerta, una importancia creciente de las clorofitas, que comparten la dominancia con las diatomeas en enero y luego se constituyen en el grupo dominante en los restantes meses. En enero, las diatomeas más destacadas fueron, al igual que en meses anteriores, *A. granulata* (microplanctónica) y *C. menenghiniana* (micro y nanoplanctónicas). Las clorofitas más importantes eran microplanctónicas, por la destacada contribución de *Mougeotia* sp. y *P. lauterbornii*, mientras que la fracción nanoplanctónica (menos importante) de este grupo estuvo representada por *S. quadricauda*, entre otras especies. En febrero de 2003, las clorofitas mostraron un dominio de la fracción microplanctónica (principalmente representada por filamentos de *P. lauterbornii*), pero con un aumento en la importancia de las formas nanoplanctónicas a las que contribuyeron especies de *Scenedesmus* y *Crucigenia*), semejante a lo que se observó en marzo de 2003, si bien en este último mes aparecieron distintas especies microplanctónicas de *Scenedesmus* (entre los que se destacaron *S. linearis* y *S. dimorphus*) y de *Closterium* (siendo la más importante *C. acutum*).

En el sector central de la laguna la dominancia de las clorofitas y su distribución en tamaño se asemejan a lo observado para el sector adyacente a la compuerta. Durante enero de 2003, las clorofitas microplanctónicas (dominantes) estuvieron representadas en su mayoría por *Mougeotia* sp. y *P. lauterbornii* mientras que de entre las nanoplanctónicas se destacó *C. quadrata*. Al mes siguiente, se registró un marcado incremento en la densidad numérica de *P. lauterbornii* y un aporte importante de *Mougeotia* sp. y distintas especies de *Scenedesmus* y *Closterium*. Las nanoplanctónicas estuvieron representadas por especies de los géneros *Scenedesmus* y *Crucigenia* y registraron, en conjunto, un aumento proporcional respecto de las microplanctónicas semejante al observado



para este mismo mes en el sector de la compuerta. Este panorama se prolongó hasta marzo en que se observó un aumento en la abundancia de las clorofitas sin que se alteraran las importancias proporcionales que las distintas especies habían registrado en mes anterior.

En el sector más cercano al arroyo El Totoral, durante enero de 2003 la dominancia del fitoplancton estuvo dada por las cianofitas microplanctónicas las cuales estuvieron representadas en su gran mayoría por *A. circularis*. En febrero de 2003 la mayoría del fitoplancton estuvo constituido por especies del género *Euglena* que aportaron individuos nanoplanctónicos y microplanctónicos. En marzo, la situación se tornó más semejante a la del resto de la laguna, con una dominancia de las clorofitas microplanctónicas (principalmente *P. lauterbornii*) acompañadas por clorofitas nanoplanctónicas (especies del género *Scenedesmus*).

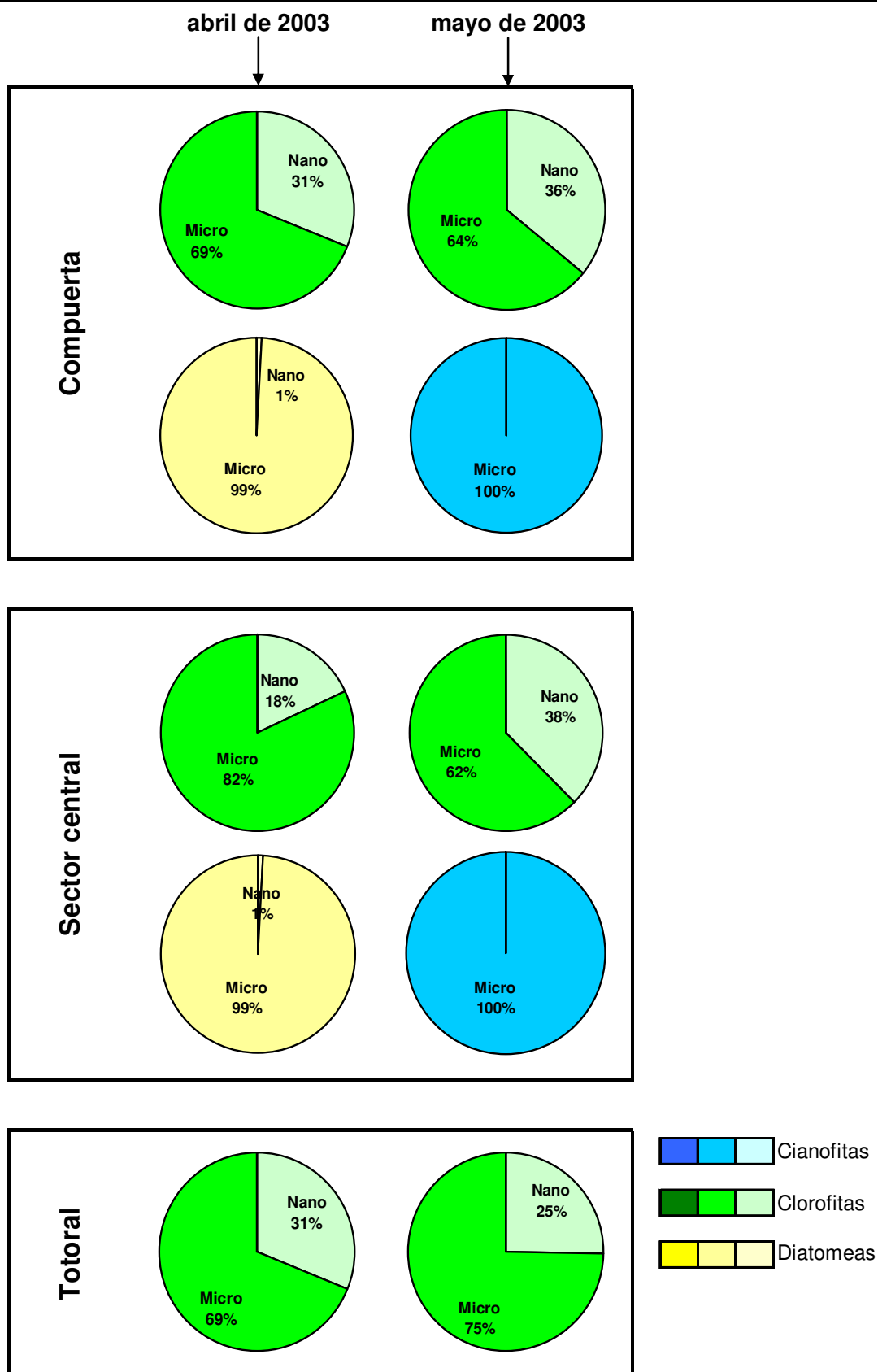


**Fig 81: Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en las tres estaciones de muestreo durante verano.**

La figura 82 ilustra el detalle de la laguna para abril y mayo de 2003. Tanto en abril como en mayo las clorofitas del sector cercano a la compuerta mostraron una mayoría de individuos microplanctónicos (gracias a la persistencia de los filamentos de *Planctonema* sp y especies del género *Closterium*, importantes desde meses anteriores) pero con presencia substancial de organismos nanoplanctónicos de los géneros *Crucigenia* y *Scenedesmus*. En este sitio, en abril, el mencionado grupo compartió la dominancia cuantitativa del fitoplancton con las diatomeas (representadas principalmente por *N. criptocephala*, microplanctónica) y en mayo, con las cianofitas microplanctónicas (entre las que se destaca *A. circularis*).

En el sector central dominaron las clorofitas microplanctónicas (del género *Planctonema*) en abril, momento en que se registró también un importante aporte de las diatomeas microplanctónicas (*N. criptocephala*), y en mayo se registró una codominancia entre las clorofitas (*Planctonema* sp. y *C. acutum* entre las microplanctónicas, y especies de *Scenedesmus*, entre las nanoplanctónicas) y las cianofitas microplanctónicas (sustentadas por *A. circularis*).

En las proximidades del arroyo El Totoral, fue más clara la dominancia de las clorofitas que mostraron ambos meses una composición semejante caracterizada por la destacada participación de los géneros *Scenedesmus*, *Closterium* y *Planctonema*, entre las microplanctónicas, y *Scenedesmus* y *Crucigenia*, entre las nanoplanctónicas.

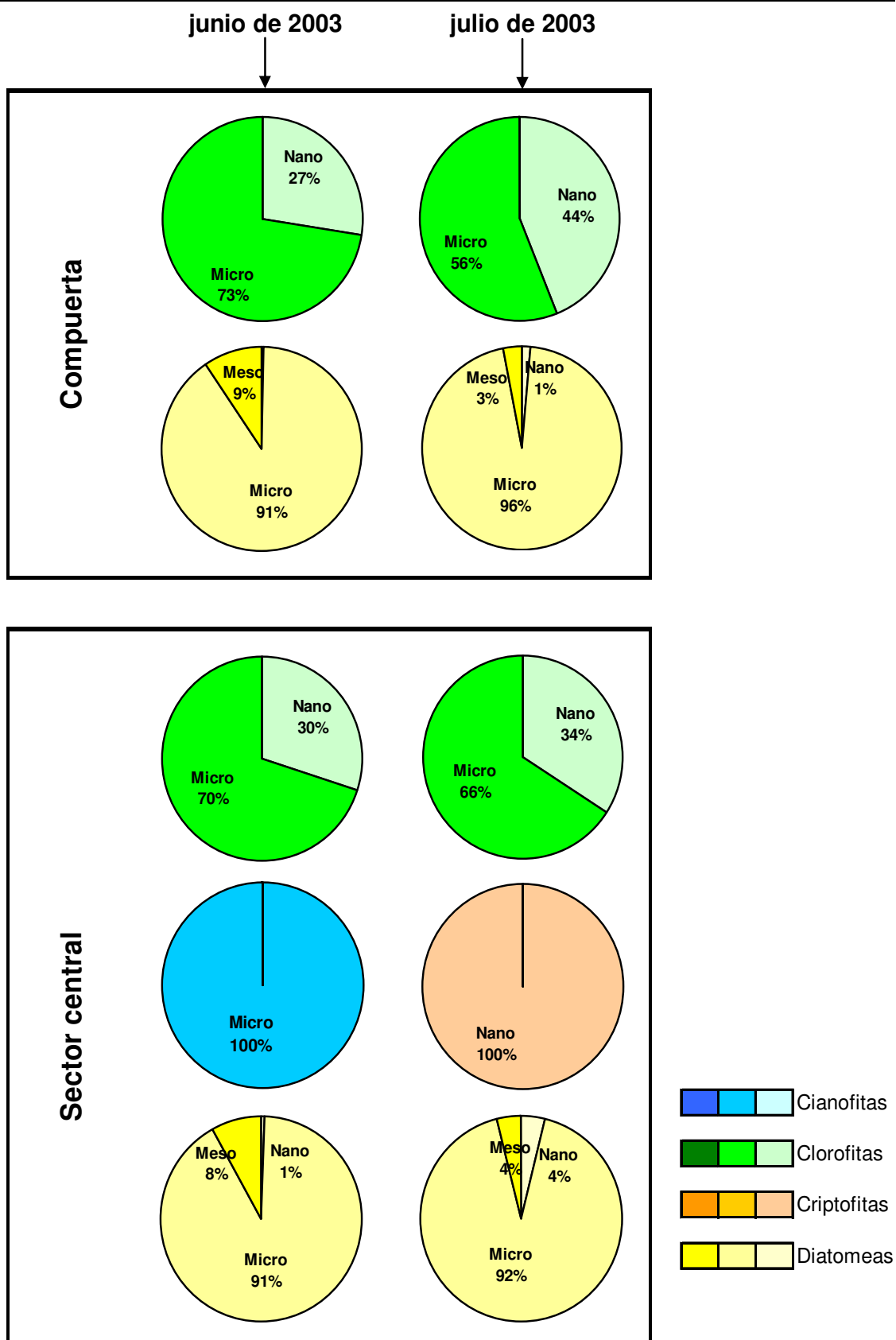


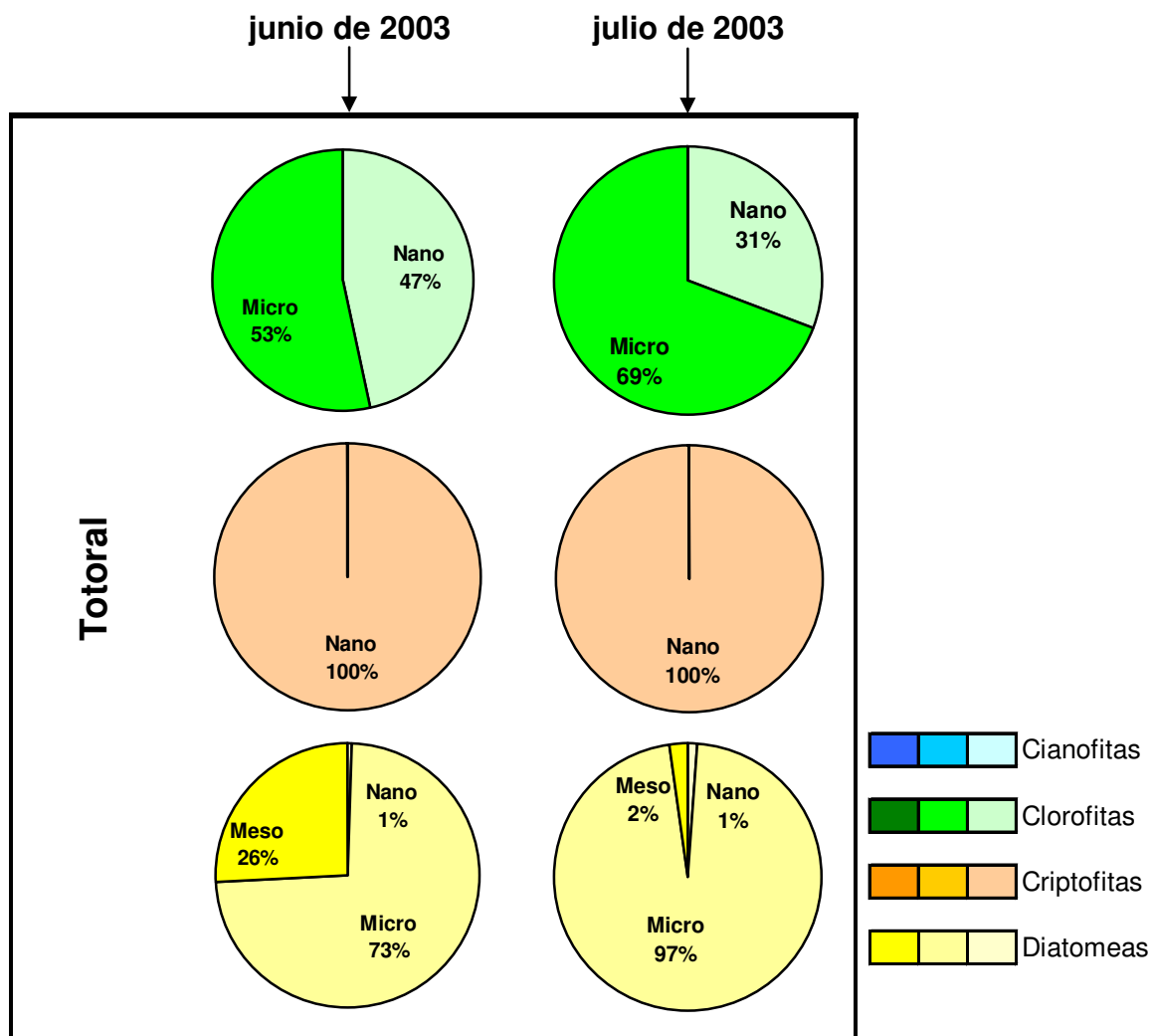
**Fig 82: Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en las tres estaciones de muestreo durante los meses abril y mayo de 2003.**

Los dos últimos meses del ciclo anual (Fig. 83) se caracterizaron por presentar codominancias entre dos o incluso tres grandes grupos algales. En el sector más cercano a la compuerta, la codominancia para junio y de julio de 2003 estuvo a cargo de las clorofitas (de los géneros *Closterium*, y *Planctonema*, entre las microplanctónicas y principalmente *S. quadricauda* entre las nanoplanctónicas) y la diatomea microplanctónica *N. acicularis*.

En el sector central de la laguna, en junio, pudieron distinguirse tres grandes grupos de importancia relativamente equitativa: las clorofitas, con una composición muy similar a la observada para el mismo mes en el sector de la compuerta, las cianofitas microplanctónicas, casi exclusivamente *R. elegans* y *A. circularis*, y las diatomeas que exhibieron como fracción más importante a la microplanctónica por el aporte de *N. acicularis*. En julio, al disminuir la densidad fitoplanctónica total, las clorofitas y las diatomeas disminuyeron en la misma medida, manteniendo su importancia relativa sin haber alterado mayormente su composición específica ni de tamaños. A diferencia de estos grupos, las cianofitas perdieron en gran medida su importancia y crecieron sensiblemente las criptofitas por el aporte del género *Cryptomonas*.

En las proximidades del arroyo El Totoral, ambos meses mostraron a los mismos tres grupos en la dominancia: clorofitas, criptofitas y diatomeas. En el transcurso de este lapso, las clorofitas aumentaron en la fracción microplanctónica principalmente impulsadas por la densidad de *C. acutum*, *S. dimorphus* y *S. linearis*. Las diatomeas redujeron su tamaño medio por el aumento de la fracción microplanctónica representada por *N. acicularis* y especies del género *Navicula*. Finalmente las criptofitas aumentaron su importancia hacia julio, siempre representadas por individuos nanoplanctónicos del género *Cryptomonas*.





**Fig 83 (continuación): Detalle porcentual del tamaño de los grupos algales dominantes en el sector adyacente al arroyo El Totoral durante los meses junio y julio de 2003.**

**Zooplankton****1. Materiales y métodos****1.1. Toma de muestras.****1.1.1. Campaña preliminar**

En junio y julio de 2002 se colectaron muestras mensuales de zooplankton en siete estaciones de muestreo distribuidas en forma equidistante sobre el eje longitudinal de la laguna, cuyos extremos resultaron ser la estación 1, en la zona de la compuerta (que separa a la laguna de San Miguel del Monte con la laguna Las Perdices) y la estación 7, sobre el puente que conecta a la laguna con el arroyo El Totoral (Fig. 1, referencias 1 a 7).

Las muestras de zooplankton se extrajeron por concentrado de 100 l de agua de la laguna con una red de 35  $\mu\text{m}$  de abertura de malla. Para ello se utilizó una bomba sumergible con la cual se recorrió toda la columna de agua entre el fondo y la superficie, a los efectos de obtener una muestra que reflejara la integración de los distintos niveles de profundidad en dicha columna. Las muestras fueron fijadas con formol al 4%.



### **1.1.2.Campaña principal.**

Entre agosto de 2002 y julio de 2003 se llevaron a cabo muestreos mensuales del zooplancton de la laguna en las mismas 7 estaciones de muestreo definidas para los muestreos preliminares. La metodología empleada para la extracción de las muestras fue la misma que la descrita para los muestreos preliminares a excepción de la estación 5, en la cual se desarrolló un perfil vertical por división de la columna de agua en cinco niveles de profundidad diferentes de cada uno de los cuales se extrajeron muestras independientes de zooplancton.

## **1.2. Análisis de las muestras.**

### **1.2.1. Análisis cuali ~ cuantitativo del zooplancton.**

Para la determinación de los componentes del zooplancton se examinaron los organismos al microscopio óptico y se utilizó bibliografía especializada para cada uno de los grupos correspondientes (Kahl, 1930-35; Bick, 1972; Vucetich, 1973; Lee *et al*, 1985, para protistas; Ruttner-Kolisko, 1974; Koste, 1978; Segers, 1995; Nogrady y Segers, 2002, para rotíferos; Amoros, 1984; Smirnov y Timms, 1975, para cladóceros; Ringuelet, 1958, Reid, 1985 y Paggi, 1995, para copépodos). En términos generales, los protistas y los rotíferos se identificaron a nivel de especie al igual que los cladóceros. Los adultos de copépodos fueron identificados a nivel específico mientras que los nauplii y copepoditos fueron determinados a nivel de subórdenes.

Para el recuento de los protistas se extrajo, de la muestra original (de 200 ml) una alícuota de 10 ml que se dejó sedimentar por 24 horas en cámaras de

sedimentación. Las alícuotas sedimentadas de ese modo fueron analizadas en microscopio invertido "Nikon" con una magnificación de 150 aumentos.

Para el recuento de los rotíferos se tomaron alícuotas de 1 ml de la muestra homogeneizada y se las analizó en cámaras de Sedgwick~Rafter de 1 ml con una magnificación de 100 aumentos. Para tal fin se empleó un microscopio óptico "Bausch & Lomb". Para cada muestra se repitió el proceso de análisis de alícuotas hasta obtener en la densidad de las especies dominantes un coeficiente de variación inferior al 20%.

Para el análisis de los crustáceos, se concentraron las muestras a un volumen de referencia de 100 ml. De cada una de las muestras así concentradas se extrajo una alícuota de 10 ml, que fue analizada en cámaras de Bogorov, de 10 ml, con una magnificación de 20 aumentos, para lo que se empleó un microscopio estereoscópico "Bausch & Lomb".

### **1.2.2. Análisis de la biomasa zooplanctónica.**

Para el análisis de la biomasa zooplanctónica se realizaron mediciones correspondientes al período de tiempo en que se efectuaron los muestreos. Dichas mediciones consistieron en el registro de la talla (tridimensional) de 10 a 30 individuos de cada una de las especies de mayor importancia, para estimar las medidas corporales medias para cada especie.

A partir de las medidas así obtenidas, se calculó el volumen medio para las especies de rotíferos en base a las fórmulas propuestas por Ruttner-Kolisko (1977). Para los datos de peso fresco se asumió que los organismos presentan una densidad que tiende a  $1 \text{ g/cm}^3$  y el peso seco se considera como el 10% del peso

fresco para el caso de los rotíferos lorizados, y el 5% para el caso de los rotíferos sin lórica.(Mc Cauley, 1984)

Para el caso de los crustáceos, se utilizaron regresiones exponenciales "talla / peso seco" presentes en la literatura (Dumont *et al*, 1975; Bottrell *et al*, 1976).

### **1.2.3. Agrupamiento de las especies zooplanctónicas por hábitos tróficos.**

Teniendo en los resultados de las investigaciones de Olivier (1962), Brooks y Dodson (1965), Cryer y Townsend, (1989), Berzinš y Pejler (1989), Pejler y Berzinš (1989, 1993<sup>a</sup>, 1993<sup>b</sup> y 1994), Nogrady (1993), Foissner *et al* (1999), Mohr (2002), Nogrady y Segers (2002), Sarma *et al* (2004), Cardoso y Da Motta Marques, (2004), Carrick, (2005), Lüring (2006) se agrupó a las especies zooplanctónicas en base a sus hábitos alimentarios, resultando los siguientes grupos funcionales:

Depredadores

Omnívoros

Filtradores generalistas de partículas de hasta 12 µm

Filtradores generalistas de partículas de hasta 18 µm

Filtradores especialistas efectivos

(elevada tasa de filtración, pero baja selectividad)

Filtradores especialistas selectivos

(menor tasa de filtración pero alta capacidad de selección)

Raptores o capturadores.

### **1.3. Análisis estadísticos.**

Se graficó la importancia de las especies registradas por medio de un gráfico de Olmstead~Tuckey del mismo modo que se realizó para los resultados del ciclo 1997-1998.

Por otra parte, se realizaron análisis de correspondencia canónica en base a las abundancias numéricas de las especies más importantes (aquellas que superaran el umbral de 1 ind/l en el promedio de todo el ciclo anual para un sitio de muestreo dado). A causa de que los datos de abundancia no ajustaban a una distribución normal, se efectuó una transformación que consistió en adicionarle 1 a las densidades numéricas y a los datos así obtenidos efectuarles el logaritmo en base 10. Para la realización de estos análisis se utilizó el paquete estadístico MVSP 3.13m. Así, se efectuaron los análisis para cada una de las estaciones de muestreo empleando nuevamente valores medios para toda la columna de agua en el caso del sector más profundo de la laguna.

## 2. Resultados.

### 2.1. Riqueza específica del zooplancton.

En el segundo ciclo anual estudiado se registraron un total de 138 especies que incluyeron 29 de tecamebas, 16 ciliados, 72 rotíferos, 12 cladóceros y 6 copépodos (Tablas 7 y 8).

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Total</b>
<b>Testacea</b>	20	20	17	19	21	17	16	<b>29</b>
<b>Ciliata</b>	6	7	7	6	11	7	12	<b>16</b>
<b>Rotifera</b>	38	32	41	35	53	44	58	<b>72</b>
<b>Cladocera</b>	8	9	9	8	8	7	7	<b>12</b>
<b>Copepoda</b>	5	6	6	6	6	6	6	<b>6</b>
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>74</b>	<b>80</b>	<b>74</b>	<b>99</b>	<b>81</b>	<b>99</b>	<b>138</b>

**Tabla 7: cantidad de especies registradas a los largo del ciclo anual, en cada una de las estaciones de muestreo.**

Especies	Compuerta	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Centro	Estación 6	Totoral
<b>TESTACEA</b>							
<i>Arcella discoides</i> Ehrb.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>A. hemisphaerica</i> Perty.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>A. hemisphaerica undulata</i> Defl.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrb.) Stein	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>C. econnis</i> (Ehrb.) Leidy.	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Centropyxis hirsuta</i> (Deflandre)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Cyphoderia ampulla</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Diffugia acuminata</i> Ehrb.	♦	♦ ♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. avellana</i> var. <i>gigas</i> Gauthier-Lievre & Th	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. bacillarium</i> Perty	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. corona</i> Wallich	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. curvicaulis</i> Penard	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. elegans</i> Penard	♦	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. fragosa</i> Hempel	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. gramen</i> Penard	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. lanceolata</i> Penard	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. litophila</i> Penard	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. lobostoma</i> Leydi	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>D. mammillaris</i> Penard	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. oblonga</i> Ehrb.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. pyriformis</i> Ehrb.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>D. urceolata</i> Carter	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Diffugia</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>E. tuberculata</i> Perty.	♦	♦	♦ ♦	♦	♦	♦	♦
<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrb.) Perty.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Sexagonaria</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Trinema</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<b>CILIATA</b>							
<i>Codonella cratera</i> (Leidy) Imhof	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Epystilis plicatilis</i> Ehrb.	♦ ♦	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Epystilis</i> sp. 5	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Epystilis</i> (zooide)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Holophrya simplex</i> Ehrb.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Prorodon</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Strombilidium</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Thuricola</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Tintinidium fluviatile</i> Stein.	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Trinema</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Vorticella campanula</i> Ehrb.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub>	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Vorticella</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Zoothamnium</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Telotrocus</i>	♦ ♦ ♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<b>ROTIFERA</b>							
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Ascomorpha</i> sp.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Asplanchna girodi</i> (De Guerne)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Asplanchna brightwelli</i> (Gosse)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. bidentatus bidentatus</i>	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. bidentatus</i> (inermis)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. budapestinensis</i> Daday	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. calyciflorus calyciflorus</i> Pallas	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. calyciflorus amphiceros</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>B. dimidiatus</i> (Bryce)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. havanaensis</i> Rousselet	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. leydigii</i> (Cohn)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. patulus</i> (O.F.M.)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. plicatilis</i> (O.F.M.)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. quadridentatus</i> (Hermanns)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>B. urceolaris</i> O.F.M.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Bdelloidea</i> sp <sub>1</sub>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Bdelloidea</i> sp <sub>2</sub>	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Bdelloidea</i> sp <sub>3</sub>	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Cephalodella</i> sp <sub>2</sub>	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Cephalodella</i> sp <sub>3</sub>	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Cephalodella</i> sp <sub>4</sub>	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Colurella colurus</i> (Ehrb.)	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦

**Tabla 8.: Importancia de especies en las distintas estaciones de muestreo, a lo largo del ciclo anual (♦ = hasta 1 ind/I; ♦♦: hasta 10 ind/I; ♦♦♦ = hasta 100 ind/I; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/I).**

Especies	Compuerta	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Centro	Estación 6	Totoral
<i>C. uncinata</i> (O.F.M.)							
<i>Conochilus uniconis</i> Rousselet	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Conochilus</i> sp.			♦ ♦				
<i>Dicranophorus</i> sp.		♦			♦	♦	♦
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrb.	♦						
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrb.)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦ ♦ ♦
<i>Filinia</i> sp.					♦		♦
<i>Gastropus</i> sp.	♦		♦		♦	♦	♦
<i>Hexarthra fennica</i> (Levander)	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Keratella americana</i> Carlin	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>K. cochlearis</i> (Gosse)	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> (Gosse)	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> f. <i>micracantha</i> (Laute)	♦ ♦	♦ ♦	♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>K. lenzi</i> (Hauer)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>K. tropica</i> (Apstein) una espina caudal	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>K. tropica</i> (Apstein) dos espinas caudales	♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>K. tropica</i> (Apstein) sin espinas caudales	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>L. bulla</i> (Gosse)	♦				♦		♦
<i>L. closteroerca</i> Schmarda	♦	♦	♦		♦		♦
<i>L. decipiens</i> (Murray)	♦	♦					
<i>L. hamata</i> (Stokes)					♦		♦
<i>L. hastata</i> (Murray)	♦	♦	♦		♦		♦
<i>L. inermis</i> (Bryce)					♦		
<i>L. luna</i> (O.F.M.)						♦	♦
<i>L. lunaris</i> (Ehrb.)			♦		♦		♦
<i>L. nana</i> (Murray)							♦
<i>Leane (h) sympoda</i> Hauer.						♦	
<i>L. ovalis</i> (O.F.M.)	♦	♦	♦		♦		♦ ♦
<i>L. patella</i> (O.F.M.)	♦			♦	♦		♦ ♦
<i>Monommata aequalis</i> (Ehrb.)					♦		♦
<i>Mytilina mucronata</i> (O.F.M.)			♦				
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrb.)		♦	♦	♦		♦	♦ ♦
<i>N. squamula</i> (O.F.M.)	♦	♦			♦		♦
<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrb.)	♦				♦		♦
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Phompholyx sulcata</i> (Hudson)	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Proales</i> sp.	♦		♦	♦	♦		♦
<i>Proalides</i> sp.	♦	♦ ♦	♦		♦	♦	♦ ♦
<i>Synchaeta</i> sp.	♦ ♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦	♦	♦	♦ ♦ ♦
<i>Testudinella patina</i> (Hermann)	♦	♦	♦		♦		♦
<i>Trichocerca</i> sp. 2			♦		♦		♦
<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof)					♦		♦
<i>T. pusilla</i> (Lauterborn)	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦		♦ ♦	♦	♦ ♦ ♦
<i>T. stylata</i> (Gosse)			♦		♦		♦ ♦
<b>CLADOCERA</b>							
<i>Alona glabra</i> Sars.			♦				
<i>Alona rectengula</i> Sars.	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Bosmina huaronensis</i> Delachaux	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
<i>Ceriodaphnia</i> cfr. <i>dubia</i>	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Chydorus</i> sp.						♦	
<i>Daphnia spiunulata</i> (Birabén)		♦	♦	♦	♦		♦
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek.	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Leydigia leydigii</i> Daday.					♦		♦
<i>Macrotrix</i> sp.			♦	♦			♦
<i>Moina micrura</i> Kurz.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦
<i>Pseudochydorus</i> sp.	♦						
<i>Simocephalus daphniodes</i> Herrick		♦					
<b>COPEPODA</b>							
Nauplii	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
Copepodito cyclopoideo	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦	♦ ♦ ♦
Copepodito calanoideo	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
Copepodito harpacticoideo	♦		♦		♦		♦
<i>Acanthocyclops michaelsoni</i> (Mrázek).	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦ ♦
<i>A. robustus</i> (Sars).		♦	♦		♦		♦ ♦
<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski).	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
<i>Microcyclops anceps</i> (Richard).					♦		
<i>Notodiaptomus incompositus</i> (Brian).	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦	♦ ♦
copépodo harpacticoideo		♦	♦	♦	♦	♦	

Tabla 8. (continuación).

## 2.2. Abundancia zooplanctónica.

### 2.2.1 Importancia absoluta y persistencia de las especies.

Teniendo en cuenta la presencia de las especies a lo largo del año (Tabla 9), puede observarse que las amebas testáceas tuvieron una gran importancia en el ciclo anual, con varias especies siempre presentes (*C. aculeata*, *C. ecornis*, *D. gramen*, *D. lobostoma* y *E. tuberculata*) y otras que faltaron sólo en una ocasión de muestreo (*A. discoides*, *A. hemiesphaerica*, *C. ampulla* y *D. acuminata*). Puntualmente, *D. lobostoma* se destacó por su abundancia numérica en los primeros meses de primavera (224 ind/l en octubre de 2002).

La importancia cuantitativa de los ciliados recayó en las dos especies perennes: *C. cratera* (895 ind/l en mayo de 2003) y *T. fluviatile* (175 ind/l en septiembre de 2002).

Los rotíferos tuvieron varias especies que se hicieron presentes durante todo el ciclo anual. Ellas fueron *B. calyciflorus*, *B. caudatus*, *K. americana*, *K. coclearis* (que registró 265 ind/l en septiembre de 2002), *K. tropica*, *P. vulgaris* (con 341 ind/l en marzo) y *P. sulcata*, además de una especie no determinada de bdeloideo. Las especies que no estuvieron ausentes más que un mes (*F. longiseta* y *L. ovalis*) no mostraron gran importancia numérica. Existieron también especies de rotíferos cuya presencia mostró cierta estacionalidad, como *H. fennica* (presente en primavera~verano), *T. pusilla* y, *T. stylata* (con mayor abundancia en verano), y *N. acuminata* y *N. squamula* (restringidas a invierno).

Entre los cladóceros, la única especie perenne fue *B. huaronensis*, con cierta importancia en primavera.

Entre los copépodos, las larvas nauplii y los copepoditos calanoideos



tuvieron la mayor importancia numérica. Estas formas, junto con los adultos de las especies *A. robustus* y *M. mendocinus* estuvieron presentes en todos l año. Loa copépodos calanoideos (adults y copepoditos) perdieron mucha importancia en relación al ciclo anual comprendido entre septiembre de 1997 y agosto de.

Especies		ago-02	sep-02	oct-02	nov-02	dic-02	ene-03	feb-03	mar-03	abr-03	may-03	jun-03	jul-03	meses
Tentaculata	<i>Arcella discoides</i> Ehrb.	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦	♦	11
	<i>A. hemisphaerica</i> Perty.	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦	♦	11
	<i>A. hemisphaerica undulata</i> Defl.	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦	♦	9
	<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrb.) Stein	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>C. eornis</i> (Ehrb.) Leidy.	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>Centropyxis gauthieri</i> (Thomas)							♦						1
	<i>Centropyxis hirsuta</i> (Deflandre)											♦		1
	<i>Centropyxis marsupiformis</i> (Wallich) Deflandre								♦					1
	<i>Cyphoderia ampulla</i> (Ehrb.)		♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	<i>Diffugia acuminata</i> Ehrb.	♦		♦	♦♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	<i>D. avellana</i> var. <i>gigas</i> Gauthier-Lievre & Thomas							♦		♦				2
	<i>D. bacillarum</i> Perty							♦						1
	<i>D. corona</i> Wallich											♦		2
	<i>D. curvicaulis</i> Penard							♦	♦	♦		♦	♦	6
	<i>D. elegans</i> Penard	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦			♦	♦	♦	8
	<i>D. fragosa</i> Hempel											♦		1
	<i>D. gramen</i> Penard	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>D. lanceolata</i> Penard				♦♦	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	8
	<i>D. litophila</i> Penard							♦		♦		♦		2
	<i>D. lobostoma</i> Leydi	♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>D. mammillaris</i> Penard								♦	♦	♦	♦	♦	5
	<i>D. oblonga</i> Ehrb.							♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	6
	<i>D. pyriformis</i> Ehrb.			♦♦	♦♦					♦♦	♦	♦♦	♦	3
	<i>D. urceolata</i> Carter				♦	♦		♦						2
	<i>Diffugia</i> sp.								♦		♦			2
	<i>Epaxella</i> sp.													0
	<i>E. tuberculata</i> Perty.	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦	♦	12
	<i>Euglypha acanthophora</i> (Ehrb.) Perty.				♦	♦	♦	♦	♦♦	♦	♦	♦	♦	9
	Heliozoos													0
	<i>Sexagonaria</i> sp.	♦												1
	<i>Trinema</i> sp.													0
Ciliata	<i>Acinetia</i> sp.													0
	<i>Askenasia</i>													0
	<i>Aspidisca</i>													0
	<i>Chilodonella</i> sp.													0
	<i>Codonella cratera</i> (Leidy) Imhof	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	12
	<i>Coleps</i> sp.													0
	<i>Colpidium colpoda</i> (Ehrb.)													0
	<i>Didinium</i> sp.													0
	<i>Euplotes</i> sp.													0
	<i>Epystilis plicatilis</i> Ehrb.	♦♦		♦	♦	♦	♦	♦	♦				♦	8
	<i>Epystilis</i> sp. 1													0
	<i>Epystilis</i> sp. 2	♦												1
	<i>Epystilis</i> sp. 3													0
	<i>Epystilis</i> sp. 4													0
	<i>Epystilis</i> sp. 5	♦	♦		♦									3
	<i>Epystilis</i> (zooid)	♦				♦	♦♦	♦	♦	♦	♦		♦	9
	<i>Halteria grandinella</i> (Müller) Dujardin.													0
	<i>Hemiophrys</i> sp.													0
	<i>Holophrys simplex</i> Ehrb.		♦			♦								2
	<i>Litonotus</i> sp.													0
	<i>Metopus</i> sp.													0
	<i>Nassula</i> sp.													0
	<i>Paramecium bursaria</i> Ehrb.													0
	<i>P. caudatum</i> Ehrb.													0
	<i>Prorodon</i> sp.					♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	8
	<i>Pyxicola</i> sp.													0
	<i>Spirostomum ambiguum</i> Ehrb.													0
	<i>Stentor roselli</i> Ehrb.	♦												1
	<i>Strombilidium</i> sp.									♦				1
	<i>Thuricola</i> sp.						♦							1
	<i>Tintinidium fluviatile</i> Stein.	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>Tokophrys</i> sp.													0
	<i>Trichodina</i> sp.													0
	<i>Trinema</i> sp.			♦										1
	<i>Urocentrum</i> sp.													0
	<i>Vaginicola</i> sp.													0
	<i>Vorticella campanula</i> Ehrb.	♦♦		♦♦	♦	♦		♦	♦		♦	♦♦	♦	9
	<i>Vorticella</i> sp. 1	♦	♦											2
	<i>Vorticella</i> sp. 1		♦	♦♦							♦			3
	<i>Zoothamnium</i> sp.													0
	<i>Telotrocus</i>	♦	♦	♦♦	♦			♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	10

**Tabla 9: Importancia relativa de las especies presentes en toda la laguna, a lo largo del ciclo anual (♦ = hasta 1 ind/l; ♦♦: hasta 10 ind/l; ♦♦♦ = hasta 100 ind/l; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/l).**

Especies		ago-02	sep-02	oct-02	nov-02	dic-02	ene-03	feb-03	mar-03	abr-03	may-03	jun-03	jul-03	meses
Rotifera	<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse)													5
	<i>Ascomorpha</i> sp.													0
	<i>Asplanchna girodi</i> (De Guerne)	♦♦♦												9
	<i>Asplanchna brightwelli</i> (Gosse)													10
	<i>Brachionus angularis</i> Gosse													9
	<i>B. bidentatus bidentatus</i>													2
	<i>B. bidentatus</i> (inermis)													1
	<i>B. budapestinensis</i> Daday													4
	<i>B. calyciflorus calyciflorus</i> Pallas		♦♦♦		♦♦♦		♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦		♦	12
	<i>B. calyciflorus amphiceros</i> (Ehrb.)													2
	<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday		♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	12
	<i>B. dimidiatus</i> (Bryce)													4
	<i>B. havanaensis</i> Rousselet													5
	<i>B. leydigii</i> (Cohn)													3
	<i>B. patulus</i> (O.F.M.)													3
	<i>B. plicatilis</i> (O.F.M.)													5
	<i>B. pterodinoideus</i> (Rousselet)													0
	<i>B. quadridentatus</i> (Hermanns)		♦♦	♦♦										9
	<i>B. urceolaris</i> O.F.M.						♦♦♦							2
	<i>Bdelloidea</i> sp <sub>1</sub>		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>Bdelloidea</i> sp <sub>2</sub>													9
	<i>Bdelloidea</i> sp <sub>3</sub>													1
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>1</sub>													0
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>2</sub>							♦♦						8
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>3</sub>							♦♦						5
	<i>Cephalodella</i> sp <sub>4</sub>		♦♦											7
	<i>Colurella colurus</i> (Ehrb.)													1
	<i>C. uncinata</i> (O.F.M.)													3
	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet			♦♦♦		♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦				9
	<i>Conochilus</i> sp.			♦♦										1
	<i>Dicranophorus</i> sp.													2
	<i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse)													0
	<i>Encentrum</i> sp.													1
	<i>Euchlanis</i> sp.													0
	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrb.													1
	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrb.)		♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦					11
	<i>Filinia</i> sp.													2
	<i>Gastropus</i> sp.													7
	<i>Flosculareaceo</i>													0
	<i>Hexarthra fennica</i> (Levander)		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦					8
	<i>Keratella americana</i> Carlin	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦					12
	<i>K. cochlearis</i> (Gosse)		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦					11
	<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> (Gosse)		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> f. <i>micracantha</i> (Lauterborn)													6
	<i>K. lenzi</i> (Hauer)		♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦					9
	<i>K. tropica</i> (Apstein) una espina caudal	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>K. tropica</i> (Apstein) dos espinas caudales	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>K. tropica</i> (Apstein) sin espinas caudales			♦♦			♦♦	♦♦						8
	<i>K. serrulata</i> f. <i>curvicornis</i> (Rylov)													1
	<i>Lecane arcuata</i> Harring.													0
	<i>L. bulla</i> (Gosse)													8
	<i>L. clara</i> (Bryce)													0
	<i>L. closteroerca</i> Schmarda													7
	<i>L. curvicornis</i> (Murray)													0
	<i>L. decipiens</i> (Murray)													0
	<i>L. elsa</i> Hauer													1
	<i>L. hamata</i> (Stokes)													3
	<i>L. hastata</i> (Murray)													3
	<i>L. hornemanni</i> (Ehrb.)													0
	<i>L. inermis</i> (Bryce)													1
	<i>L. ludwigii</i> (Eckstein)													0
	<i>L. luna</i> (O.F.M.)													3
	<i>L. lunaris</i> (Ehrb.)													4
	<i>L. nana</i> (Murray)													1
	<i>L. pyriformis</i> (Daday)													0
	<i>L. quadridentata</i> (Ehrb.)													0
	<i>L. rhenana</i> Hauer.													0
	<i>L. rutneri</i> Hauer.													0
	<i>L. signifera</i> (Jennings)													0
	<i>Leane (h) symppoda</i> Hauer.													0

**Tabla 9 (continuación): Importancia relativa de las especies presentes en toda la laguna, a lo largo del ciclo anual (♦ = hasta 1 ind/I; ♦♦: hasta 10 ind/I; ♦♦♦ = hasta 100 ind/I; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/I).**

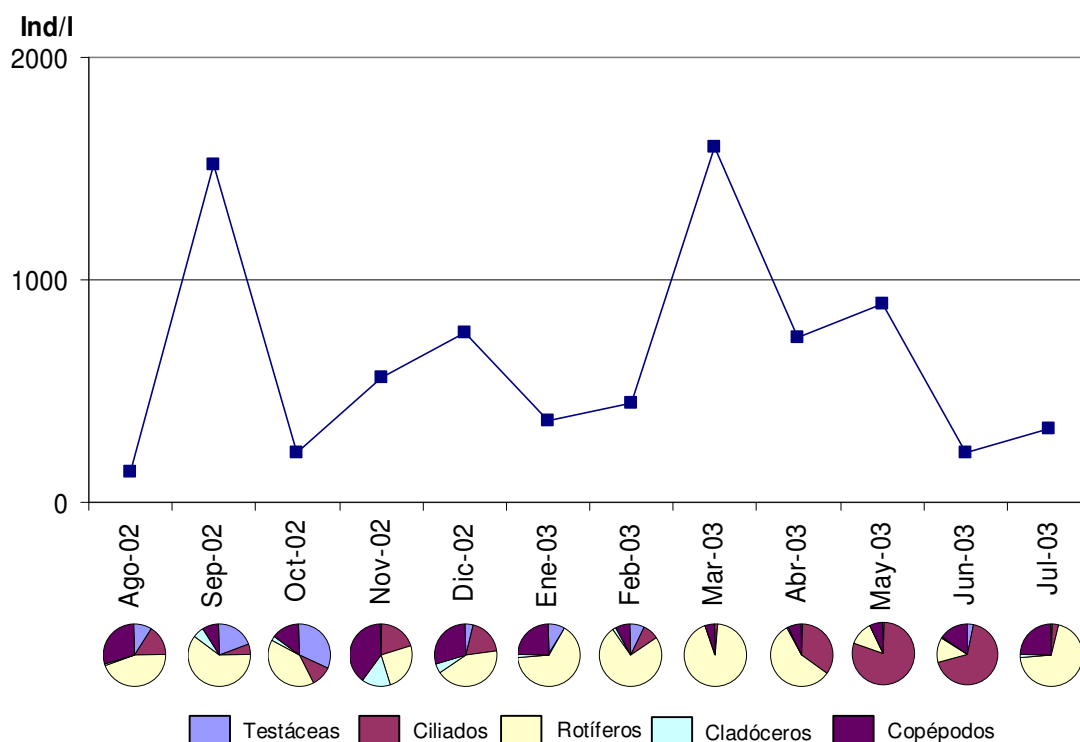
Especies		ago-02	sep-02	oct-02	nov-02	dic-02	ene-03	feb-03	mar-03	abr-03	may-03	jun-03	jul-03	meses
Rotífera (cont.)	<i>Lepadella acuminata</i> (Ehrb.)													0
	<i>L. ovalis</i> (O.F.M.)	♦	♦	♦	♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦		♦	♦	11
	<i>L. patella</i> (O.F.M.)		♦	♦				♦♦				♦		3
	<i>Limnias</i> sp.													0
	<i>Lophocaris salpina</i> (Ehrb.)													0
	<i>Monommata aequalis</i> (Ehrb.)							♦	♦					2
	<i>Mytilina mucronata</i> (O.F.M.)			♦										1
	<i>M. ventralis ventralis</i> (Ehrb.)													0
	<i>M. videns</i> (Levander)													0
	<i>Notholca acuminata</i> (Ehrb.)	♦	♦								♦♦	♦♦	♦♦	5
	<i>N. squamula</i> (O.F.M.)	♦												2
	<i>Notommata</i> sp.											♦		0
	<i>Platyas quadricornis</i> (Ehrb.)	♦	♦											2
	<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦♦	12
	<i>Phompholyx sulcata</i> (Hudson)	♦♦	♦♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>Proales</i> sp.													3
	<i>Proalides</i> sp.	♦												8
	<i>Ptygura</i> sp.								♦♦	♦♦				0
	<i>Synchaeta</i> sp.	♦	♦						♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	7
	<i>Taphrocampa</i> sp.													0
	<i>Testudinella patina</i> (Hermann)	♦	♦	♦							♦	♦	♦	6
	<i>Trichocerca</i> sp. <sub>2</sub>		♦	♦			♦♦					♦	♦	5
	<i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof)	♦						♦♦		♦				4
	<i>T. elongata</i> Gosse.													0
	<i>T. pusilla</i> (Lauterborn)			♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦	10
	<i>T. tigris</i> (O.F.M.)													0
	<i>T. stylata</i> (Gosse)	♦			♦	♦	♦♦	♦♦	♦	♦♦	♦	♦	♦	10
	<i>Trichocerca</i> sp. <sub>1</sub>										♦			1
	<i>Trichocerca</i> sp. <sub>3</sub>													0
	<i>Trichotria pocillum</i> (O.F.M.)													0
	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrb.)													0
Cladocera	<i>Alona guttata</i> Sars.													0
	<i>Alona glabra</i> Sars.				♦							♦	♦	3
	<i>Alona rectengula</i> Sars.									♦				2
	<i>Bosmina huaronensis</i> Delachaux	♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>B. longirostris</i>													0
	<i>Ceriodaphnia</i> ctr. <i>dubia</i>	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦	♦			♦	♦	10
	<i>Chydorus</i> sp.													1
	<i>Daphnia spiunulata</i> (Birabén)	♦	♦			♦						♦		5
	<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek.	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦					8
	<i>Ilyocryptus</i> sp.													0
	<i>Leydigia leydigii</i> Daday.	♦	♦								♦	♦	♦	6
	<i>Macrotrix</i> sp.			♦						♦	♦	♦	♦	7
	<i>Moina micrura</i> Kurz.				♦♦	♦♦	♦	♦	♦					5
Copepoda	<i>Pseudochydorus</i> sp.													0
	<i>Pleuroxus</i> sp.													0
	<i>Simoccephalus daphniodes</i> Herrick			♦	♦									2
	Nauplii	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	♦♦♦	12
	Copepodito cyclopoideo	♦♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	Copepodito calanoideo	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	11
	Copepodito harpacticoideo													2
	<i>Notodiaptomus incompositus</i> (Brian).	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦				♦	9
	<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski).													0
	<i>Microcyclops anceps</i> (Richard).		♦											1
Copepoda	<i>Acanthocyclops michaelsoni</i> (Mrázek).	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦	♦	♦♦	♦	♦	♦		♦	11
	<i>A. robustus</i> (Sars).			♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	♦	12
	<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski).	♦	♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	♦♦	12
	<i>Microcyclops anceps</i> (Richard).		♦											6
	copépodo harpacticoideo			♦	♦									6

**Tabla 9 (continuación): Importancia relativa de las especies presentes en toda la laguna, a lo largo del ciclo anual (♦ = hasta 1 ind/l; ♦♦: hasta 10 ind/l; ♦♦♦ = hasta 100 ind/l; ♦♦♦♦ = más de 100 ind/l).**

## 2.2.2. Abundancia en escala horizontal.

### 2.2.2.1. Estación 1.

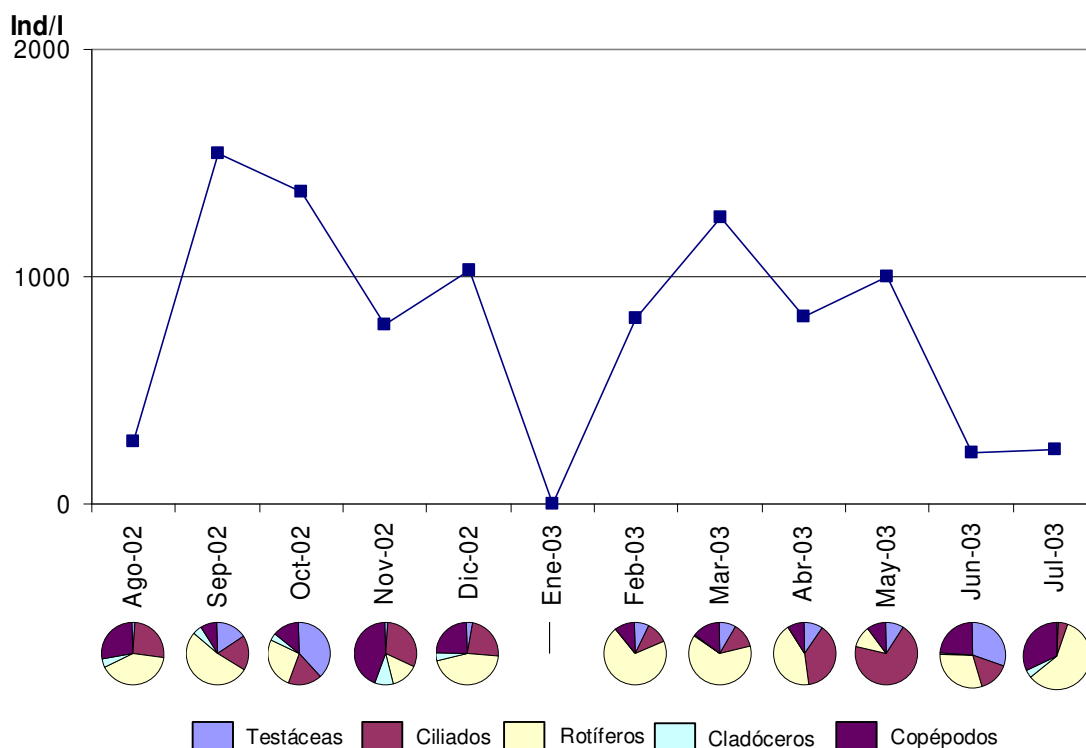
En términos de abundancia numérica, en la estación 1 (Fig. 84) existió una alternancia en la dominancia de los grandes grupos, siendo los rotíferos el grupo más importante, que alcanzó valores relativamente elevados en septiembre de 2002 (912 ind/l, con importantes aportes de *K. americana*, *K. tropica* y *P. sulcata*) y marzo de 2003 (1489 ind/l gracias al aporte determinante de *P. vulgaris*). Las testáceas alcanzaron su valor máximo junto con el primero de los máximos de rotíferos (septiembre de 2002, con 306 ind/l con la determinante participación de *D. lobostoma*) y los ciliados predominaron en mayo y junio de 2003 (712 ind/l en mayo), principalmente representados por *C. cratera*.



**Fig. 84: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 1.**

**2.2.2.2. Estación 2.**

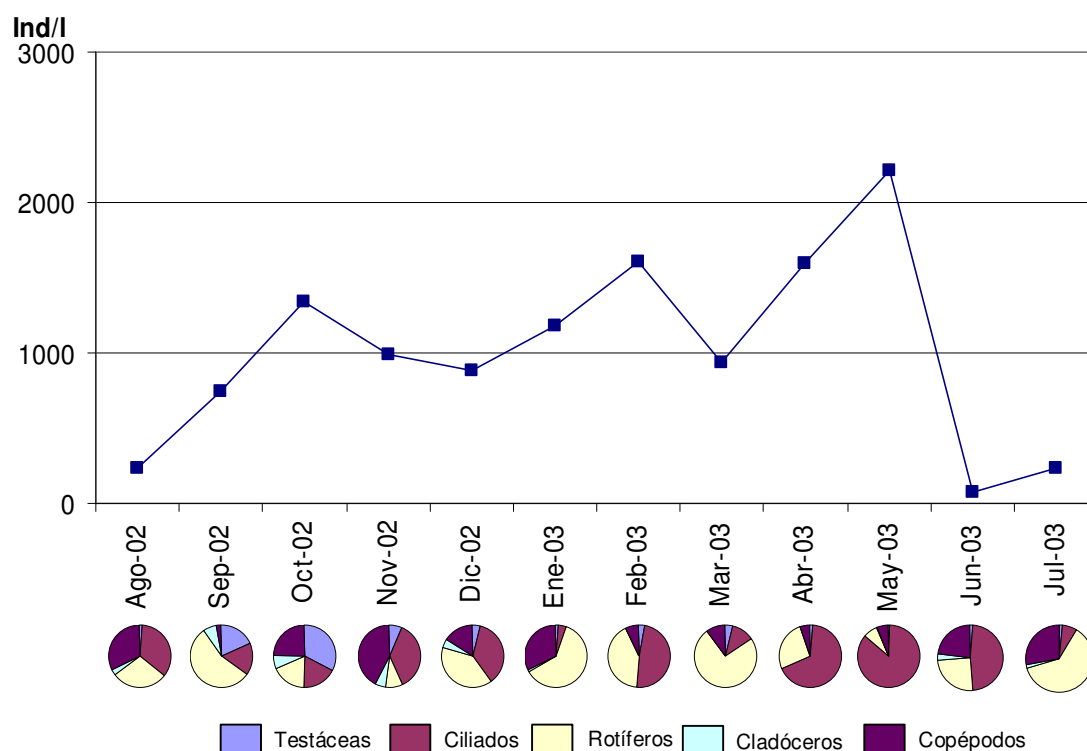
En la estación 2 (Fig. 85), los rotíferos exhibieron los dos picos: el de septiembre de 2002 (813 ind/l con el aporte de *K. cochlearis*, *B. caudatus* y *P. sulcata*) y el de marzo de 2003 (790 ind/l, destacándose *B. caudatus*, *P. sulcata* y *P. vulgaris*). Deben destacarse también los valores de densidad alcanzados por las testáceas en septiembre de 2002 (249 ind/l) y en octubre de 2002 (519 ind/l), todo ello por el aporte decisivo de *D. lobostoma*) y el pico que exhibieron los ciliados en mayo de 2003 (686 ind/l, casi absolutamente representados por *C. cratera* )



**Fig. 85: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 2.**

**2.2.2.3. Estación 3.**

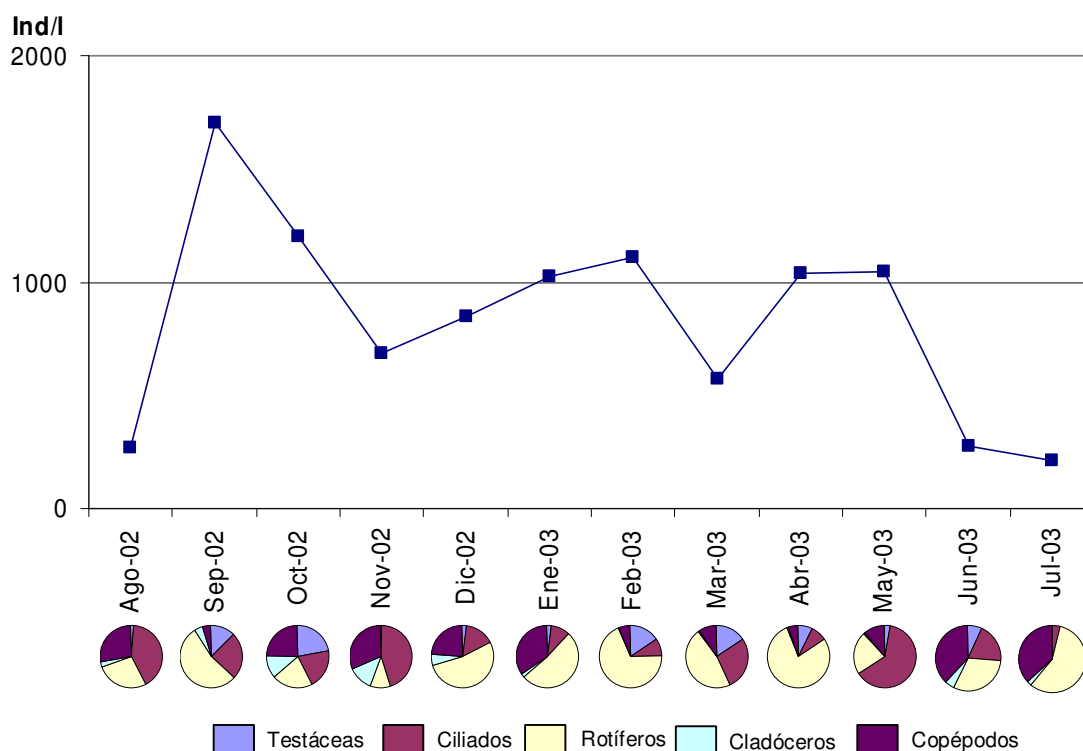
En la estación 3 (Fig. 86), se acentuó la tendencia al aumento en las densidades de ciliados que se observaba en la estación anterior, y que abarcaba desde el inicio del muestreo hasta mayo de 2003. Dicho grupo alcanza, en este último mes, una densidad de 1887 ind/l, siempre gracias al decisivo aporte de *C. cratera*. En esta estación, los rotíferos registraron sus máximas densidades en verano (que rondan los 700 ind/l, con la participación de *K. tropica* y *H. fennica*, en enero; *P. vulgaris* y *K. americana*, en febrero y *P. vulgaris* en marzo).



**Fig. 86: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 3.**

**2.2.2.4. Estación 4.**

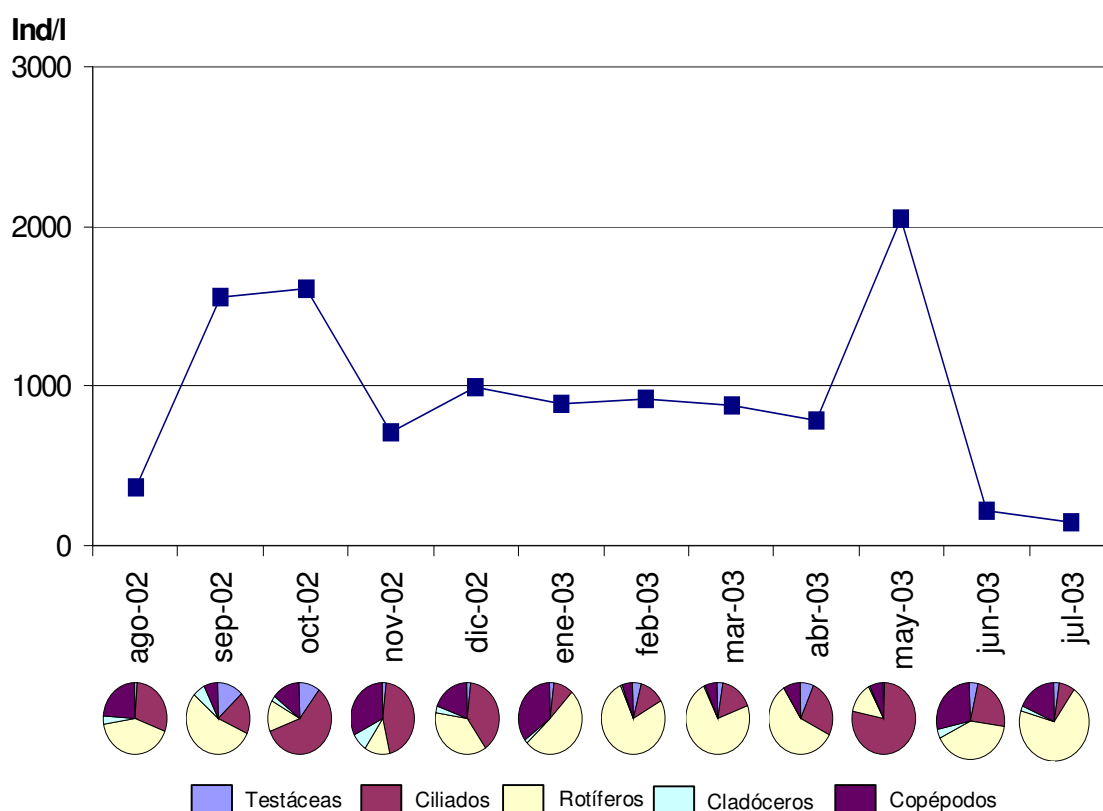
En la estación 4 (Fig. 87), además de los altos valores de verano, los rotíferos mostraron un pico importante en septiembre de 2002 (922 ind/l, representados por *K. cochlearis*, *K. tropica* y *P. sulcata*). Los ciliados (*C. cratera*) se destacaron en mayo de 2003 (654 ind/l) mientras que las tecamebas (*D. lobostoma*) tuvieron su máximo en octubre (265 ind/l). Por su parte, durante la primavera y el principio del verano (octubre a enero) el incremento de las larvas nauplii de copépodos llevaron a este grupo a sus valores máximos, que oscilaron entre 200 y 360 ind/l.



**Fig. 87: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 4.**

### 2.2.2.5. Estación 5.

Para visualizar la variación horizontal, se presentan en este punto (y en la Fig. 88) los resultados de la estación 5 en forma de valores medios que provienen de los cinco niveles del perfil vertical que se desarrolló y que se describen en detalle más adelante. Aquí, los ciliados y los rotíferos se alternaron en la dominancia de la abundancia numérica zooplanctónica. Los ciliados mostraron un primer máximo en octubre de 2002 (933 ind/l) si bien dominaron también en noviembre. El máximo absoluto de este grupo, coincidente con los del resto de las estaciones, se observó en mayo (1573 ind/l), ambos sustentados casi exclusivamente por *C. cratera*. Por su parte, los rotíferos mostraron una tendencia muy similar a la observada para la estación 3, alcanzando 852 ind/l en septiembre (*K. cochlearis*), 702 en enero (*K. tropica*) y 645 en febrero (*H. fennica* y *P. vulgaris*).

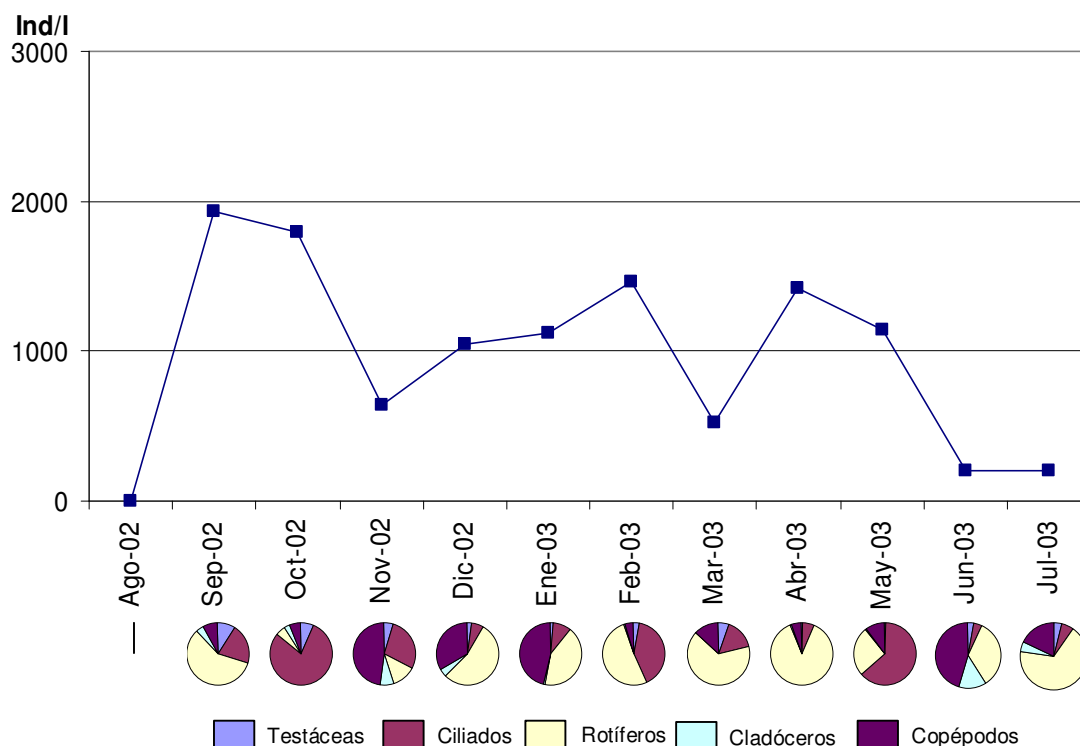


**Fig. 88: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 5.**



**2.2.2.6. Estación 6.**

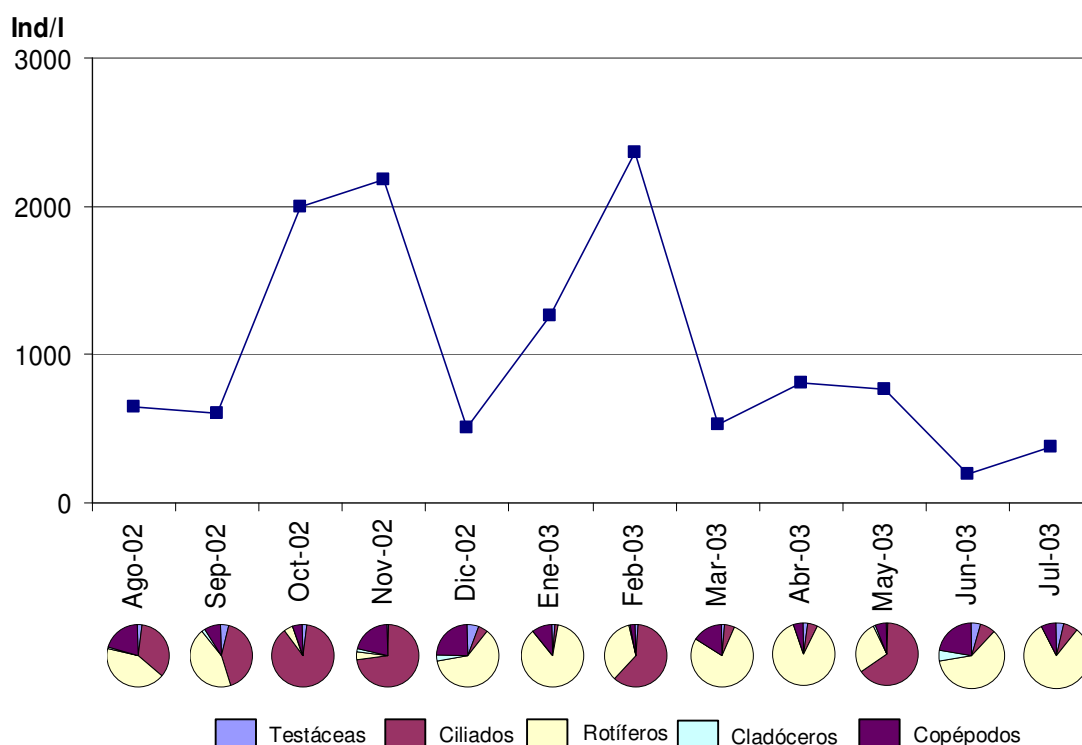
En la estación 6, ilustrada en la Fig. 89, se observaron alternancias en la dominancia semejantes a las descritas para las estaciones precedentes. Los ciliados mantuvieron dominancia, si bien se invirtió la importancia de los picos de densidad (1413 ind/l en octubre y 705 ind/l en mayo, siempre con *C. cratera* como especie dominante). Los rotíferos prevalecieron en importancia numérica en septiembre (1123 ind/l, *K. cochlearis*, *P. sulcata*) y durante el verano, retrasándose el momento de mayor dominancia, que en las estaciones anteriores había sido observado en marzo, hasta abril (1236 ind/l, *K. cochlearis*, *P. vulgaris*).



**Fig. 89: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 6.**

**2.2.2.7. Estación 7.**

En el sector de la laguna más próximo al arroyo El Totoral (estación 7), que se muestra en la figura 90, la situación que se observó fue contrastante respecto del panorama observado en el resto de las estaciones, dado que se incrementó la importancia de los ciliados, que llegaron a predominar numéricamente en el zooplancton en cuatro de los meses, y en forma particularmente marcada en octubre de 2002 (1664 ind/l, representados principalmente por *C. cratera*) y noviembre de ese año (1322 ind/l representados principalmente por *C. cratera*, pero con aporte relativamente importante de *T. fluviatile*). Los rotíferos tuvieron su momento de máximo crecimiento durante la primera fase del verano (enero, 1083 ind/l, con el aporte de varias especies, siendo la más importante, *K. tropica*).

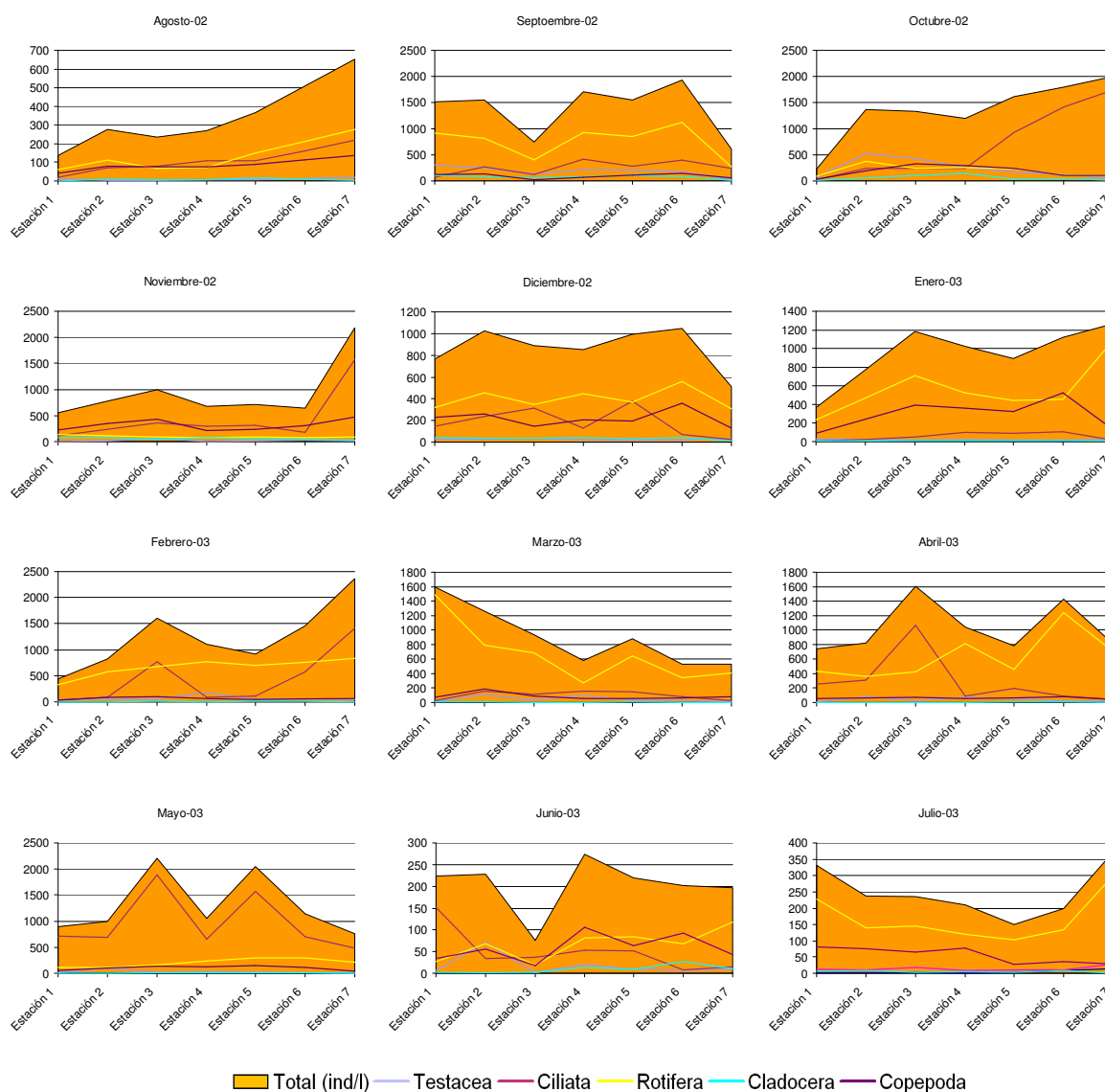


**Fig. 90: Variación en la abundancia numérica de cada grupo a lo largo del año en la Estación 7.**

### 2.2.3. Variación horizontal de la abundancia numérica del zooplancton.

Como se ve en la figura 91, la densidad numérica fue heterogénea en dimensión horizontal pero sin una tendencia definida.

Por lo general, los meses en que alguno de los grupos ejerció marcada dominancia, lo hizo en toda la extensión de la laguna. Una marcada excepción a esto se observó en abril de 2003, momento en que se registró un pico de ciliados en la estación 3 (*C. cratera*), y dominancia de rotíferos en el resto de la laguna (*K. cochlearis* y *P. vulgaris*).



**Fig. 91: Variación en la abundancia numérica de cada grupo y del zooplancton total, en dimensión horizontal.**

#### 2.2.4. Abundancia en perfil vertical.

Cuando se observa la abundancia numérica en detalle, en el perfil vertical (Fig. 92), puede apreciarse que las amebas testáceas tienen su momento de mayor abundancia en septiembre y octubre de 2002 (356 y 265 ind/l respectivamente, ambos en el nivel sub superficial) por el aporte de *D. lobostoma*. En los meses siguientes la densidad de este grupo se ve muy disminuida, y en abril sólo alcanza los 139 ind/l, momento en que se encuentra principalmente representado por *D. lobostoma* y *D. gramen*.

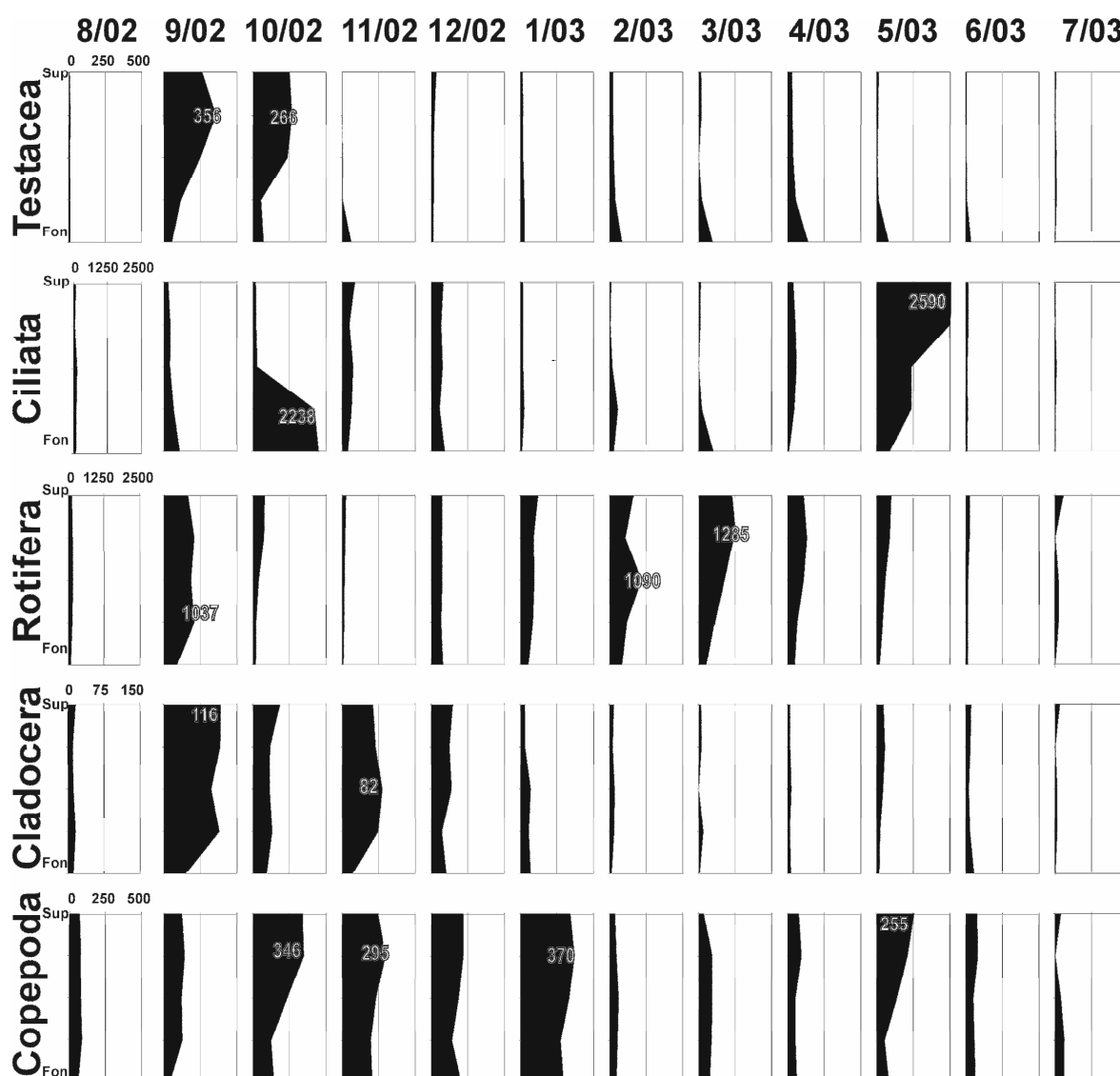
Los ciliados mostraron dos picos de abundancia. En octubre de 2002, en los niveles más profundos de la columna, alcanzaron 2238 ind/l gracias al aporte de *C. cratera* y en mayo de 2003 la misma especie determinó, en los niveles superficiales, el máximo absoluto de los ciliados (2589 ind/l).

En cuanto a los rotíferos, se observaron dos momentos de gran abundancia: el primero tuvo lugar en septiembre de 2002 (con aproximadamente 1000 ind/l en los niveles intermedios de la columna de agua) y en él se destacaron *K. cochlearis*, *K. tropica* y *P. sulcata*; el segundo abarcó febrero (1090 ind/l en el nivel central) y marzo de 2003 (1285 ind/l en el nivel subsuperficial) y en esta oportunidad se destacó el aporte de *P. vulgaris* y, en menor medida, el de *H. fennica*.

Los cladóceros mostraron las más bajas densidades numéricas entre los grandes grupos zooplanctónicos, pudiendo mencionarse los valores alcanzados en septiembre de 2002, en el nivel superficial (116 ind/l) gracias a *B. huaronensis*. En noviembre de 2002 la participación equitativa de *B. huaronensis*, *C. dubia* y *D. birgei* llevó al grupo a su segundo máximo (82 ind/l en los niveles centrales de la columna de agua).

Los copépodos, mostraron densidades relativamente altas en el período comprendido entre octubre de 2002 y enero de 2003, casi exclusivamente debidas

al aporte de larvas nauplii. Así, se observan valores de 346 y 295 ind/l en los niveles sub superficiales de la columna en octubre y noviembre respectivamente, valores próximos a los 200 ind/l en todo el perfil en diciembre de 2002 y los máximos absolutos para todo el ciclo anual, en enero de 2003, particularmente en el sector sub superficial (370 ind/l). Luego de este período las abundancias de los copépodos decrecen drásticamente, mostrando solamente un valor destacable en los niveles superficiales en mayo de 2003 (255 ind/l) impulsado principalmente por larvas nauplii, pero con el aporte de copepoditos ciclopoideos y adultos de *M. mendocinus*.



**Fig. 92: Perfil vertical de la abundancia numérica para los grandes grupos del zooplancton.**

## **2.3. Biomasa zooplanctónica.**

### **2.3.1. Biomasa en escala horizontal.**

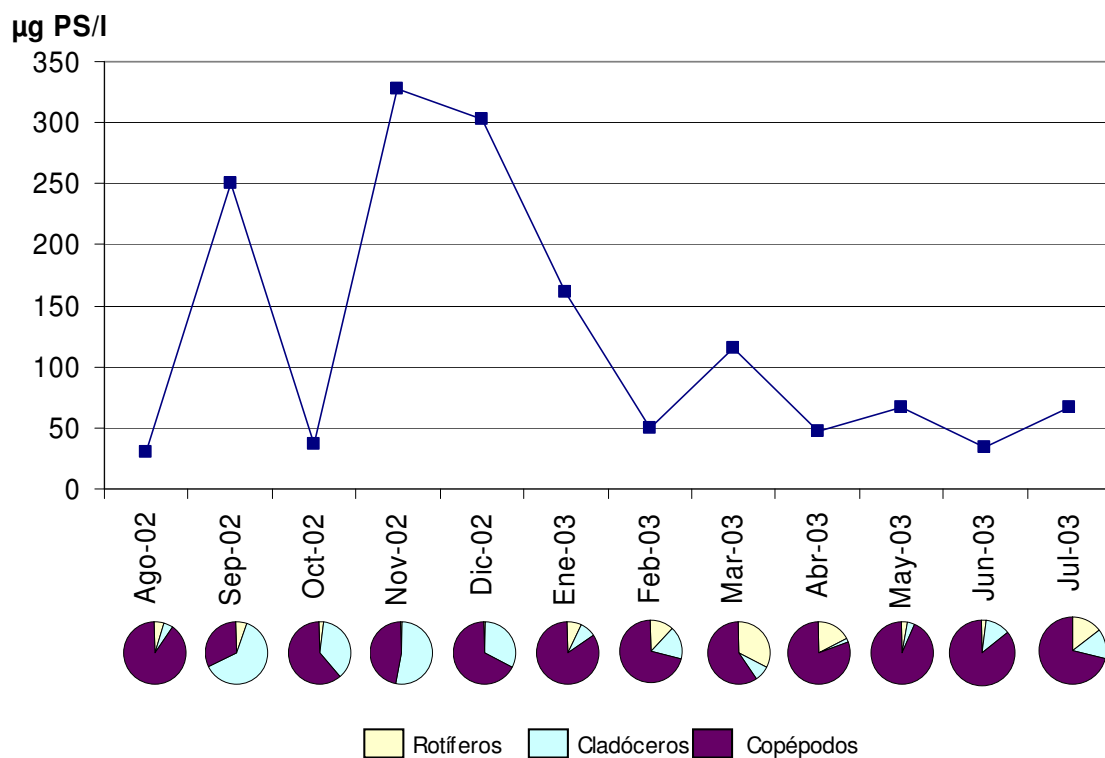
#### **2.3.1.1. Estación 1.**

En líneas generales la biomasa de la comunidad zooplanctónica estuvo dominada por los copépodos, particularmente por el aporte de las larvas nauplii.

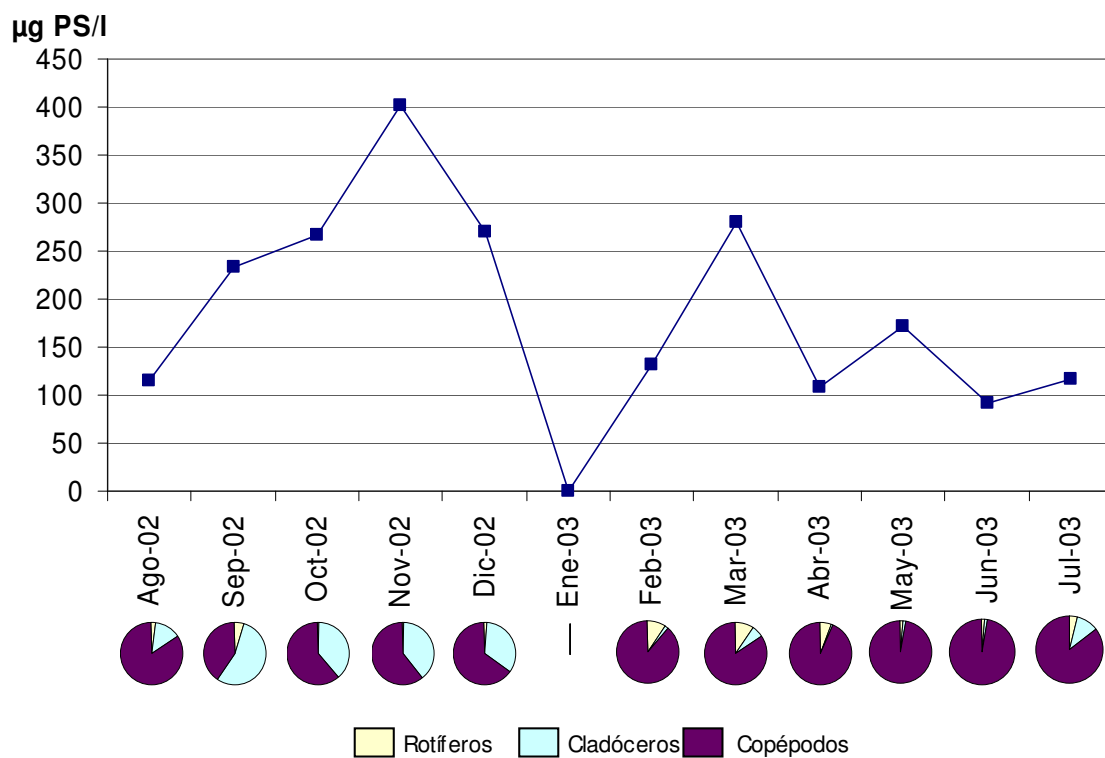
En la estación 1 (Fig. 93) se observaron dos picos de biomasa zooplanctónica total en septiembre de 2002 (250  $\mu\text{g PS/l}$ ) y noviembre y diciembre de 2002 (328  $\mu\text{g PS/l}$ ), que coincidieron con una participación importante de los cladóceros (*B. huaronensis* en septiembre, *C. dubia* en noviembre y *D. birgei* en diciembre). Es de destacar el aporte a la biomasa total zooplanctónica hecho por los rotíferos en marzo de 2003 (33 % del total) gracias a la abundancia de *P. vulgaris*. En el resto de los meses se acentúa la dominancia de los copépodos (que supera el 90 % de la biomasa total zooplanctónica en junio y agosto de 2002 y mayo de 2003) y, si bien es decisivo el aporte de las larvas nauplii, los adultos de *N. incompositus* son muy importantes entre noviembre de 2002 y enero de 2003.

#### **2.3.1.2. Estación 2.**

En la estación 2 (Fig. 94), se observó el máximo valor de biomasa zooplanctónica en noviembre de 2002 (402  $\mu\text{g PS/l}$ ) gracias a la contribución de los copépodos (larvas nauplii y *N. incompositus*) y cladóceros (*D. birgei*), seguido de un descenso y, posteriormente un pico secundario en marzo de 2003 (280 ind/l) momento en que *M. mendocinus* dominó.



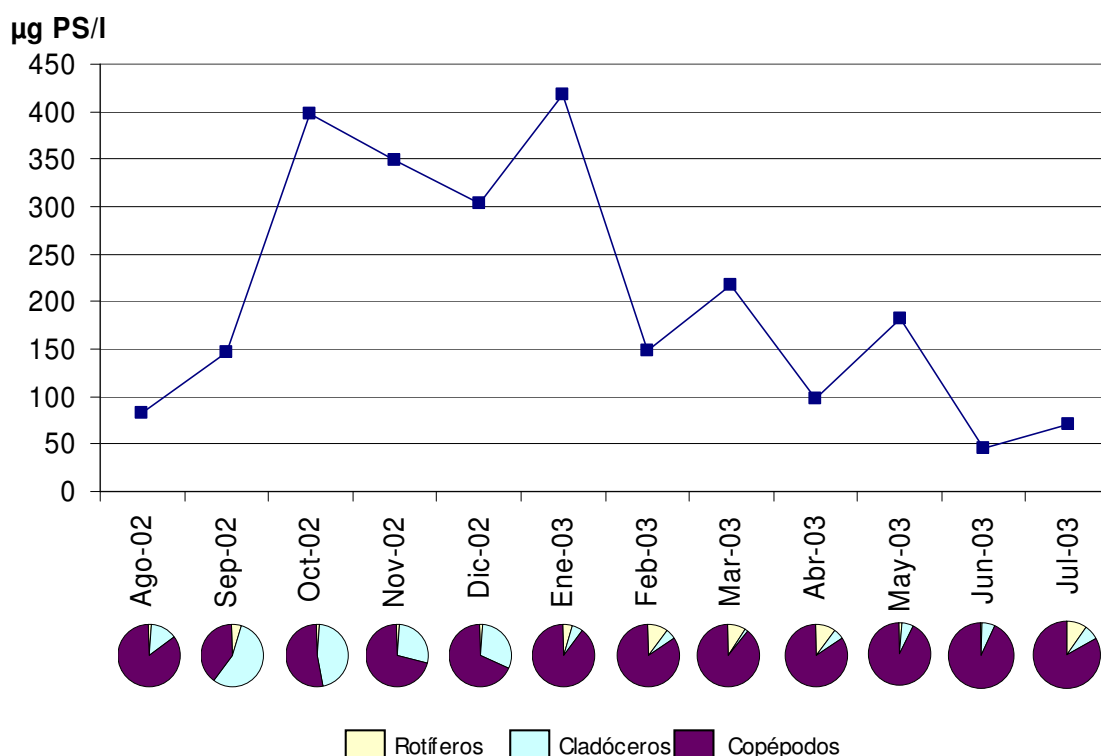
**Fig. 93: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 1.**



**Fig. 94: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 2.**

### 2.3.1.3. Estación 3.

La estación 3 (Fig. 95) mostró con claridad una tendencia que consistió en un rango de valores de biomasa total zooplanctónica muy bajos durante los primeros meses del ciclo anual (entre 50 y 80  $\mu\text{g PS/l}$ ), a lo que le siguió un aumento de casi un orden de magnitud en primavera y verano temprano. Se alcanzaron así 398  $\mu\text{g PS/l}$  en octubre de 2002 (donde abundaron las larvas nauplii, adultos de *N. incompositus*, y *B. huaronensis*,) y 418  $\mu\text{g PS/l}$  en enero de 2003 (momento en que se destacaron larvas nauplii y adultos de *M. mendocinus*). Finalmente, durante verano tardío los valores de biomasa descendieron y, si bien lo hicieron con ciertas fluctuaciones (ver gráfico), terminaron estabilizándose en torno a los valores registrados en los primeros meses del ciclo anual (junio~julio de 2003).

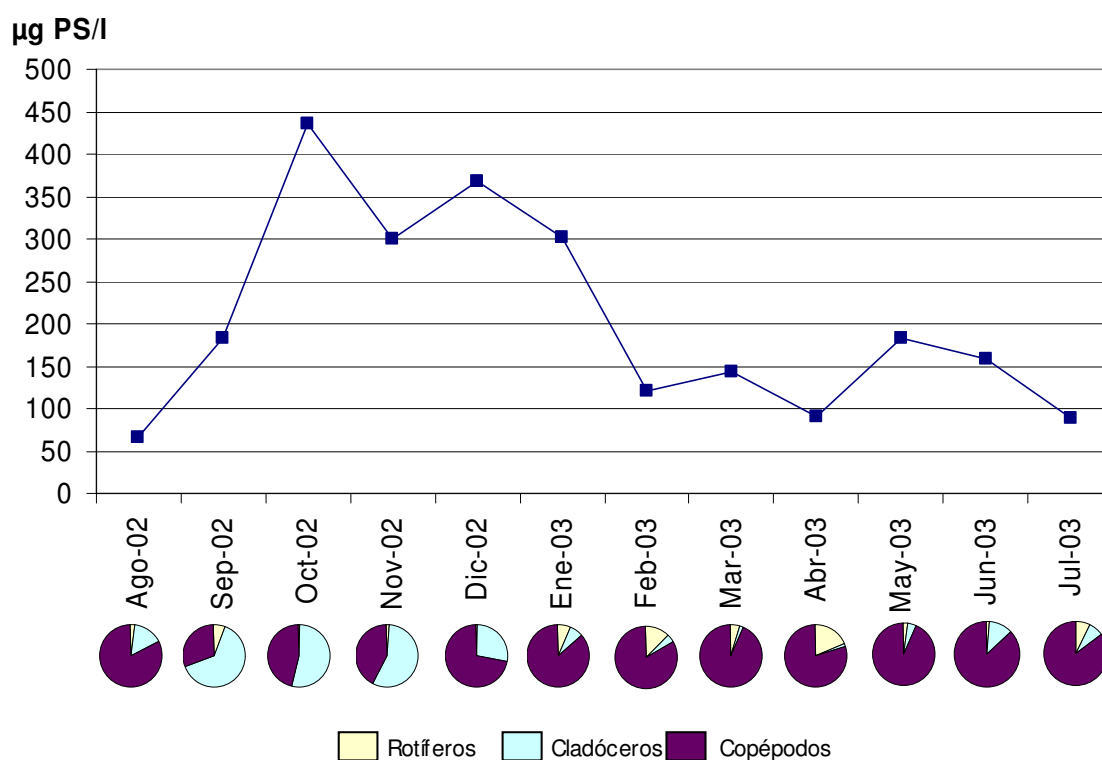


**Fig. 95: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 3.**



**2.3.1.4. Estación 4.**

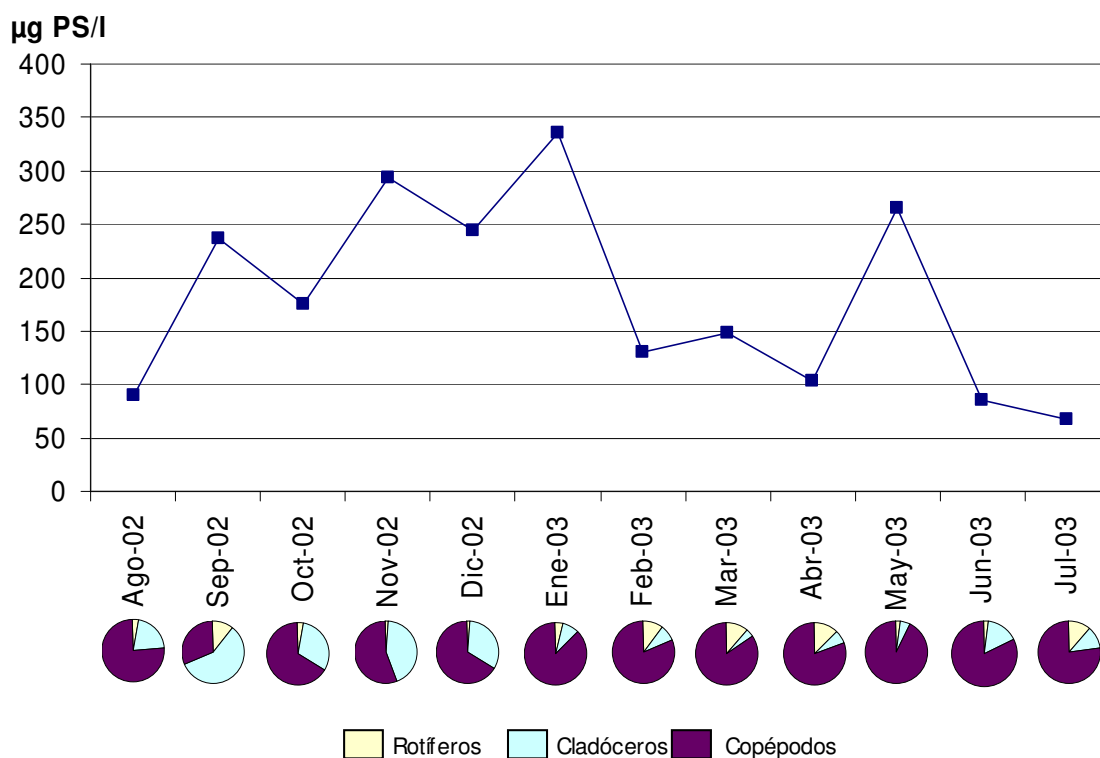
En la Estación 4 (Fig. 96) se observaron tendencias muy similares a las vistas para el anterior sitio de muestreo, existiendo un valor máximo de biomasa zooplanctónica de 300  $\mu\text{g PS/l}$  en octubre de 2002, momento en que las larvas nauplii dominaron entre los copépodos, y *B. huaronensis* fue dominante entre los cladóceros. En este momento, ambos grupos de crustáceos tuvieron una importancia equilibrada.



**Fig. 96: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 4.**

**2.3.1.5. Estación 5.**

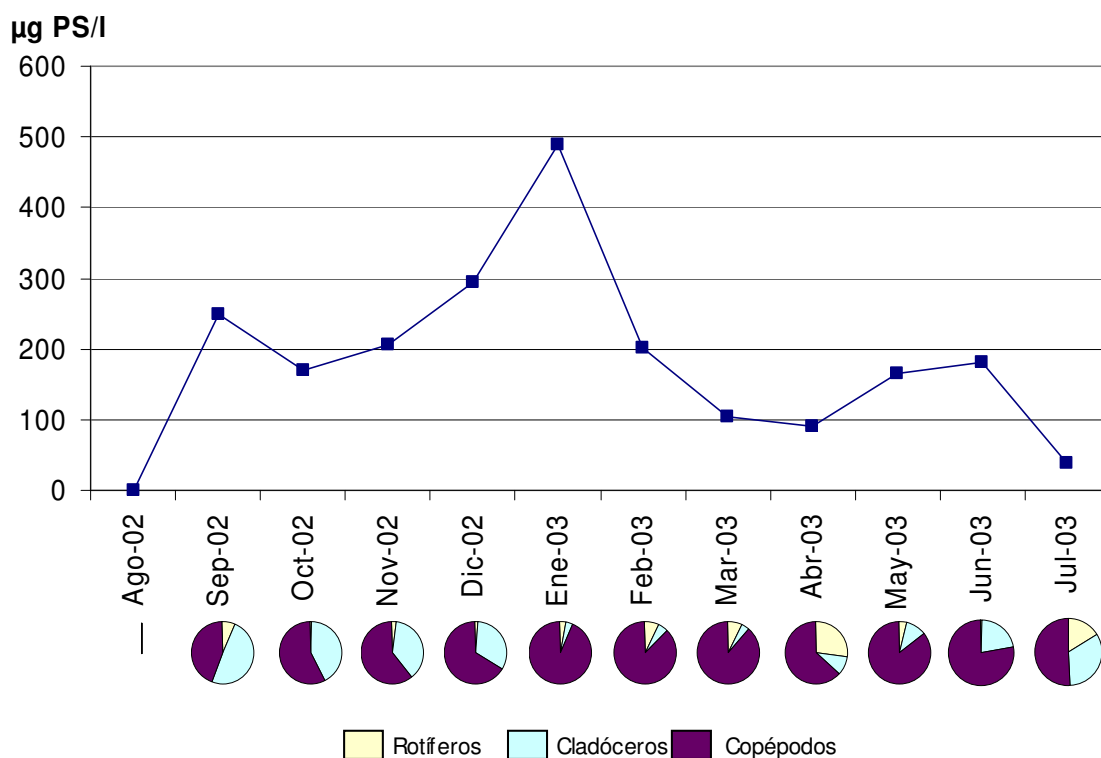
En el sector más profundo de la laguna (Fig. 97) la tendencia descrita para las dos estaciones anteriores se encuentra enmascarada por una fuerte fluctuación. Sin embargo, puede observarse un incremento de la biomasa total zooplanctónica que se extiende desde agosto de 2002 hasta enero de 2003. En este último mes se verifica el pico máximo de biomasa total zooplanctónica para esta estación, que alcanza los 336  $\mu\text{g PS/l}$ , gracias a la contribución de los copépodos, entre los que se destacan las larvas nauplii y, en menor medida, adultos de *M. mendocinus* y *N. incompositus*.



**Fig. 97: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 5.**

### 2.3.1.6. Estación 6.

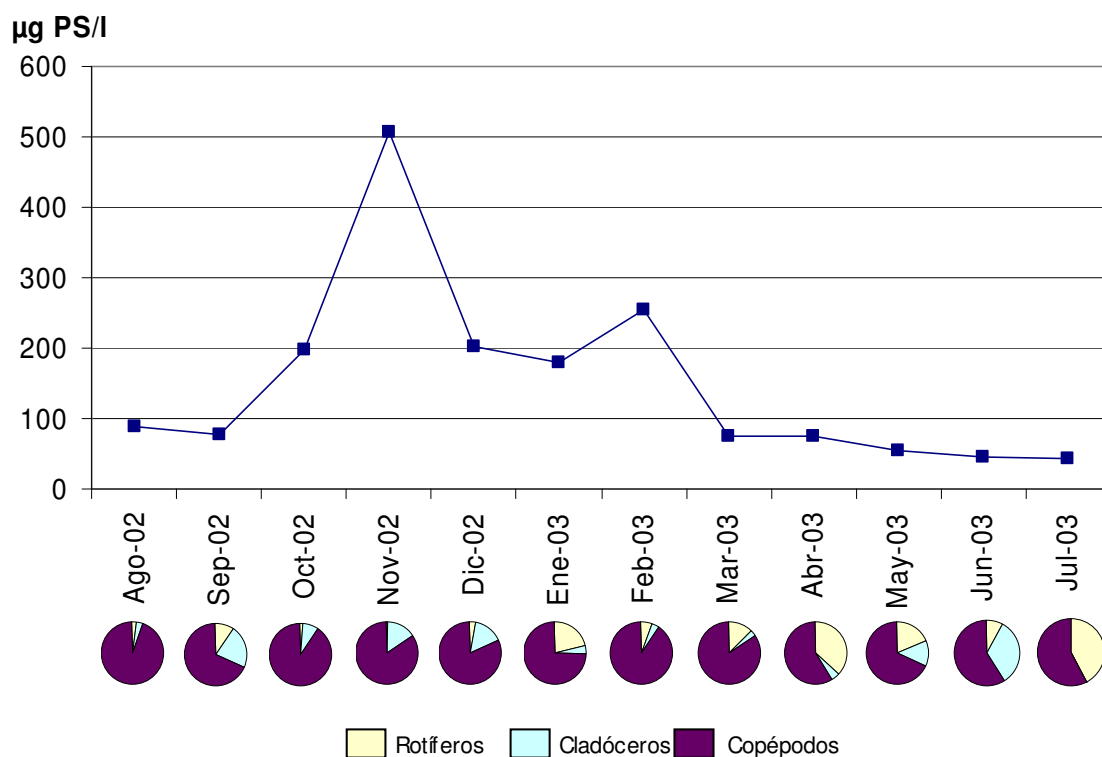
En la estación 6 (Fig. 98) nuevamente se aprecia la tendencia mencionada: el aumento entre el inicio del ciclo anual y el verano temprano y el posterior descenso hacia el invierno de 2003. El máximo de biomasa en este sitio se registró en enero de 2003, momento en que la alcanzó 488  $\mu\text{g PS/l}$ . En este mes la dominancia estuvo ejercida por los copépodos, destacándose las mismas especies que dominaron en otros sectores de la laguna en igual período (larvas nauplii, *M. mendocinus* y *N. incompositus*) pero comparativamente con mayor importancia de los copepoditos ciclopoideos..



**Fig. 98: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 6.**

**2.3.1.7. Estación 7.**

En el sitio de muestreo adyacente al arroyo El Totoral (Fig. 99) se observó una baja biomasa inicial seguida de un máximo en noviembre (506  $\mu\text{g PS/l}$ ) generado por los mismos copépodos que dominaron toda la extensión de la laguna durante esos meses (larvas nauplii, *N. incompositus* y *M. mendocinus*). Hacia los meses finales de muestreo, la biomasa total zooplanctónica descendió para estabilizarse en torno a los 40  $\mu\text{g PS/l}$ .



**Fig. 99: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en la Estación 7.**

### 2.3.2. Variación horizontal de la abundancia biomasa zooplanctónica.

Como puede verse en la figura 100, la biomasa zooplanctónica fue heterogénea en dimensión horizontal. Las tendencias de variación en este sentido no fueron claras, aunque hubo momentos (como en marzo y julio de 2003) en que la biomasa decreció desde las adyacencias de Las Perdices (estación 1) hasta las proximidades del Totoral (estación 7) y momentos en que ocurrió lo inverso (febrero de 2003).



**Fig. 100: Variación en la biomasa ( $\mu\text{gPS/l}$ ) de cada grupo y del zooplancton total, en dimensión horizontal.**

La biomasa zooplanctónica total estuvo representada en su mayoría por copépodos, que contribuyeron con larvas y adultos (ítems 2.3.1.1 ~ 2.3.1.7). El resto de los grupos tuvo poca incidencia, a excepción de los cladóceros cuyo aporte fue importante en primavera.

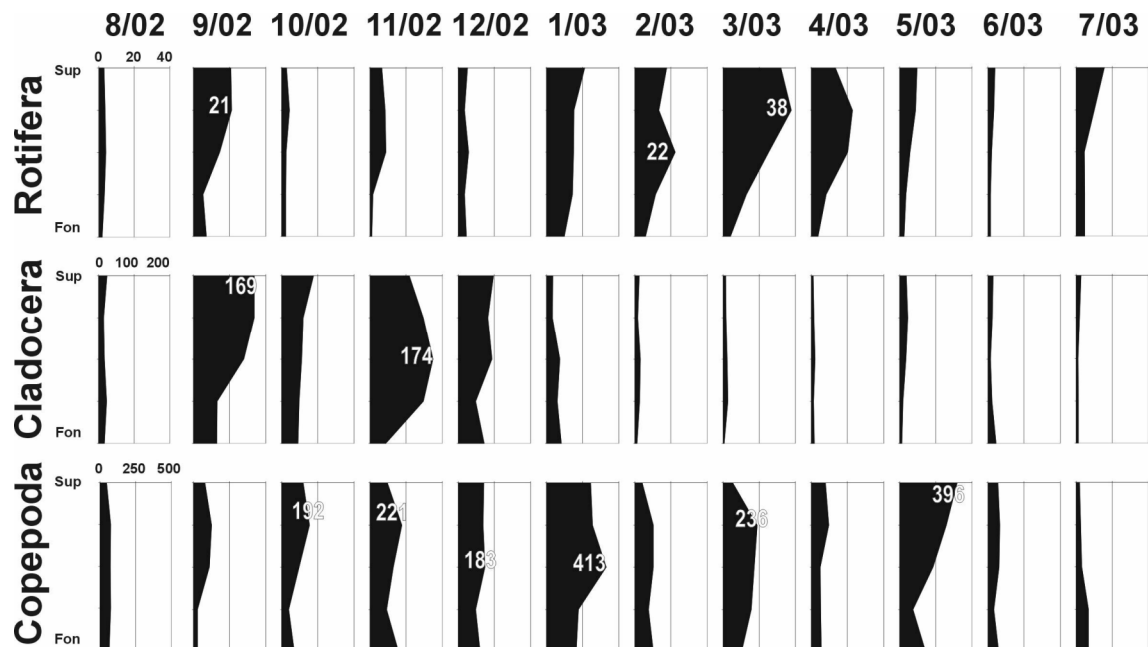
### **2.3.3 Biomasa en perfil vertical.**

El detalle del perfil vertical efectuado en la estación 5 (Fig. 101) muestra, para los rotíferos, una serie de picos de densidad de biomasa que, a lo largo del año, que tuvieron lugar en los niveles superficiales o medios de la columna de agua pero no en los profundos. Así, en septiembre de 2002 la biomasa de rotíferos llegó a 22  $\mu\text{g PS/l}$  gracias a la dominancia de *B. caudatus* y *B. calyciflorus*. Luego de una serie de valores bajos correspondientes a primavera, en verano se registró una recuperación en la biomasa de rotíferos, alcanzando el máximo absoluto (38  $\mu\text{g PS/l}$ ) en marzo de 2003, en los niveles sub superficiales, debido al aporte de *P. vulgaris*.

Para los cladóceros, se registraron dos picos de importancia semejante en septiembre de 2002, en superficie (169  $\mu\text{g /l}$ , principalmente debido al aporte de *B. huaronensis*) y noviembre de 2002 en el centro de la columna de agua (174  $\mu\text{g PS/l}$ , representados por *D. birgei*, *C. dubia*, *B. huaronensis* y *M. micrura*).

En cuanto a los copépodos, parece existir una tendencia a la presencia de picos de biomasa más superficiales en primavera y otoño y más profundos en verano. De este modo, en noviembre y diciembre de 2002 existieron valores subsuperficiales de 192 y 221  $\mu\text{g PS/l}$  aportados principalmente por larvas nauplii de copépodo y adultos de *N. incompositus*. En enero de 2003 se registró el pico absoluto para la biomasa de copépodos (413  $\mu\text{g PS/l}$  en el nivel central de la columna de agua) en el cual los adultos de *N. incompositus* tuvieron una

participación dominante, secundada por larvas nauplii y adultos de *M. mendocinus*. Finalmente, en mayo de 2003 se registraron valores de 395  $\mu\text{g PS/l}$  en superficie, gracias a la participación dominante de adultos de *M. mendocinus*.



**Fig.101: Variación en la biomasa de cada grupo a lo largo del año en el perfil vertical desarrollado en la estación 5.**

## **2.4. Hábitos de vida predominantes.**

### **2.4.1. Sector adyacente a la compuerta (Estación 1).**

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 102 a (riqueza específica) y 102, b (abundancia numérica)

Los rotíferos de hábitos planctónicos fueron los organismos que más aportaron a la riqueza específica en este sector de la laguna registrándose también especies no planctónicas de amebas testáceas y rotíferos.

En el aspecto de la abundancia numérica la dominancia también estuvo ejercida por los rotíferos planctónicos casi todo el ciclo anual, a excepción de mayo, en que dominaron los ciliados planctónicos. Los organismos de hábitos no planctónicos estuvieron en muy bajas densidades y sólo puede destacarse la participación de las amebas testáceas bentónicas en septiembre de 2002.

Las amebas testáceas fueron escasas durante todo el ciclo anual. Sólo se destacaron en septiembre (306 ind/l, 20% de la abundancia zooplanctónica total) gracias a la participación de *D. lobostoma* (293 ind/l) cuyo hábito es preponderantemente bentónico. Pese a ello, las condiciones de la laguna (que combinan la someridad con la acción eólica) indican que su presencia numerosa en las muestras de plancton no es de ninguna manera accidental.

Dos especies de ciliados estuvieron presentes 11 de los 12 meses que comprendió en ciclo y si bien generalmente registraron bajas densidades, en ocasiones puntuales adquirieron importancia. Así, *T. fluviatile* fue importante (137 ind/l) en diciembre de 2002, y *C. cratera*, en abril y mayo de 2003 (204 y 474 ind/l respectivamente).

En cuanto a los rotíferos, las formas predominantes en todos este ciclo anual (tanto en abundancia como en riqueza específica) fueron las estrictamente

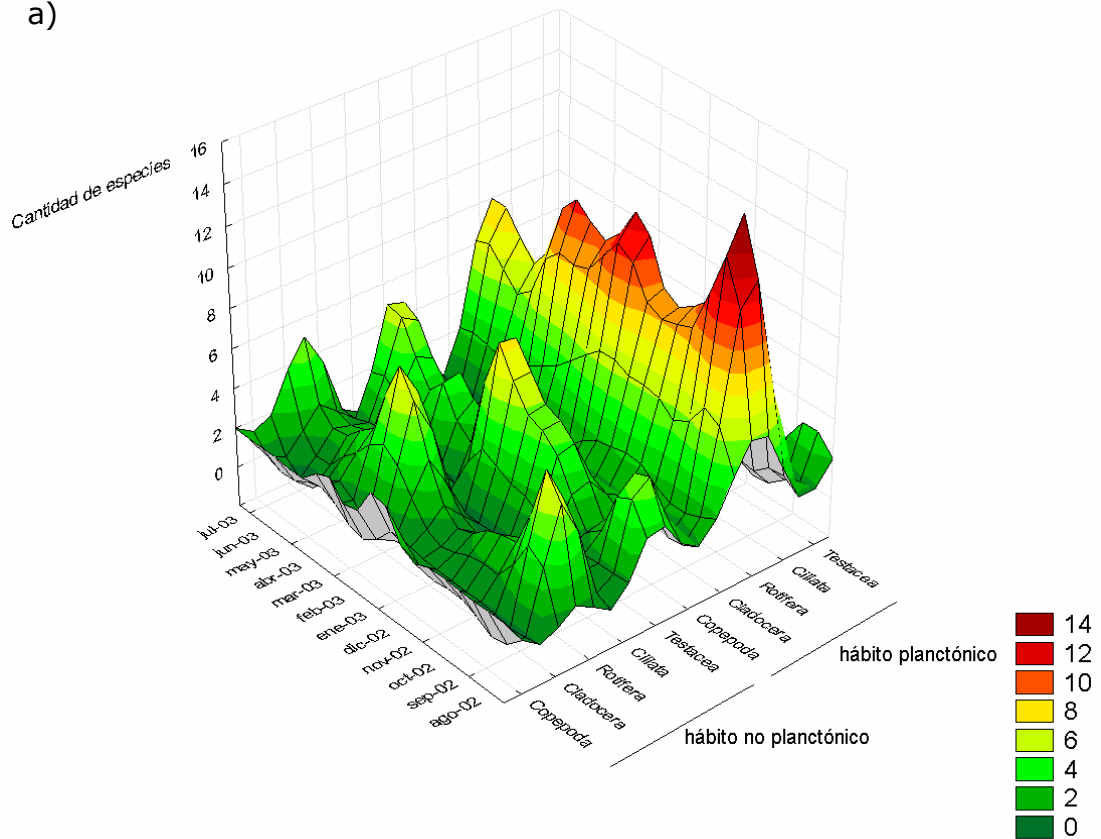


planctónicas. Sólo se registraron dos especies perennes (*K. tropica* y *P. sulcata*) que tuvieron su momento de importancia en septiembre de 2002 (180 y 186 ind/l respectivamente), cuando dominó *K. americana* con 317 ind/l. El máximo de los rotífero en este sitio de muestreo (marzo de 2003, 1489 ind/l) estuvo determinado por el aporte de *P. vulgaris* (1126 ind/l). Entre las especies que mostraron estacionalidad pueden citarse a *B. cayciflorus* y *H. fennica*, durante verano, y a *N. acuminata* y una especie del género *Synchaeta* en el invierno. Ninguna de estas especies alcanzó importancia numérica en este sector de la laguna.

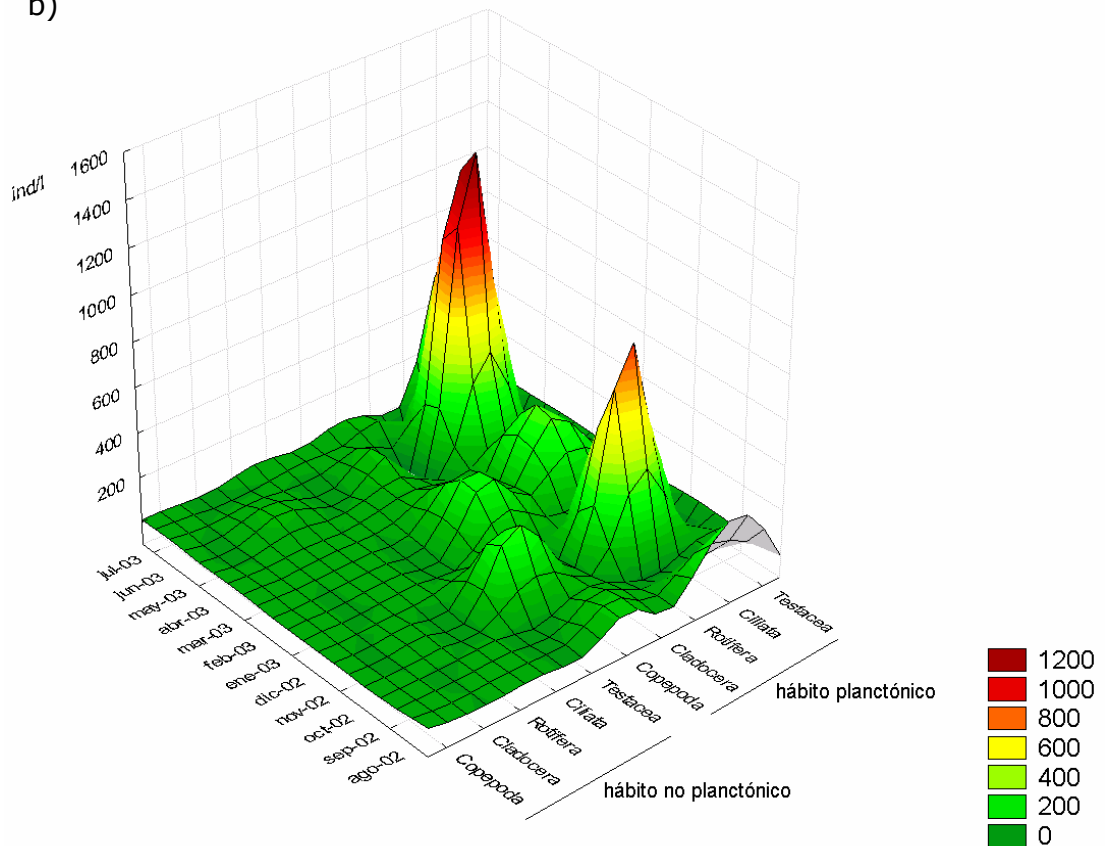
Entre los cladóceros también predominaron caramente las formas planctónicas estrictas. La más abundante fue *B. huaronensis*, única especie perenne (89 ind/l, 127 µg PS/l), que determinó el pico de abundancia y el segundo valor de biomasa de cladóceros en el ciclo anual, para este sitio (100 ind/l, 154 µg PS/l). El máximo de biomasa de cladóceros se registró en noviembre de 2002 (78 ind/l, 169 µg PS/l) por el aporte de *B. huaronensis* (21 ind/l, 30 µg PS/l), *C. dubia* (35 ind/l, 89 µg PS/l) y *D. birgei* (22 ind/l, 49 µg PS/l). *M. micrura* exhibió un comportamiento estacional (presente durante el verano) pero con muy bajas abundancias. Luego de marzo la importancia de los cladóceros decayó notablemente, permaneciendo siempre por debajo de los 10 ind/l.

Los copépodos adultos fueron inconstantes en el tiempo y numéricamente poco abundantes. La única forma adulta perenne fue *M. mendocinus*, pero siempre en bajas densidades (inferiores a 6 ind/l). Los momentos de mayor importancia numérica y de biomasa de los copépodos se alcanzaron en noviembre y diciembre de 2002, cuando la abundancia de larvas nauplii (alrededor de 200 ind/l y de 70 µg PS/l) se complementó con adultos de *N. incompositus* que pese a su baja abundancia numérica (6 ind/l) tuvieron un aporte importante en la biomasa del grupo (70 µg PS/l).

a)



b)



**Fig. 102: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en el sector adyacente a la compuerta.**

### 2.4.2. Estación 2.

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 103 a (riqueza específica) y 103, b (abundancia numérica)

En el aspecto de la riqueza específica se observó que el mayor aporte fue dado por los rotíferos planctónicos. En este panorama se destacó la presencia de un número importante de especies de amebas testáceas consideradas bentónicas en el período comprendido entre marzo y junio de 2003. Los rotíferos planctónicos mostraron los más elevados valores de abundancia numérica en primavera y verano, acompañados por los ciliados planctónicos (primavera y otoño) y las larvas nauplii de copépodos (primavera). Las amebas testáceas de hábito bentónico fueron importantes en septiembre y octubre de 2002.

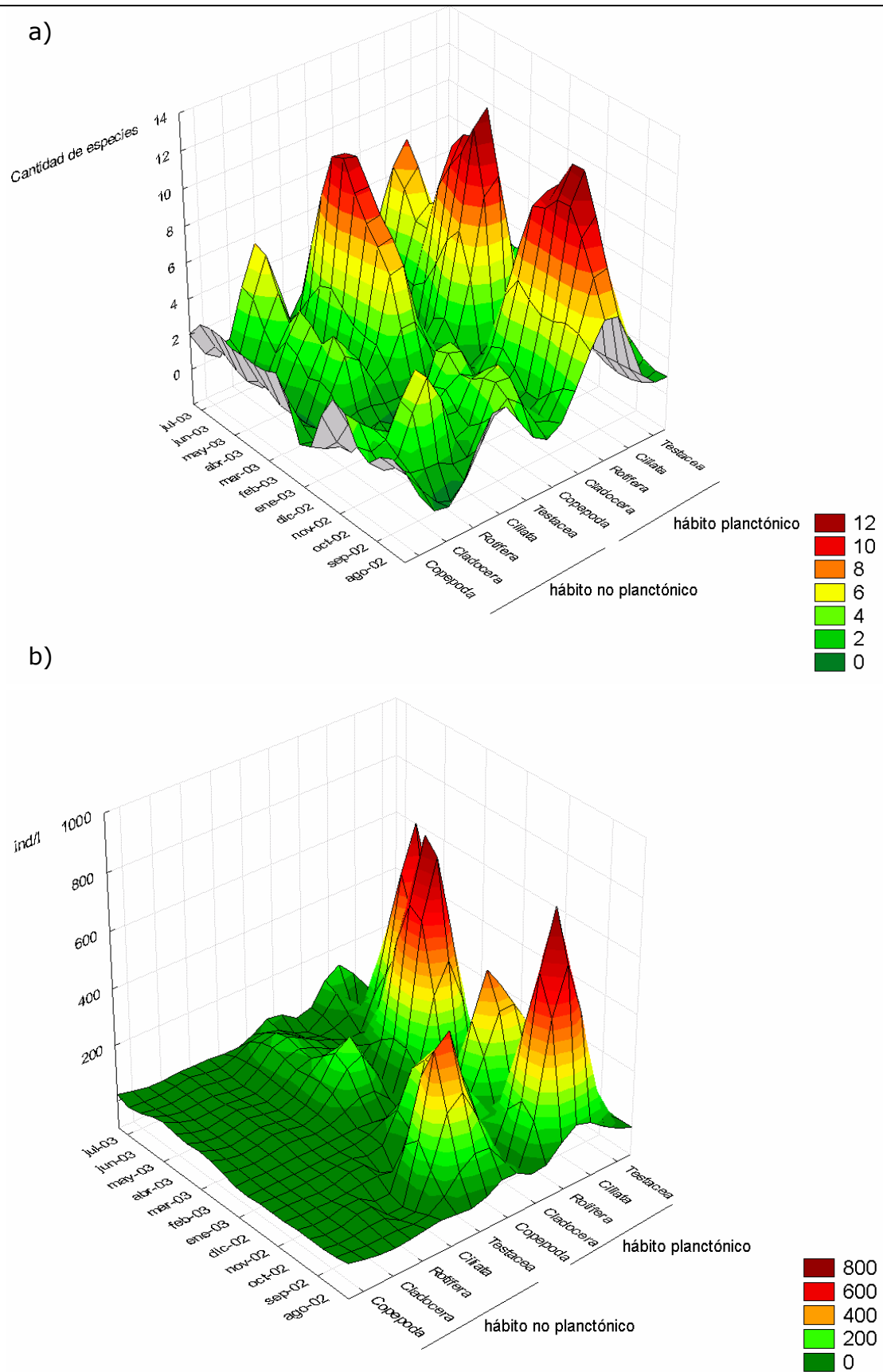
Si bien por momentos las amebas testáceas presentaron una importante riqueza específica (13 especies en abril, de las cuales sólo 3 fueron planctónicas estrictas), no alcanzaron gran importancia numérica a excepción de septiembre (250 ind/l) y octubre de 2002 (520 ind/l), siendo éste último pico de gran importancia proporcional (38% de la abundancia numérica total del zooplancton). En ambos casos, y en concordancia con lo observado para la estación 1, las testáceas estuvieron casi exclusivamente representadas por *D. lobostoma*.

Los ciliados tuvieron varios momentos de importancia. En primavera rondaron los 250 ind/l por el aporte simultáneo de dos especies planctónicas: *C. cratera* (que estuvo presente en todos los meses) y *T. fluviatile*. Hacia diciembre de 2002 la importancia del grupo recayó enteramente sobre *T. fluviatile*. Posteriormente, en abril y mayo, *C. cratera* impulsó un segundo momento de importancia de los ciliados, llegando a registrar en este último mes 674 ind/l que representaron el 98% de la abundancia numérica de los ciliados y el 68% de la abundancia numérica del total del zooplancton.

Los rotíferos, aquí también dominados claramente por formas planctónicas, mostraron tres especies perennes: *K. tropica* (de poca importancia cuantitativa), *P. vulgaris* y *P. sulcata*. En cuanto a las especies de presencia estacional, pueden mencionarse a *B. calyciflorus* y *F. longiseta*, presentes durante primavera y verano, *H. fennica*, presente en verano y una especie del género *Synchaeta* que se registró durante el invierno, hacia finales del período de estudio. La abundancia total de los rotíferos tuvo su valor máximo (814 ind/l) en septiembre de 2002, momento en que contó con aportes relativamente importantes de *K. cochlearis* (320 ind/l), *P. sulcata* (160 ind/l) y *B. calyciflorus* (110 ind/l). Hacia verano tardío hubo una tendencia al aumento de la densidad de rotíferos, que alcanzó su segundo pico en marzo de 2003 (791 ind/l) por el aporte de *B. caudatus* (144 ind/l), *P. sulcata* (130 ind/l) y *P. vulgaris* (110).

Al igual que en la estación 1, el único cladócero perenne fue *B. huaronensis* y el que exhibió un más claro patrón estacional fue *M. micrura*, presente en verano, pero siempre en muy bajas densidades. El momento de mayor importancia del grupo se observó entre septiembre y noviembre de 2002. En el primero de estos meses, el pico en cuestión (82 ind/l, 124 µg PS/l) estuvo dominado por *B. huaronensis* (75 ind/l, 107 µg PS/l) que perdió importancia en los meses siguientes cediendo, hacia noviembre, la dominancia a *D. birgei* (30 ind/l, 68 µg PS/l).

Los copépodos estuvieron dominados numéricamente por las larvas nauplii. Sus picos más elevados coincidieron con la aparición (numéricamente escasa pero dominante en términos de biomasa) de adultos: así, en noviembre de 2002 (348 ind/l, 244 µg /l) se observaron larvas nauplii (328 ind/l, 107 µg PS/l) y de adultos de *N. incompositus* (8 ind/l, 97 µg PS/l) y en marzo de 2003 (189 ind/l, 236 µg PS/l) a las larvas nauplii (151 ind/l, 50 µg PS/l) se les sumó el aporte de adultos de *M. mendocinus* (17 ind/l, 93 µg PS/l) y de *A. robustus* (4 ind/l, 44 µg PS/l).



**Fig. 103: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en la estación 2.**

### 2.4.3. Estación 3.

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 104 a (riqueza específica) y 104, b (abundancia numérica)

La riqueza específica estuvo sustentada en su mayoría por especies de rotíferos de hábito planctónico. Al igual que en los sitios 1 y 2 existió un aporte secundario de especies no planctónicas representadas principalmente por rotíferos (en primavera) y amebas testáceas (la mayor parte del año). En cuanto a la densidad numérica se observó una gran importancia de ciliados planctónicos en primavera y verano, seguidos en por rotíferos del mismo hábito.

Las amebas testáceas fueron escasas y su momento de mayor abundancia (al igual que en las estaciones ya tratadas) se registró entre septiembre y octubre de 2002, llegando en este último caso a 433 ind/l (32% de la abundancia zooplanctónica total) por el aporte de *D. lobostoma* (418 ind/l).

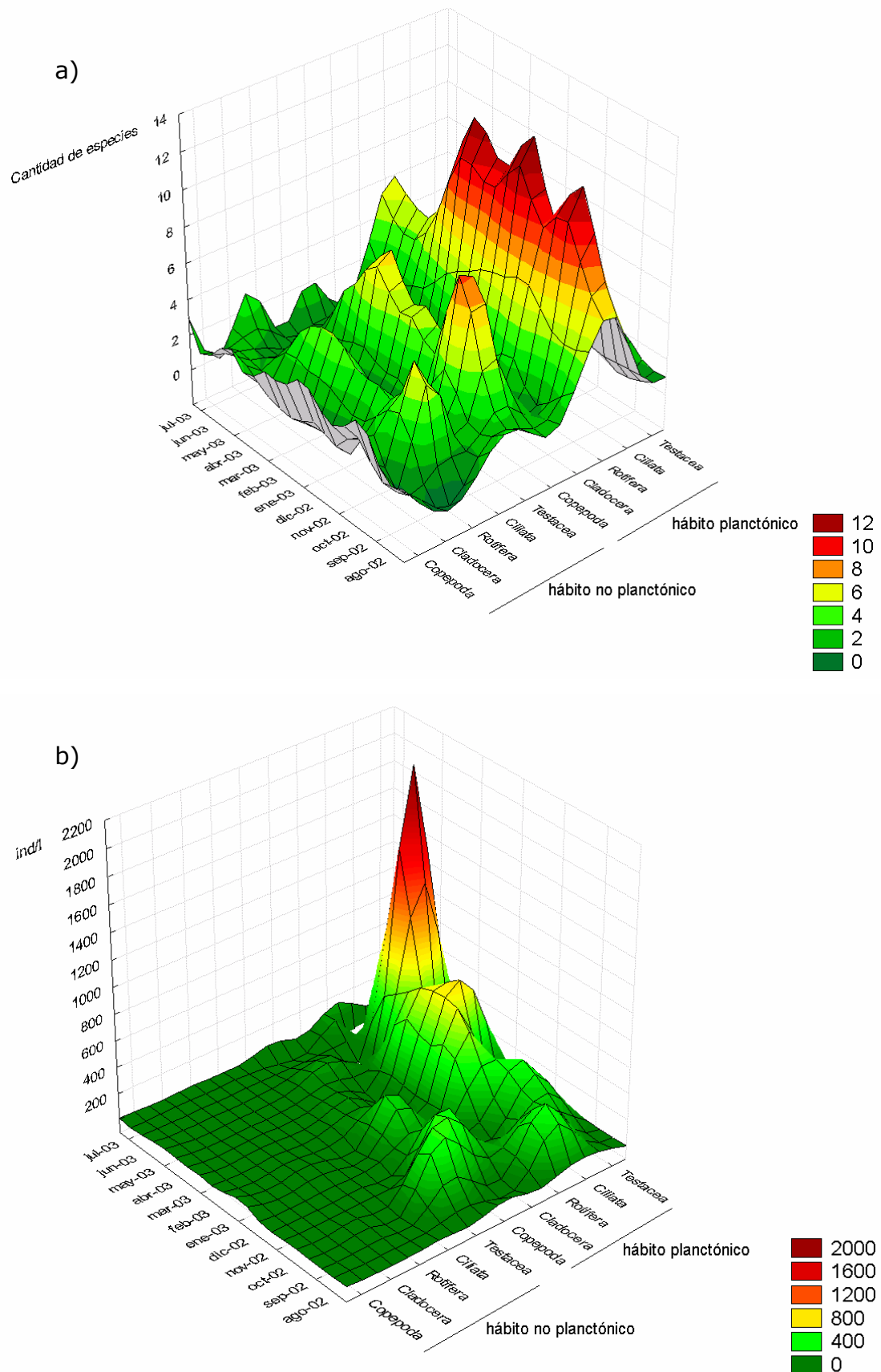
Para los ciliados se observaron grandes fluctuaciones de densidad entre meses sucesivos, pero se apreció claramente que los picos fueron de mucha mayor importancia que en las estaciones precedentes. Así, durante la primavera se vio una tendencia al aumento que varió de 120 ind/l (septiembre) a 356 ind/l (noviembre), alternándose en la dominancia del grupo, las únicas dos especies perennes, que fueron las de mayor importancia en toda la laguna para este ciclo anual: *C. cratera* (octubre y noviembre) y *T. fluviatile* (septiembre y diciembre).

Los rotíferos (dominados ampliamente por las formas planctónicas) exhibieron una dinámica cuyos máximos se registraron durante los meses estivales, si bien existió un pico de menor importancia al principio del ciclo anual (septiembre de 2002). La única especie perenne fue *K. tropica*. Las especies estivales fueron *B. caudatus*, *H. fennica* y *K. americana*. En el primer momento de alta abundancia (septiembre de 2002) el grupo alcanzó los 413 ind/l (56% de la

abundancia zooplanctónica total) gracias al aporte de *K. cochlearis* (220 ind/l) y *P. sulcata* (116 ind/l). Durante verano se observó pico secundario (alrededor de 700 ind/l entre enero y marzo de 2003 que significaron entre el 42 y el 73% de la abundancia zooplanctónica total)) con el aporte decisivo de *K. tropica* (256 ind/l) y *H. fennica* (154 ind/l) en enero, y *P. sulcata* en febrero y marzo.

Durante la primavera se registró el momento de mayor densidad de cladóceros. En los primeros dos meses de este período el dominio del grupo recayó sobre *B. huaronensis* que, hacia octubre alcanzó 63 ind/l (90 µg PS/l) lo que significó un 62% de la abundancia numérica (y un 50% de la biomasa) de cladóceros y un 7,5% de la abundancia numérica (y un 45,5% de la biomasa) del zooplancton total. Hacia los meses siguientes disminuyó la importancia numérica de los cladóceros, que a su vez cambiaron su dominancia hacia formas más grandes como *C. dubia* y *D. birgei*. Esta última especie alcanzó, en diciembre, 29 ind/l (65 µg PS/l) que significaron un 3,3% de la abundancia numérica, pero un 21% de la biomasa zooplanctónica total. Los cladóceros no planctónicos carecieron de importancia a lo largo del ciclo anual en esta estación de muestreo.

Para los copépodos, un primer pico (octubre ~ noviembre de 2002) se registró por la participación casi exclusiva de larvas nauplii (309 y 410 ind/l respectivamente) que aportaron aproximadamente la mitad de la biomasa de los copépodos, que en esos meses llegó a 210 y 248 µg PS/l respectivamente. Hacia diciembre la abundancia numérica cayó sensiblemente, pero la aparición de adultos de *N. incompositus* (8 ind/l) sostuvo los valores de biomasa de copépodos en torno a los 210 µg PS/l. Más tarde (enero de 2003) la reaparición de larvas nauplii (300 ind/l) combinada con la aparición de adultos de *M. mendocinus* provocó un segundo pico (393 ind/l) y el máximo valor de biomasa de copépodos (374 µg PS/l) para esta estación.



**Fig. 104: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en la estación 3.**



destacaron principalmente los ciliados y los rotíferos planctónicos en la mayoría de los meses relevados, siendo muy importante la abundancia de estos ciliados en otoño. Es de destacar que en primavera tardía y verano temprano los copépodos de hábito planctónico fueron numéricamente importantes, principalmente por la abundancia de larvas nauplii. A semejanza de lo ocurrido en los sitios anteriormente tratados, la importancia de los organismos no planctónicos estuvo restringida a primavera, y representada por amebas testáceas.

#### **2.4.4. Estación 4.**

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 105 a (riqueza específica) y 105, b (abundancia numérica)

La mayor parte de las especies se correspondieron a rotíferos de hábito planctónico con una participación importante de las amebas testáceas de hábito bentónico en el segundo semestre. Los rotíferos no planctónicos aportaron seis especies en febrero de 2003, y los copépodos no planctónicos, cinco especies en enero de 2003. En el aspecto de la abundancia numérica la dominancia correspondió, en la mayor parte de los meses, a los rotíferos planctónicos con una importante participación de los ciliados planctónicos en primavera y otoño. También fue destacable el aporte de los copépodos planctónicos (principalmente larvas nauplii) entre primavera tardía y verano temprano. La importancia de los organismos no planctónicos estuvo, como en otros sectores de la laguna, restringida a las tecamebas bentónicas en primavera temprana, fuera de lo cual la importancia cuantitativa de los organismos no planctónicos fue prácticamente nula.

Las amebas testáceas tuvieron, en la primera parte del ciclo anual, un comportamiento semejante al de las estaciones precedentes, con un período de alta abundancia que se extendió entre septiembre y octubre y que osciló entre los

200 y 250 ind/l, casi totalmente representados por *D. lobostoma*. En febrero se registró un segundo pico (186 ind/l) que se caracterizó por la gran cantidad de especies (13) con gran aporte a la riqueza por parte del género *Diffugia* (6) y por participación de *C. ampulla* (113 ind/l), sobre la que recayó la dominancia del grupo durante este mes. Esta última especie, a excepción del mes mencionado, fue muy escasa o ausente y superó los 10 ind/l sólo en tres ocasiones a los largo del ciclo anual, todas ellas en el período estival.

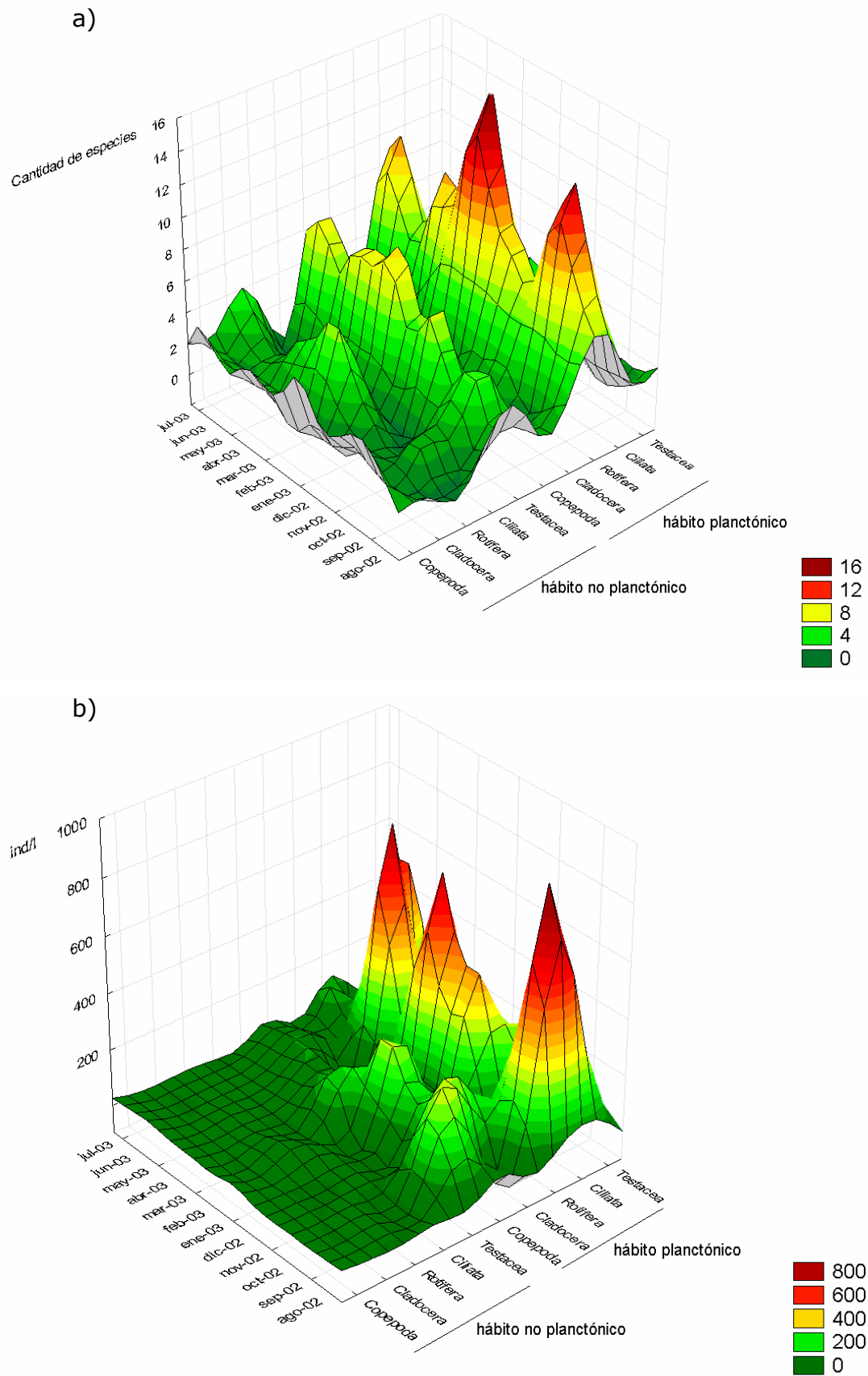
Los ciliados, siempre dominados por las formas planctónicas, fueron numéricamente menos importantes en esta estación que en la estación 3, pero sus picos de abundancia numérica coincidieron en tiempo y en composición específica con los registrados en aquella. Un momento de alta abundancia numérica del grupo se registró en septiembre de 2002 (418 ind/l) gracias al aporte de *T. fluvatile* (259 ind/l). Los meses siguientes mostraron una importancia decreciente de esta especie y un consiguiente incremento en la dominancia de *C. cratera* (205 ind/l en noviembre). El máximo de abundancia de los ciliados (654 ind/l) se registró en mayo de 2003, por la participación excluyente de *C. cratera* (625), que fue la única especie perenne entre los ciliados, en este sitio.

Los rotíferos de esta estación también estuvieron principalmente representados por formas planctónicas estrictas. El grupo exhibió un primer pico en septiembre de 2002 (923 ind/l) en que se destacó *K. cochlearis* (406 ind/l, 54% de la abundancia numérica total del zooplancton). Posteriormente, entre diciembre y febrero se apreció una nueva tendencia al aumento de abundancia, llegando a 766 ind/l (69% de la abundancia numérica total del zooplancton) en febrero de 2003 por la participación de destacada de *P. vulgaris* (212 ind/l) y *K. americana* (193 ind/l). Por último, hacia abril se registró un nuevo pico (816 ind/l, 78% de la

abundancia numérica del zooplancton total) por el aporte de *K. cochlearis* (347 ind/l) y *P. vulgaris* (230).

Los cladóceros tuvieron su momento de mayor densidad numérica y de biomasa durante primavera, con dominio de *B. huaronensis* a partir de septiembre, llegando a 111 ind/l (159 µg PS/l) en octubre. En adelante dicha especie decreció en importancia a la vez que aumentó la abundancia de *C. dubia* y *D. birgei*, que alcanzó 34 ind/l (74 µg PS/l) en diciembre de 2002. A partir de este momento la presencia de los cladóceros disminuyó drásticamente para permanecer casi ausentes por el resto del ciclo anual.

Durante octubre y noviembre la importancia de los copépodos estuvo dada por el aporte de larvas nauplii (278 ind/l, 91 µg PS/l en octubre). A pesar de la disminución de las larvas nauplii (175 ind/l) en diciembre de 2002, el aporte de adultos de *N. incompositus* (13 ind/l, 145 µg PS/l) determinó el pico de biomasa de los copépodos (263 µg PS/l, 72% de la biomasa zooplanctónica total) y, al mes siguiente un nuevo aumento de las larvas nauplii (318 ind/l) determinó el pico de abundancia numérica de los copépodos (364 ind/l, 35% de la abundancia numérica total del zooplancton).



**Fig. 105: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en la estación 4.**

#### 2.4.5. Sector profundo de la laguna (Estación 5).

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 106 a (riqueza específica) y 106, b (abundancia numérica)

Como en el resto de la laguna, el aporte más importante a la riqueza específica (Fig 109, a) estuvo a cargo de los rotíferos planctónicos a lo largo de casi todo el período estudiado. También se registraron numerosas especies de tecamebas bentónicas (este fenómeno, acentuado en el segundo semestre del período) y de rotíferos no planctónicos (restringidos a julio de 2003). En cuanto a la abundancia numérica (Fig 106, b), existieron elevados registros de ciliados planctónicos y de rotíferos planctónicos en todo el período estudiado. Los copépodos planctónicos (principalmente larvas nauplii) tuvieron cierta importancia en primavera y verano temprano. Los organismos no planctónicos (mucho menos importantes) tuvieron su momento de mayor abundancia en primavera temprana, gracias al aporte de las tecamebas bentónicas.

Las amebas testáceas de este sitio tuvieron, al igual que en el resto de la laguna una importancia numérica restringida a septiembre y octubre de 2002, principalmente en la mitad superior de la columna de agua (356 y 266 ind/l en el nivel subsuperficial para septiembre y octubre respectivamente). En los meses mencionados, este grupo estuvo ampliamente dominado por *D. lobostoma* que aportó alrededor del 95% de los individuos del grupo. Hacia finales del verano y principios del otoño (febrero a abril de 2003) existió cierto aumento en la densidad de las amebas testáceas, restringido al nivel del perfil más cercano a los sedimentos (139 ind/l en el nivel más profundo durante abril) impulsado por varias especies del género *Diffugia* entre las que se destacaron *D. gramen* (31 ind/l) y *D. lobostoma* (26 ind/l).

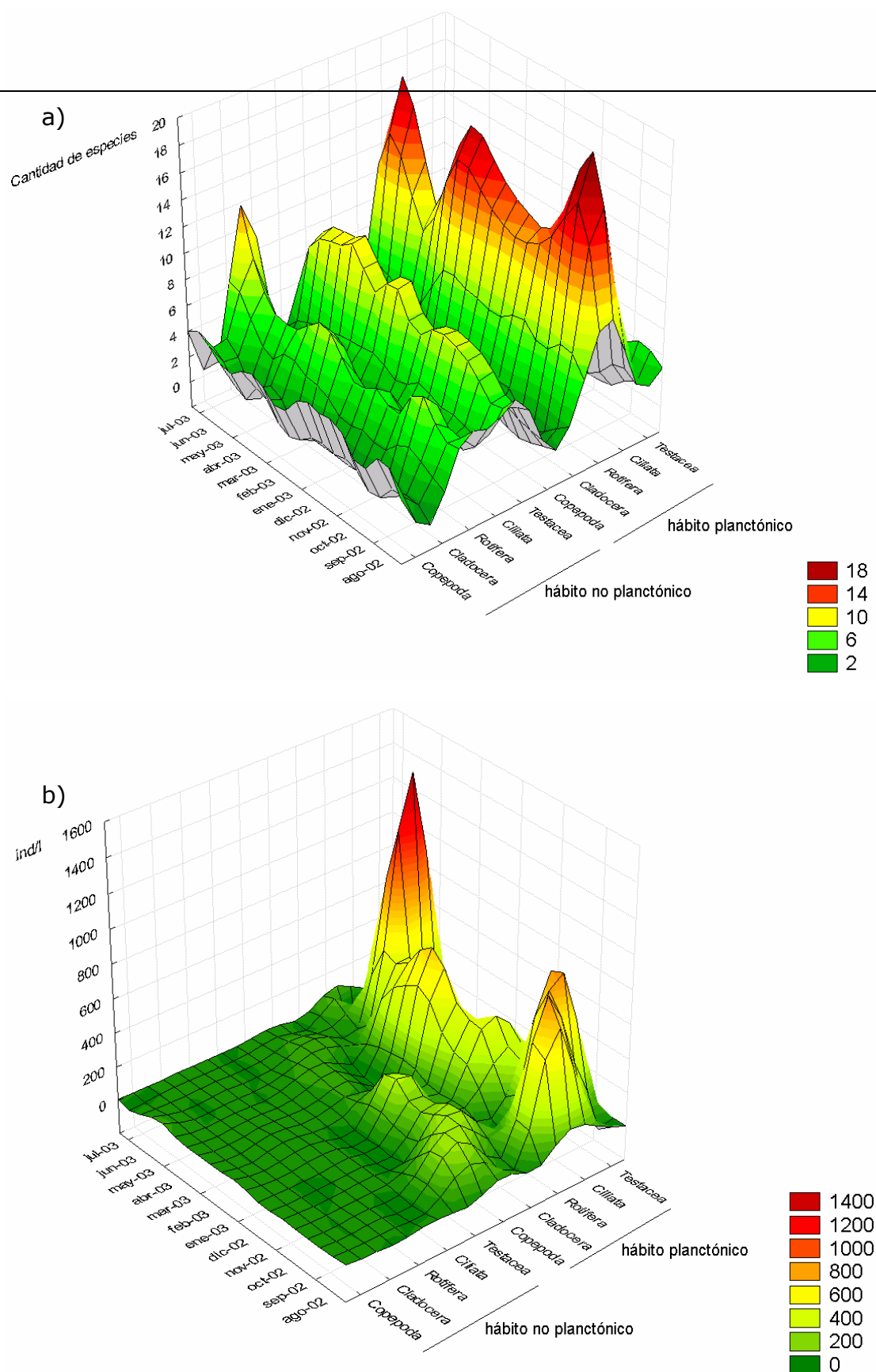
Entre los ciliados, las dos especies más importantes (*C. cratera* y *T. fluviatile*, que a su vez fueron perennes) se alternaron en la dominancia del grupo, si bien los máximos alcanzados durante la dominancia de la primera especie fueron de mucho mayor importancia numérica que los alcanzados por la segunda. En septiembre, noviembre y diciembre de 2002 el ciliado más importante fue *T. fluviatile* que registró, en promedio para todo el perfil, 229, 230 y 353 ind/l (15, 32 y 36 % de la abundancia numérica total). En septiembre la importancia de esta especie se acentuó en las proximidades de los sedimentos, a diferencia de noviembre y diciembre, cuando no se observó una clara dependencia respecto del nivel de profundidad en el perfil vertical. Por su parte *C. cratera* fue dominante en octubre de 2002 y mayo de 2003. En el primer caso registró más de 2000 ind/l en los niveles más profundos (más del 80% de la abundancia numérica zooplanctónica total) pero escasa en los estratos medios y superficiales del perfil. En mayo, la misma especie registró 2479 ind/l (74% de la abundancia numérica total) en los niveles superficiales, además de haber tenido una gran importancia proporcional (entre el 63% y el 81% de la abundancia numérica total) en todo el perfil vertical.

Los rotíferos exhibieron tres picos de entre 650 y 850 ind/l de densidad promedio para toda la columna. En septiembre de 2002 se observó una densidad media para toda la columna de agua de 852 ind/l con poca variación entre los niveles de la columna de agua, a excepción del estrato más profundo, que presentó una menor densidad numérica. Los valores máximos fueron, en esta oportunidad, 1037 ind/l tanto en el nivel 2 (sub superficial, donde significó el 56% de la abundancia total) como en el estrato 4 (distante 70 cm de los sedimentos, donde significó el 60% de la abundancia total). Las especies predominantes fueron *K. cochlearis* (481 ind/l en el nivel 4), *K. tropica* (239 ind/l en el nivel 2) y *P. sulcata* (280 ind/l en el nivel 4). En febrero, la máxima abundancia (1091 ind/l) se

observó en el nivel medio del perfil vertical, y significó en ese nivel el 85% de la abundancia numérica total. Las especies destacadas fueron *H. fennica* (211 ind/l, en el nivel superficial) y *P. vulgaris* (426 ind/l, en el nivel central). En marzo los rotíferos estuvieron más agrupados en los estratos superficiales, registrando 1142 ind/l (90% de la abundancia numérica total) en el nivel superficial y 1285 ind/l (88% de la abundancia numérica total) en el nivel 2. En este último mes, se destacó *P. vulgaris* que registró de 850 ind/l en los dos niveles mencionados.

Los cladóceros tuvieron su momento de máxima abundancia en septiembre de 2002 (97 ind/l y 141 µg PS/l, que representó el 6% de la abundancia numérica total y el 59% de la biomasa total) gracias al aporte de la especie planctónica *B. huaronensis* cuyas densidades fueron homogéneas a lo largo del perfil vertical, con una abundancia levemente mayor en superficie (113 ind/l, 161 µg PS/l). Hacia el final de la primavera la disminución en la densidad de la mencionada especie produjo una merma en la abundancia del grupo que pasó a estar dominado en diciembre por *D. birgei* (también planctónico) que registró alrededor de 25 ind/l (55 µg PS/l) en la mitad superior del perfil vertical. A partir de este momento y como ocurrió en las estaciones de muestreo precedentes, los cladóceros decrecieron en importancia registrando con frecuencia valores inferiores a 10 ind/l.

La importancia media de los copépodos de todo el perfil vertical experimentó una tendencia ascendente durante los últimos meses de la primavera y el principio del verano, para alcanzar, en enero de 2003, 323 ind/l (292 µg PS/l) que significó el 36% de la abundancia numérica total (y el 87% de la biomasa total). Los aportes más destacados de ese momento estuvieron a cargo de las larvas nauplii (309 ind/l, 101 µg PS/l) en el nivel sub superficial, los adultos de *N. incompositus* (13 ind/l, 145 µg PS/l), y los adultos de *M. mendocinus* (17 ind/l, 91 µg PS/l), en ambos casos en el nivel central del perfil vertical.



**Fig. 106: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica media para la columna de agua y b) abundancia numérica media para la columna de agua, en el sector más profundo de la laguna.**



#### 4.6. Estación 6.

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 107 a (riqueza específica) y 107, b (abundancia numérica)

En un panorama semejante al que se viene observando en el resto de las estaciones de muestreo, la riqueza específica estuvo representada en su mayor parte por especies de rotíferos planctónicos en la mayor parte del año. Además de ello, puede destacarse la presencia de especies de tecamebas bentónicas en primavera y verano tardío. En la dominancia de la abundancia numérica se alternaron a lo largo del año los ciliados planctónicos y los rotíferos planctónicos. Ya con menor importancia se puede mencionar el aporte numérico de los copépodos planctónicos (principalmente larvas nauplii) en primavera y verano temprano. Como en las anteriores estaciones, los organismos no planctónicos fueron escasos y sólo pueden mencionarse las tecamebas bentónicas que aportaron alrededor de un 10% de la abundancia total, en primavera.

Al igual que en el resto de la laguna, las amebas testáceas tuvieron su mayor importancia entre septiembre y octubre de 2002 gracias al aporte decisivo de *D. lobostoma*. Así, el grupo registró 186 y 124 ind/l para los meses. Sin embargo en ningún momento la importancia proporcional de las testáceas llegaron al 10% de la abundancia numérica total (9.5% en septiembre).

Los ciliados (típicamente planctónicos) tuvieron su momento de máxima importancia en octubre de 2002 (1414 ind/l, 79% de la abundancia numérica total) gracias al aporte (1355 ind/l) de *C. cratera*. Luego de esto, el grupo decreció notablemente, si bien en eventualmente el crecimiento de *C. cratera* condujo a picos secundarios de ciliados en febrero (580 ind/l, 40% de la abundancia numérica total) y mayo (706 ind/l, 62% de la abundancia numérica total). La otra especie dominante (*T. fluviatile*) mostró poca importancia en comparación con las

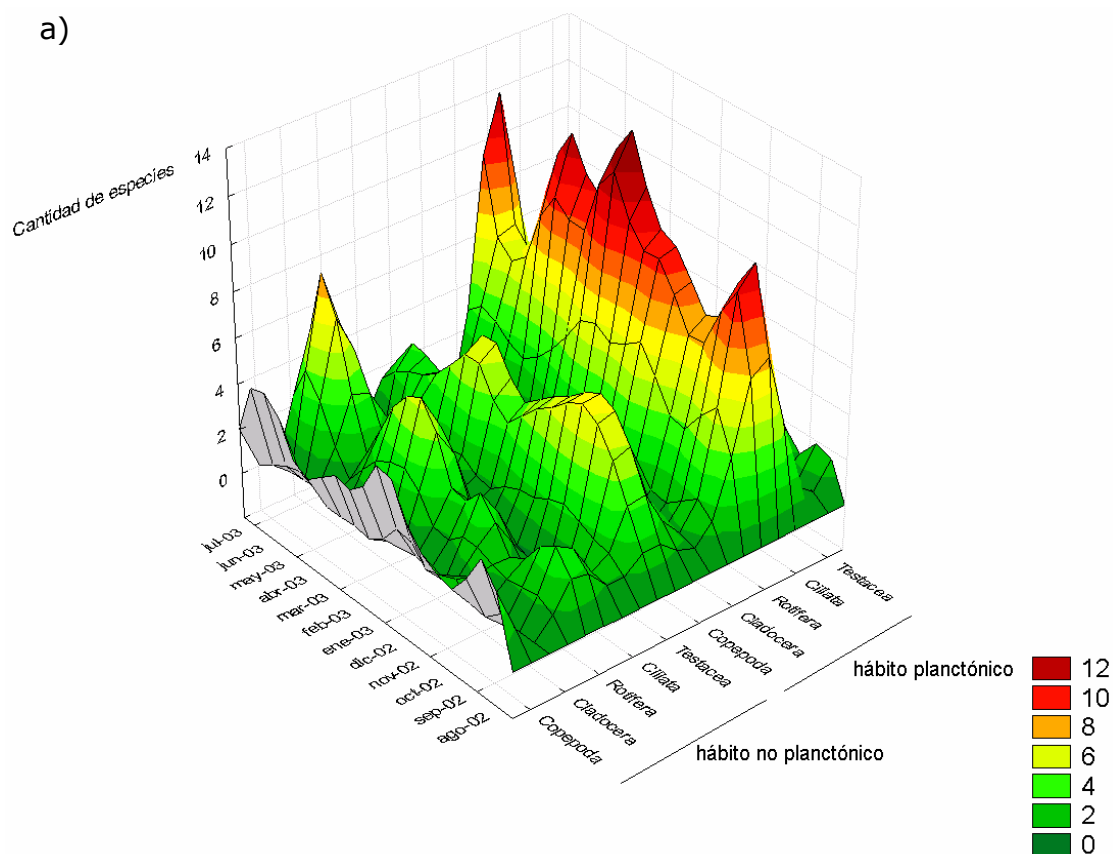
densidades alcanzadas por *C. cratera*. Su máxima densidad se registró en septiembre de 2002 (317 ind/l), fluctuando luego entre los 50 y 100 ind/l hasta enero de 2003, luego de lo cual perdieron importancia por el resto del ciclo.

Los rotíferos mostraron, a principios de primavera y a principios de otoño, dos picos de semejante magnitud. En el caso del máximo de septiembre (1123 ind/l, 58% de la abundancia numérica total), se destacaron *K. cochlearis* (*cochlearis*) (500 ind/l) y *P. sulcata* (300 ind/l). En el otro máximo (abril de 2003) los rotíferos alcanzaron 1236 ind/l gracias a *K. cochlearis* (*tecta*) (439 ind/l) y *P. vulgaris* (406 ind/l). Entre estos dos momentos existió un lapso (diciembre de 2002 a febrero de 2003) de densidades numéricas relativamente altas de rotíferos, que significaron entre el 41 y el 53% de la abundancia numérica total. Así, en diciembre (558 ind/l) se destacaron *H. fennica* (203 ind/l) y *K. americana* (283 ind/l), en enero (458 ind/l) se destacó *K. tropica* (133 ind/l) y en febrero (756 ind/l), *P. vulgaris* (259 ind/l) y *H. fennica* (126 ind/l).

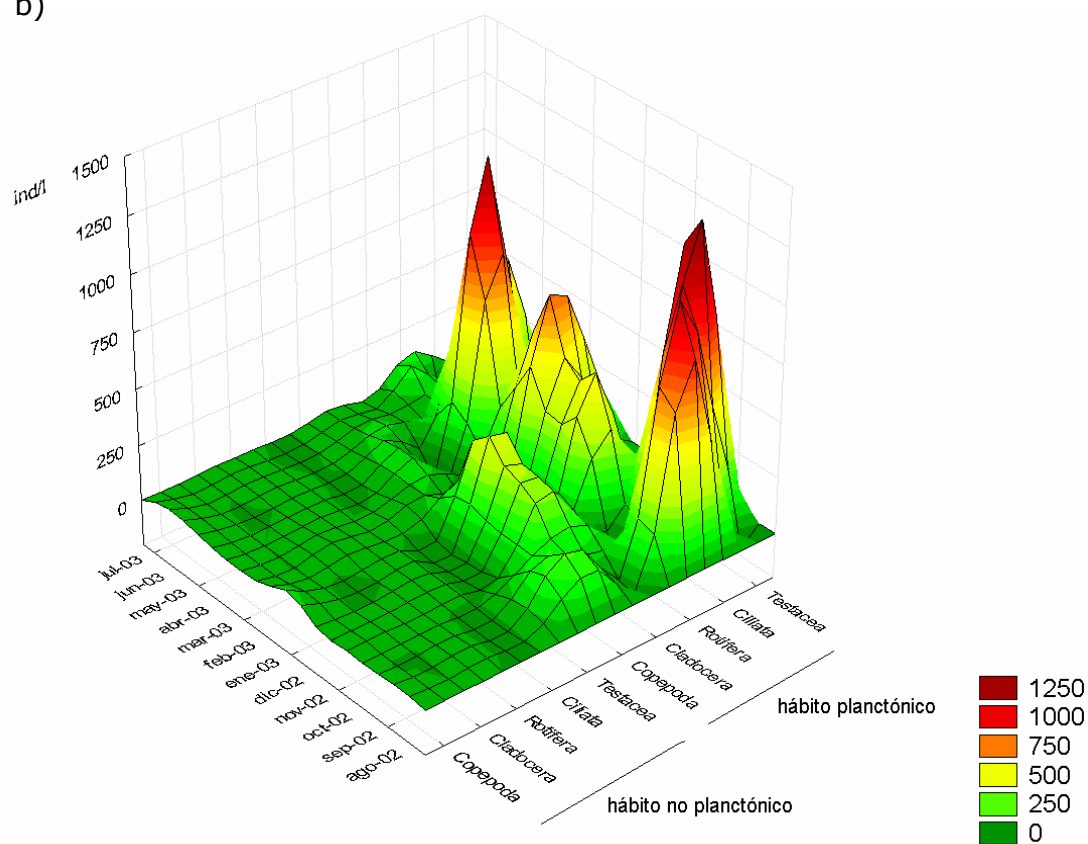
Los cladóceros, al igual que lo observado en los otros sitios, pasaron de estar dominados por *B. huaronensis* (septiembre, 81 ind/l, 121 µg/l) a estarlo por *D. birgei* (diciembre, 42 ind/l, 93 µg PS/l). En estos meses, la importancia de la biomasa de cladóceros descendió del 49% al 31% de la biomasa zooplanctónica total. Luego de este momento la primera especie retomó la dominancia, pero el grupo no volvió a tener importancia proporcional en el zooplancton.

Desde el principio del ciclo anual y hasta enero los copépodos mostraron una tendencia al aumento impulsada principalmente por las larvas nauplii. Así, en este último mes el grupo alcanzó los 523 ind/l (453 µg PS/l) que significó el 47% de la abundancia numérica total (93% de la biomasa total). Es de destacarse que para dicho valor de biomasa fueron importantes las contribuciones de los adultos de *N. incompositus* (6 ind/l, 73 µg PS/l) y de *M. mendocinus* (19 ind/l, 104 µg PS/l).

a)



b)



**Fig. 107: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en la estación 6.**

**2.4.7. Sector adyacente a la desembocadura del arroyo "El Totoral"****(Estación 7)**

La importancia de las formas planctónicas y no planctónicas se ilustran en la figura 108 a (riqueza específica) y 108, b (abundancia numérica)

Los rotíferos planctónicos fueron quienes aportaron mayor número de especies a la riqueza específica en este sitio, en coincidencia con lo que se observó en el resto de la laguna, con menor importancia, puede mencionarse el aporte de especies de rotíferos no planctónicos, que tuvieron su máxima expresión en agosto de 2002 y febrero de 2003. La abundancia numérica mostró sus valores más elevados gracias a los aportes de ciliados planctónicos (tintinoideos) en meses de primavera y verano. Mucho más constante, aunque con menos importancia cuantitativa fue el aporte de los rotíferos planctónicos. Finalmente, puede mencionarse el puntual aporte de los copépodos planctónicos, en noviembre de 2002. Los organismos de hábitos no planctónicos fueron muy escasos y sólo puede mencionarse la participación de los rotíferos en febrero de 2003.

En esta estación las amebas testáceas presentaron, a lo largo de todo el ciclo anual, densidades inferiores a los 50 ind/l y nunca representaron más del 6% de la abundancia numérica total. A diferencia del resto de la laguna, no se observó un aumento en su densidad para primavera.

Los ciliados, en cambio, tuvieron momentos de gran importancia y alternaron la dominancia numérica con los rotíferos. La mayor densidad numérica del grupo se registró en octubre (1746 ind/l, 87% de la importancia numérica total) y noviembre (1567 ind/l, 72% de la importancia numérica total). Estos dos picos estuvieron sustentados casi totalmente por *C. cratera* con cierta participación, en noviembre, de *T. fluviatile*. Meses más tarde la reaparición de *C. cratera* determinó dos nuevos aumentos en las densidades de los ciliados que

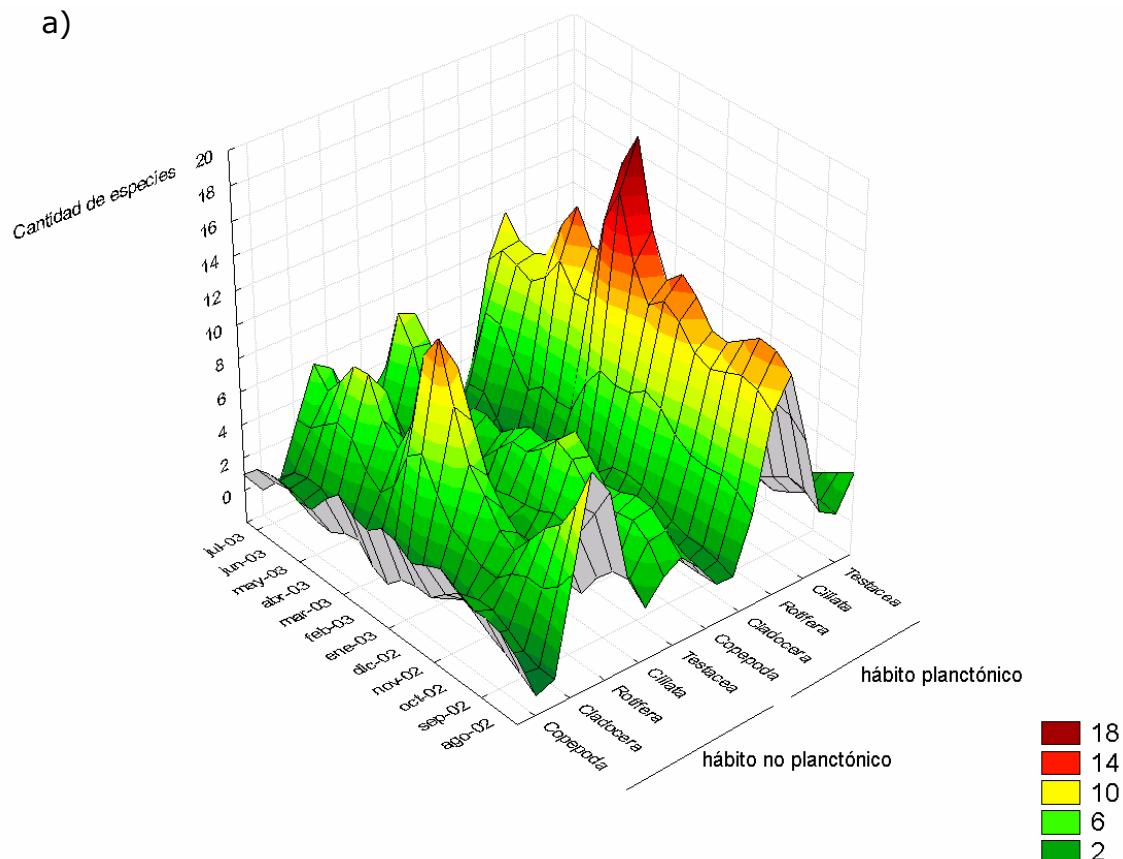
registraron 1414 ind/l (60% de la importancia numérica total), en febrero y 490 ind/l (64% de la abundancia numérica total) en mayo.

En coincidencia con lo observado para el resto de los sitios de muestreo de la laguna, en este sector los rotíferos estuvieron representados en su mayoría por formas de hábitos típicamente planctónicos. En su momento de mayor importancia (enero de 2003), el grupo alcanzó una densidad numérica de 1084 ind/l (85% de la abundancia numérica total). En este momento se verificó una codominancia de varias especies entre las que se destacaron *K. tropica*, con 305 ind/l y *B. calyciflorus*, con 152 ind/l. Hacia el mes siguiente el grupo mantuvo su importancia (839 ind/l, 36% de la abundancia numérica total) gracias al aporte de *P. vulgaris* (265 ind/l) y *F. longiseta* (134 ind/l). Un tercer pico (698 ind/l, 87% de la abundancia numérica total) se observó en abril y en este último se destacaron *P. vulgaris* (192 ind/l) y la forma tecta de *K. cochlearis* (127 ind/l).

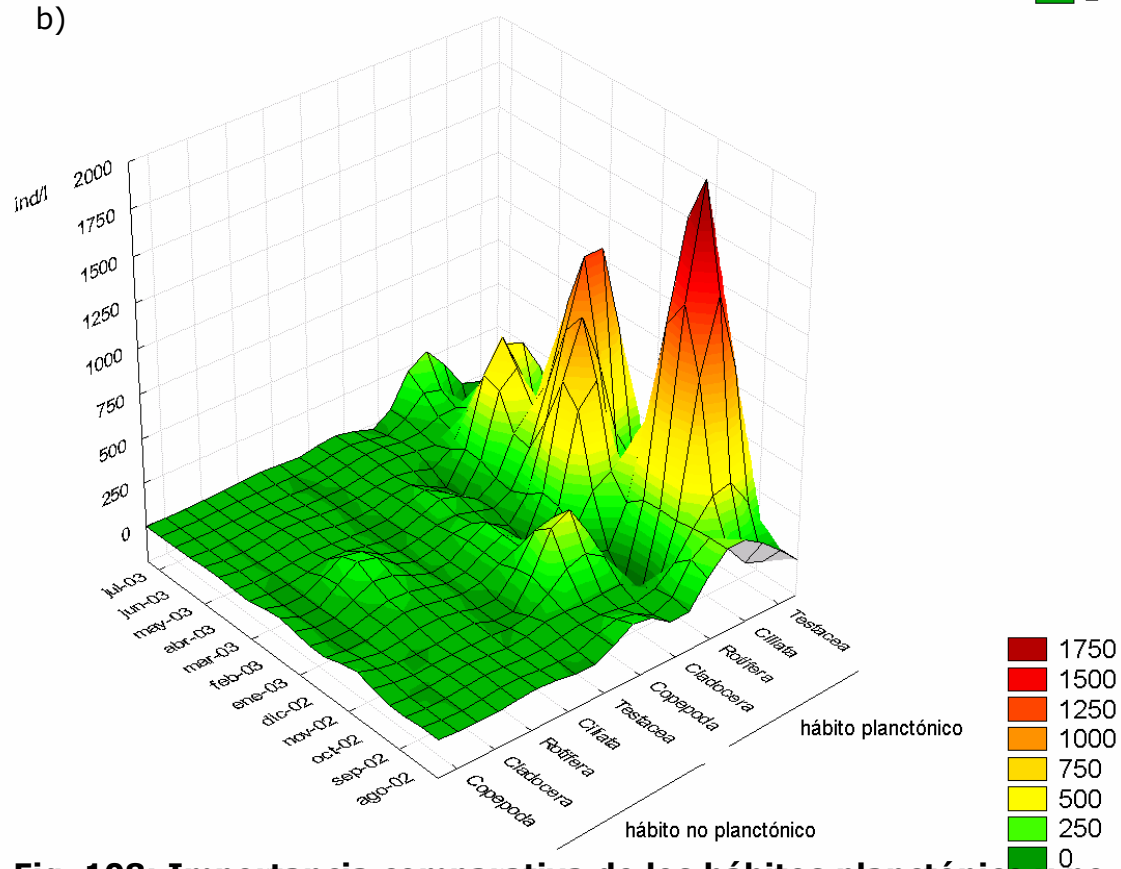
Los cladóceros fueron poco importantes en todo el período y sólo puede destacarse la abundancia alcanzada por el grupo en noviembre, momento en que registró 33 ind/l (1.5% de la abundancia numérica total) que significaron 82 µg PS/l (16% de la biomasa total). En este caso la especie destacada fue *C. dubia* (21 ind/l, 54 µg PS/l).

Los copépodos alcanzaron su máxima densidad en noviembre de 2002. En este momento el grupo registró 471 ind/l (422 µg PS/l) que significaron 22% de la abundancia numérica total (83% de la biomasa total) por la participación destacada de las larvas nauplii (398 ind/l, 131 µg PS/l) y de adultos de *N. incompositus* (7 ind/l, 77 µg PS/l) y de *M. mendocinus* (24 ind/l, 129 µg PS/l).

a)



b)



**Fig. 108: Importancia comparativa de los hábitos planctónico y no planctónico. a) riqueza específica y b) abundancia numérica, en el sector adyacente al arroyo El Totoral.**

## **2.5. Diversidades y riquezas específicas.**

### **2.5.1. Diversidades y riquezas específicas en dimensión horizontal.**

En este sector de la laguna adyacente a la compuerta (Fig. 109, a) la riqueza específica fue muy fluctuante durante los primeros meses; el valor mínimo (18 especies) se observó en agosto de 2002 y el máximo valor (39 especies), al mes siguiente. Luego de esto, la riqueza fluctuó entre 23 y 35, con los mayores valores en verano y los menores en invierno. La diversidad específica, por su parte, mostró sus mayores fluctuaciones en verano, momento en que se registraron los máximos (superando 2,71 en enero y febrero de 2003) y los mínimos (1,22 en marzo de 2003).

En el segundo sitio de muestreo (Fig. 109, b) la riqueza específica mostró importantes fluctuaciones, presentando un valor máximo de 37 especies en octubre de 2002 y un mínimo de 17 especies en julio de 2003. La diversidad mostró una tendencia al aumento de la amplitud de la fluctuación hacia los meses finales del período de estudio, donde se produjeron ambos valores extremos (el mínimo, de 1,35 en mayo de 2003 y el máximo, de 2,78, un mes después).

En la estación 3 (Fig. 109, c) la máxima riqueza específica (37 especies) se registró en octubre de 2002, mientras que la mínima tuvo lugar en junio de 2003 (13 especies). La diversidad mostró, al igual que lo observado para la estación anterior, una tendencia al aumento de la amplitud de la fluctuación hacia los meses finales del período, pero mostrando también una cierta tendencia al descenso neto. Así, el valor máximo de diversidad se registró en enero de 2003 (2,34) mientras que el mínimo se observó en mayo de 2003 (0,63).

La riqueza específica fluctuó, en la estación 4, entre 46 especies (febrero de 2003) y 20 especies (julio de 2003) mientras que la diversidad mostró su valor

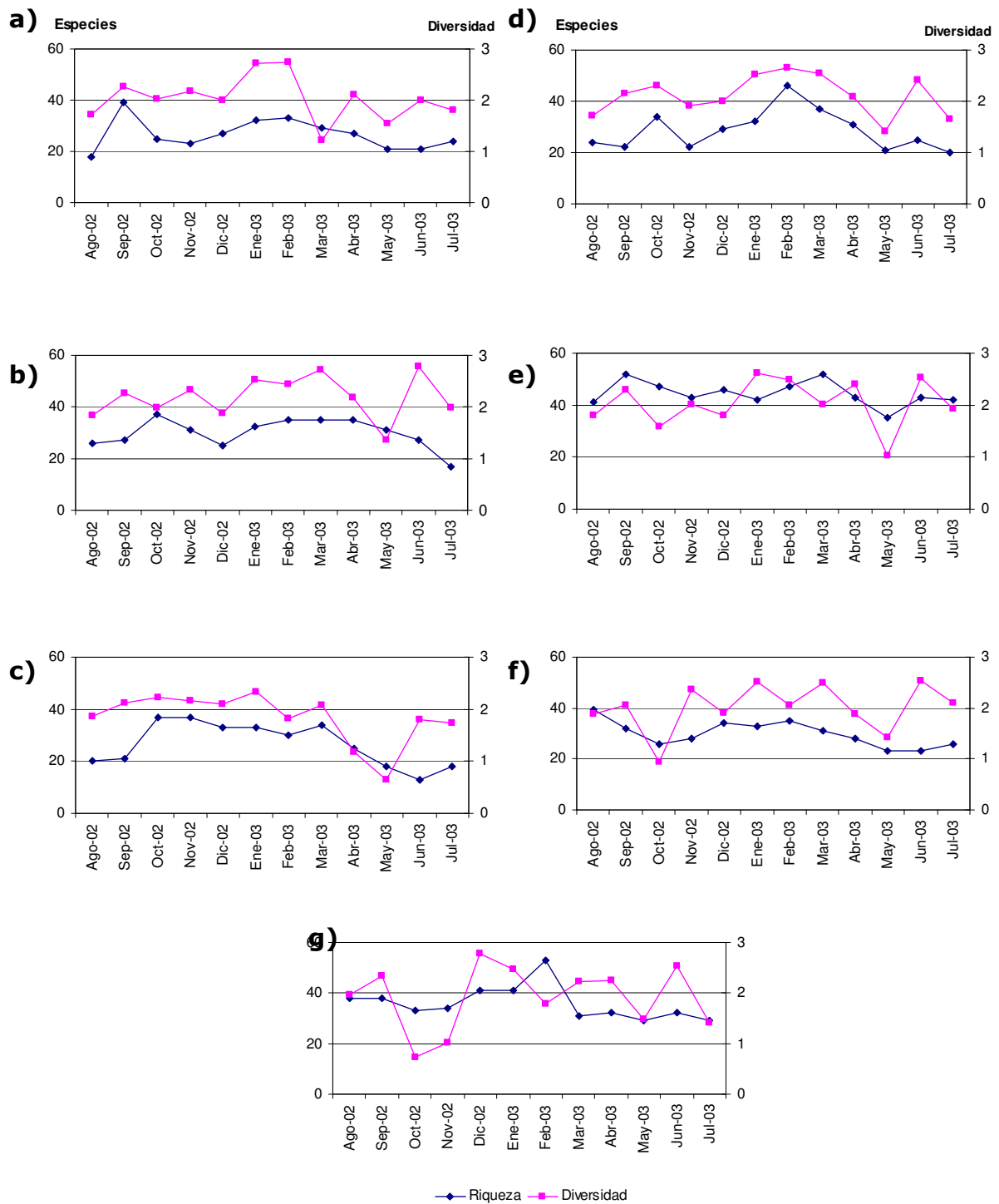
máximo en febrero de 2003 (2,65) y su valor mínimo en mayo (1,42) (Fig. 109, d).

En la estación 5 (Fig 109, e) la riqueza en promedio para el perfil vertical fue relativamente alta en todo momento, con máximos en septiembre y marzo (52 especies) y el mínimo en mayo de 2003 (35). La diversidad mostró fluctuaciones pronunciadas, que se acentuaron hacia el final del período de estudio, que incluyó el mínimo valor (mayo de 2003, 1,018) y el máximo (2,529, junio de 2003)

La figura 109, f muestra variación de la riqueza y de la diversidad a los largo del segundo ciclo anual, en la estación 6. La riqueza específica de este sitio varió en un rango algo más estrecho que en el resto de la laguna, alcanzando las 39 especies en agosto de 2002 para luego descender hacia octubre (26). Luego de ello mostró un pico secundario en febrero (35) y volvió a descender hacia mayo y junio de 2003 (23). La diversidad mostró pronunciadas fluctuaciones, registrando un valor mínimo de 0,94 en octubre de 2002 y un máximo de 2,54 en junio de 2003.

En el sector más cercano al arroyo El Totoral (Fig. 109, g) la riqueza específica fluctuó entre 53 especies (febrero de 2003) y 29 especies (mayo y julio de 2003). Las fluctuaciones de la diversidad fueron pronunciadas y mostraron un mínimo de 0,72 en octubre de 2002 y, dos meses más tarde, el valor máximo que alcanzó 2,78.

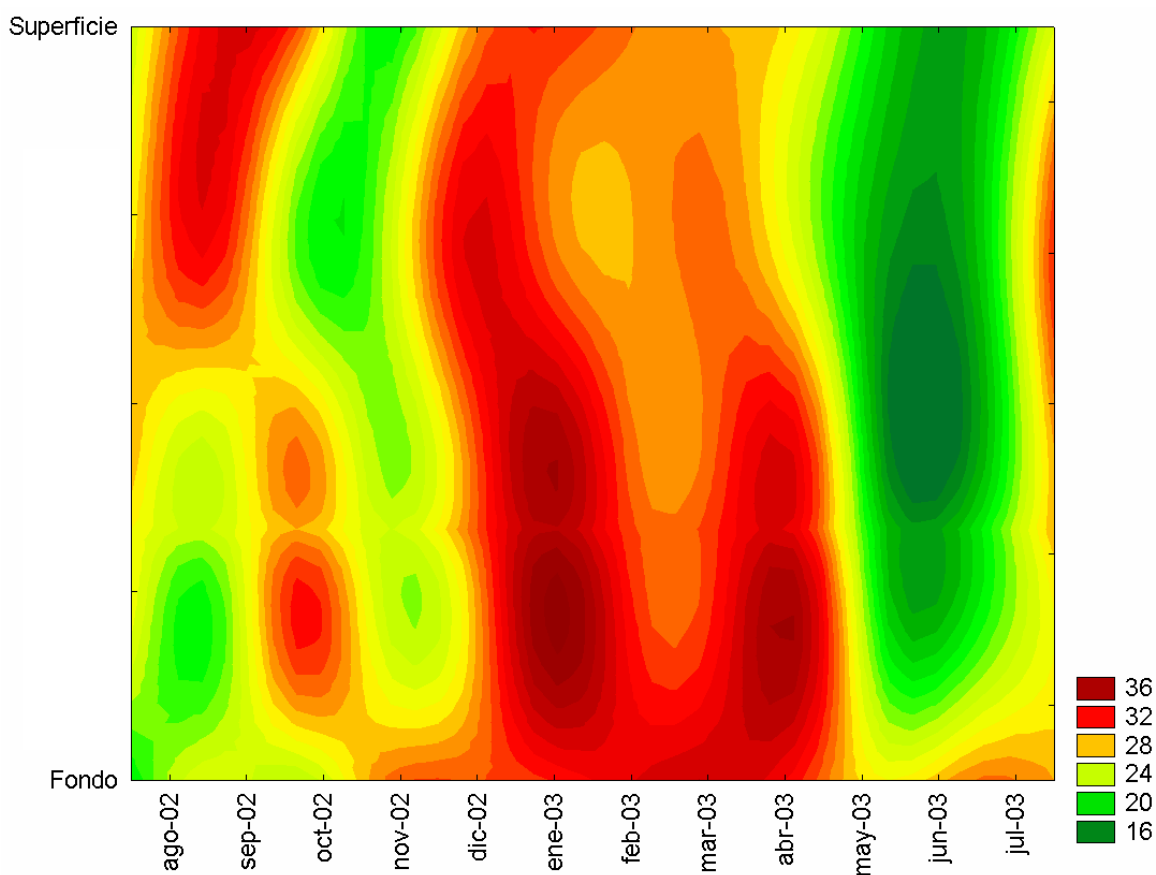




**Fig.: 109: Riqueza específica y diversidad en la laguna: a g, estacines 1 a 7 respectivamente.**

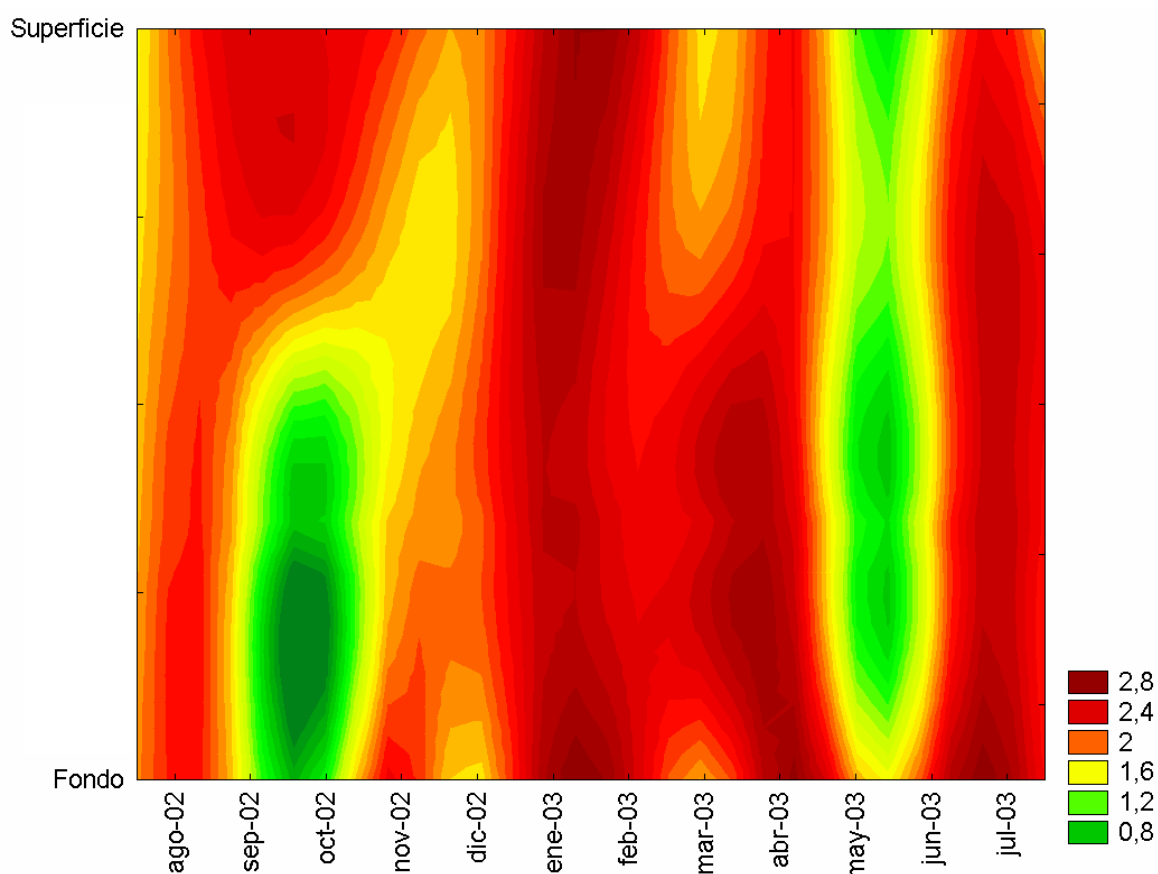
### 2.5.2. Diversidades y riquezas específicas en perfil vertical.

El detalle de la riqueza específica en el perfil vertical (Fig. 110) mostró en términos generales mayor cantidad de especies en verano y otoño temprano. Se observó un valor máximo (38 especies) en septiembre de 2002, en el nivel superficial y un mínimo (16 especies) en mayo de 2003, en los niveles intermedios de la columna de agua. Para cada mes muestreado, las riquezas específicas máximas y mínimas variaron su ubicación en el perfil vertical sin mostrar una tendencia clara, incluso con diferencias proporcionalmente importantes entre estratos adyacentes.

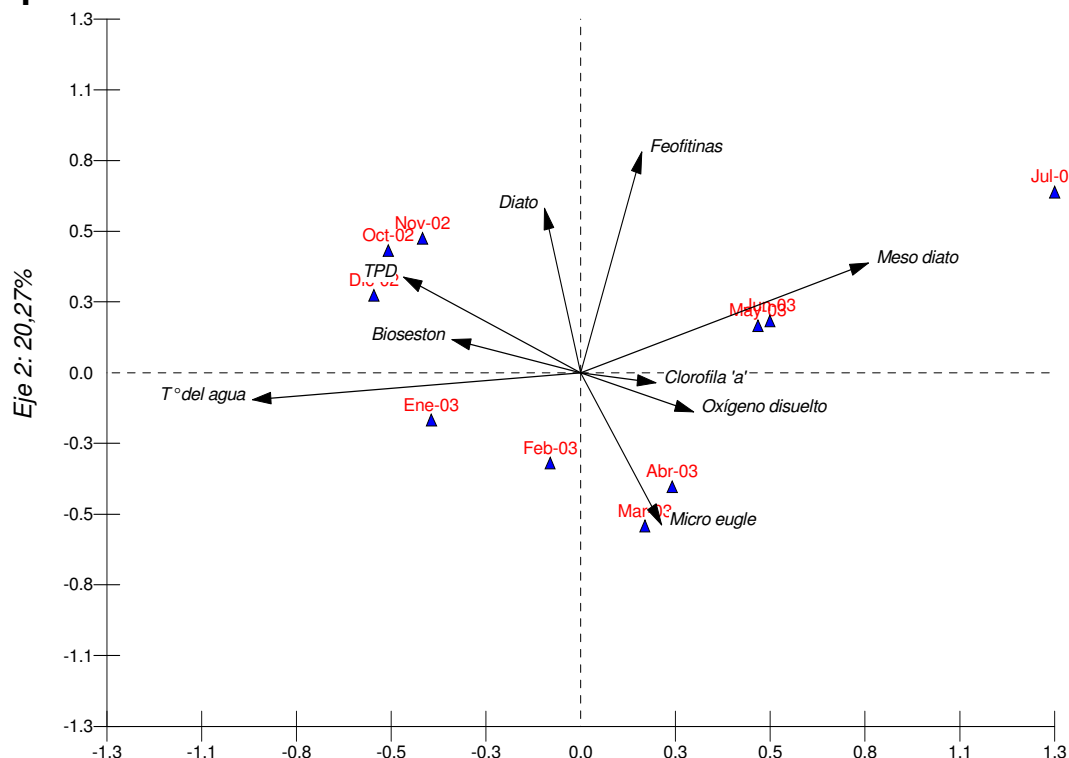


**Fig. 110: Variación de la riqueza específica en el perfil vertical desarrollado en el sector profundo de la laguna.**

Una observación semejante de la diversidad para este sector de la laguna (Fig. 111) muestra dos momentos de diversidad relativamente baja de los cuales el primero (octubre de 2002) se encuentra restringido a los niveles más profundos de la columna de agua (0,65 en el estrato más cercano a los sedimentos) y el segundo es menos pronunciado y muestra valores cercanos a 1 en casi toda la columna. Alternados con los anteriores se aprecian meses de valores relativamente elevados de diversidad (enero, febrero, abril y junio de 2003), destacándose enero (que posee valores superiores a 2,5 en la totalidad del perfil vertical) y abril (mes en que se observó el máximo absoluto de 2,74 en el nivel profundo).



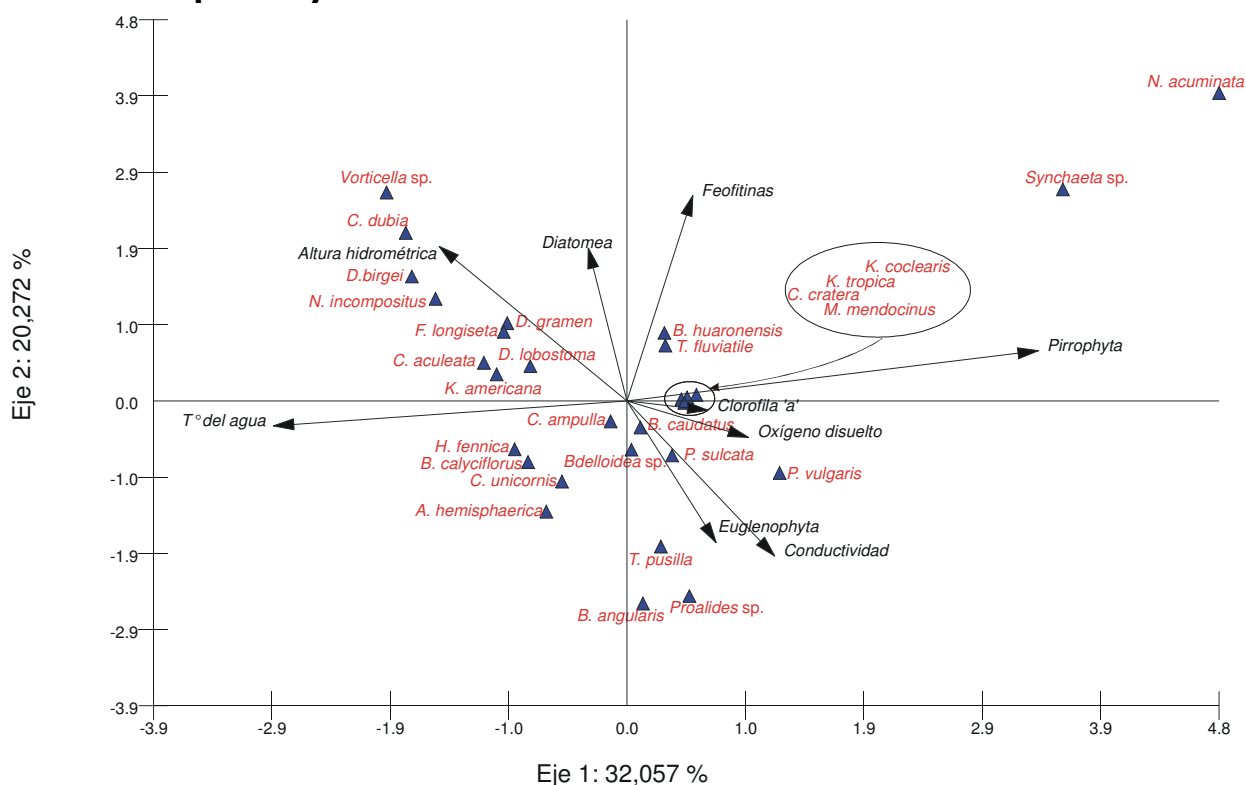
**Fig. 111: Variación de la diversidad en el perfil vertical desarrollado en el sector profundo de la laguna.**

**Zooplankton y variables físicas, químicas y biológicas.****1. Variación horizontal****1.1. Sector de la compuerta****1.1.1. Variables que influyeron sobre el zooplankton, en función del tiempo**

**Fig. 112: CCA de las especies presentes en el sector de la laguna adyacente a la compuerta, a lo largo del ciclo anual.**

El análisis de correspondencia canónica realizado para esta estación de muestreo (Fig. 112) alcanzó a explicar el 52,32% de la variación total en los dos primeros ejes. El primer eje (que representó un 32,05% de la variación) se correlacionó con las diatomeas mesoplanctónicas (0,691), con la temperatura del agua (-0,788) y con el fósforo total disuelto (-0,425), mientras que el segundo eje (20,27% de la variación total) se correlacionó principalmente con las feofitinas (0,892), con la densidad numérica de diatomeas totales (0,665) y con las euglenofitas microplanctónicas (-0,616)

## 1. 2. Las especies y las variables ambientales en la estación 1.



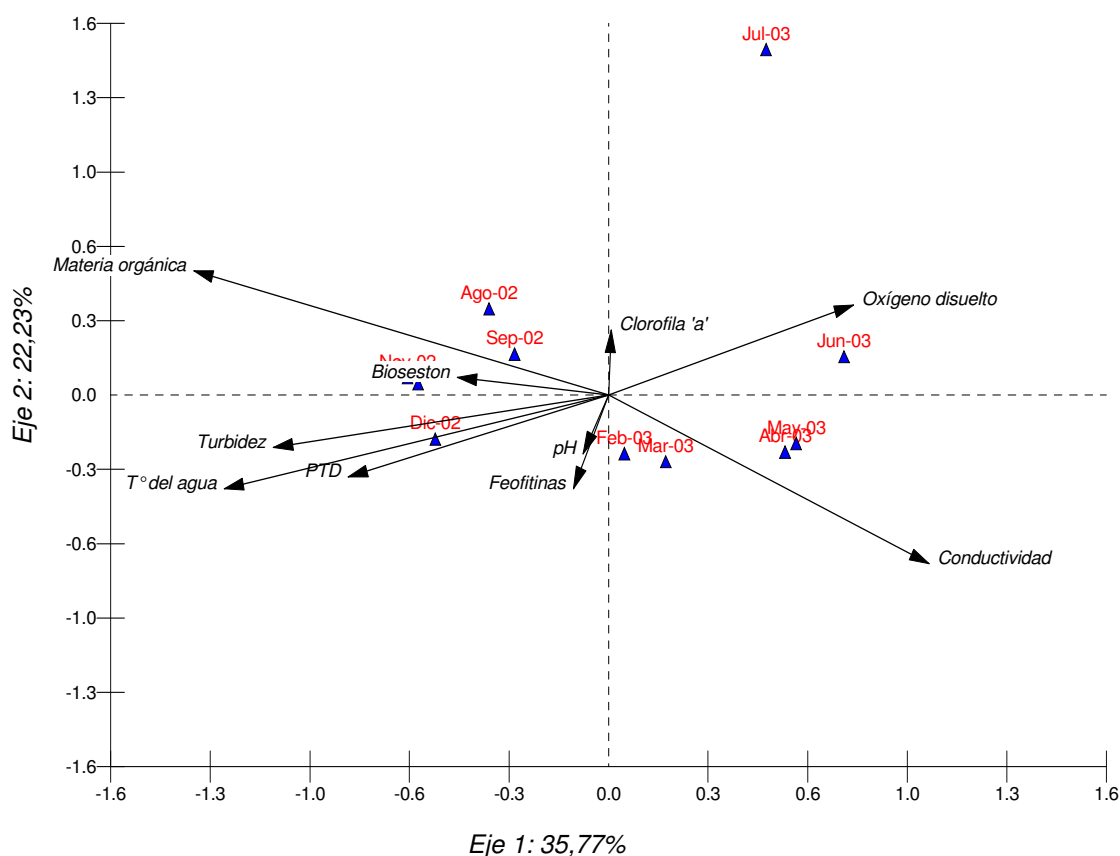
**Fig. 113: CCA de las especies presentes en el sector de la laguna adyacente a la compuerta, a lo largo del ciclo anual.**

Al comparar las distribuciones de los meses y de las especies, se aprecia que cada cuadrante se corresponde más o menos bien con las estaciones del año (Fig. 112), y pudiendo separar a las especies según su preferencia estacional, según el cuadrante que les correspondiera en la Fig 113. De este modo, las especies que tuvieron una estacionalidad clara aparecen en este gráfico en el cuadrante correspondiente, y alejadas del origen (*N. acuminata* y *Synchaeta sp.*, en invierno, y *B. calyciflorus* y *H. fennica*, en verano, son ejemplos destacados en este aspecto).

Otra separación que se aprecia en las figuras 112 y 113 es en base a la conductividad, a la cual se encuentran asociadas distintas especies (*B. angularis*, *T. pusilla*, *P. vulgaris*, *Proalides sp.*). En el cuadrante opuesto y asociados a la altura hidrométrica, se concentran la mayoría de los crustáceos.

## 2. Estación 2

### 2. 1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo

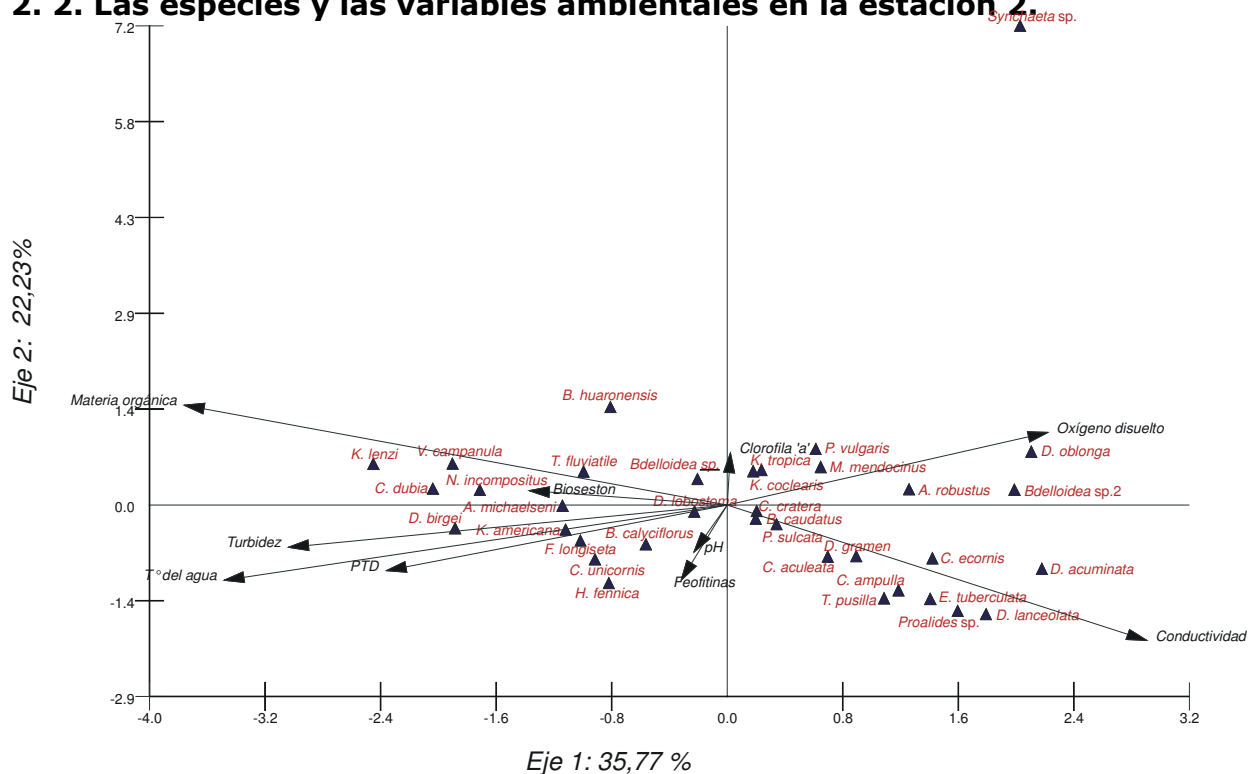


Vector scaling: 3.57

**Fig. 114: CCA de las especies presentes en el sector de la estación "2", a lo largo del ciclo anual.**

En esta estación de muestreo, el análisis de correspondencia canónica realizado con las abundancias numéricas de las distintas especies zooplanctónicas (Fig. 114) arrojó que los dos primeros ejes de este análisis explicaron el 58% de la variación total. Las correlaciones más altas con el eje 1 las mostraron la conductividad, (0,584), el oxígeno disuelto (0,447), la materia orgánica (-0,757) y la temperatura del agua (-0,701), mientras que con el eje 2 se correlacionaron la materia orgánica (0,385) y la conductividad (-0,523).

## 2. 2. Las especies y las variables ambientales en la estación 2



Vector scaling: 10,98

**Fig. 115: CCA de las especies presentes en la estación 2, a lo largo del ciclo anual.**

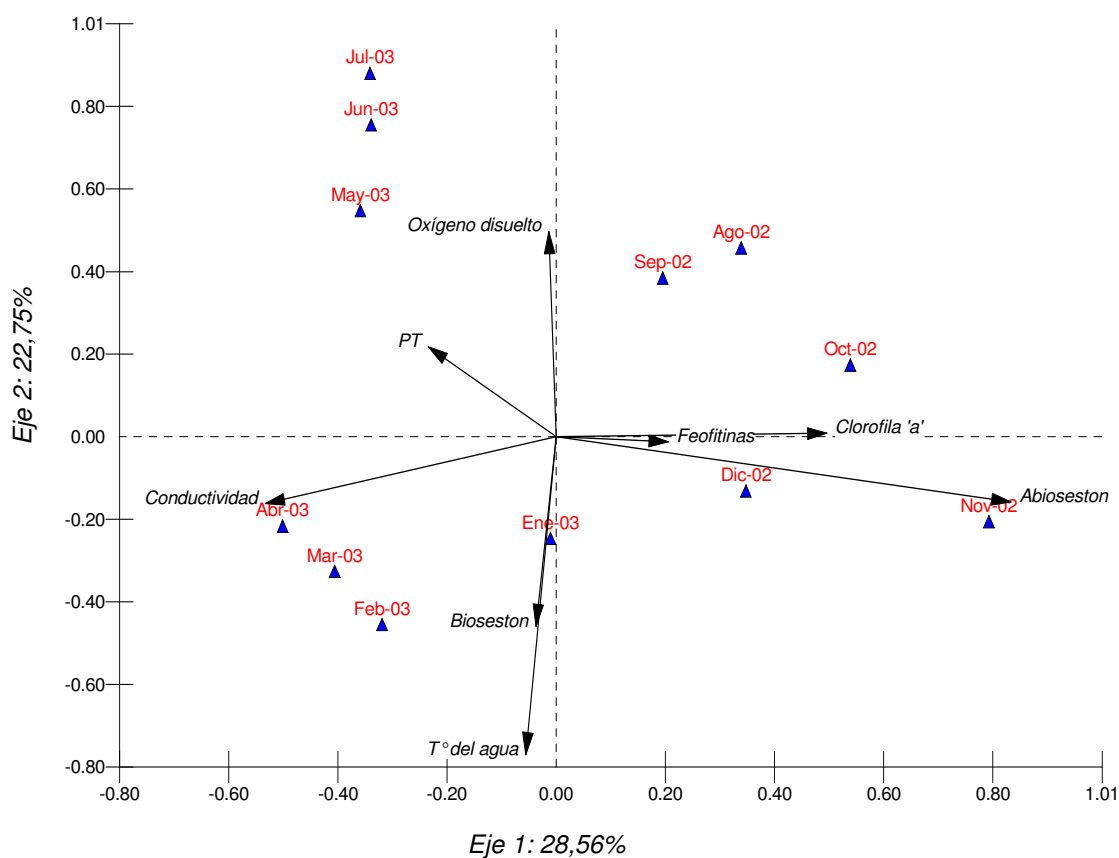
Semejante a lo observado para el sitio anterior, la estacionalidad esbozada en el gráfico 114 por la distribución de los meses y que coincide con el vector de temperatura del agua muestra la incidencia de las especies más estacionales (Fig. 115) entre las cuales pueden citarse a *Synchaeta sp* (invernal), y a *D. birgei*, *K. americana*, *B. calyciflorus* y *H. fennica* (estivales).

También se observa como en el caso anterior, al segundo cuadrante asociado a la conductividad, caracterizado por especies de los géneros *Proalides* y *Tricocerca* y numerosas especies de amebas testaceas concordantes con la relativamente baja altura hidrométrica de los meses correspondientes, todas ellas en oposición a *V. campanula*, *K. lenzi*, *C. dubia*, *N. incompositus* y *D. birgei* que se hallaron asociados a una mayor altura hidrométrica.

Finalmente se aprecia una asociación positiva entre las *K. tropica* y *K. cochlearis* con la concentración de clorofila "a".

### 3. Estación 3

#### 3. 1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo



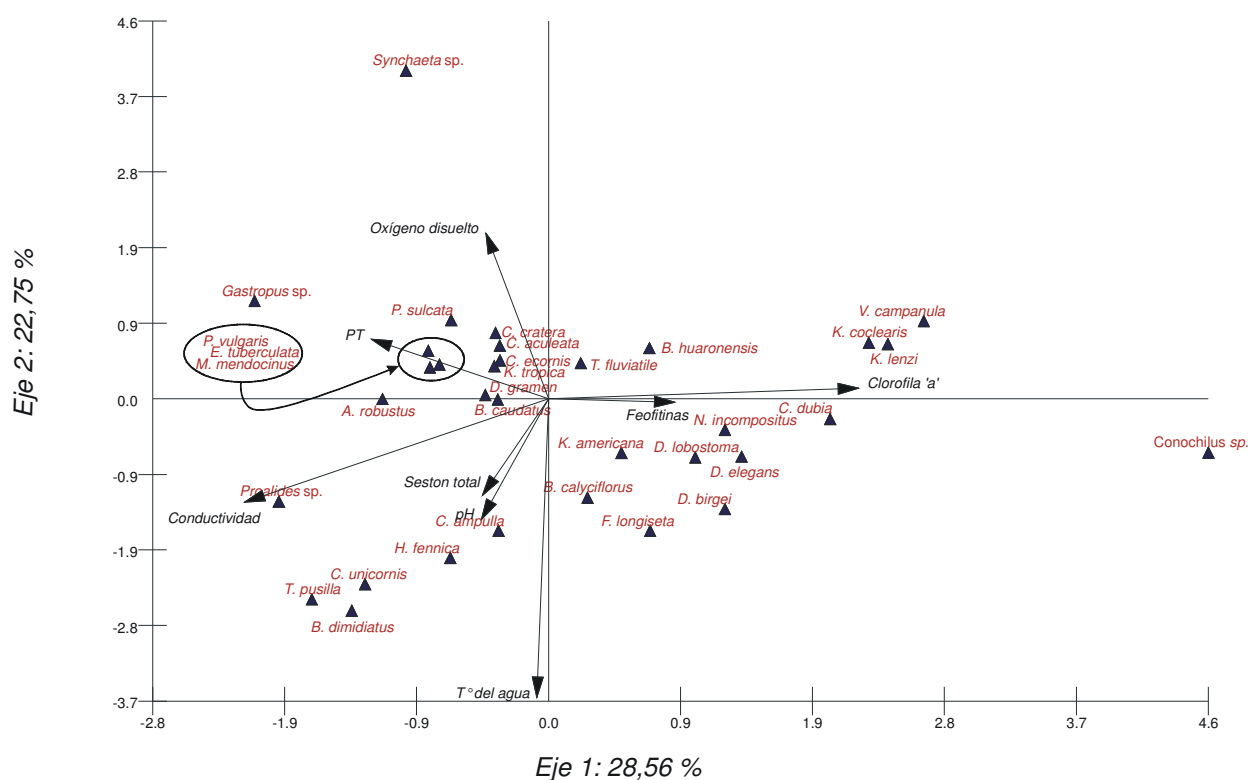
**Fig. 116: CCA de las especies presentes en el sector de la estación "3", a lo largo del ciclo anual.**

En esta estación el CCA (Fig. 116) acumula una variación del 51,13% respecto de la variación total, para los dos primeros ejes.

El primer eje, que explica un 28,56% de la variación total, se correlacionó principalmente con el abioseston (sólidos en suspensión de naturaleza inorgánica, 0,893) y con la conductividad (-0,571). El segundo eje (22,75% de la variación total) se correlacionó principalmente con la concentración de oxígeno disuelto (0,589) y con la temperatura del agua (-0,913).



### 3. 2. Las especies y las variables ambientales en la estación 3.



**Fig. 117: CCA de las especies presentes en la estación 3, a lo largo del ciclo anual.**

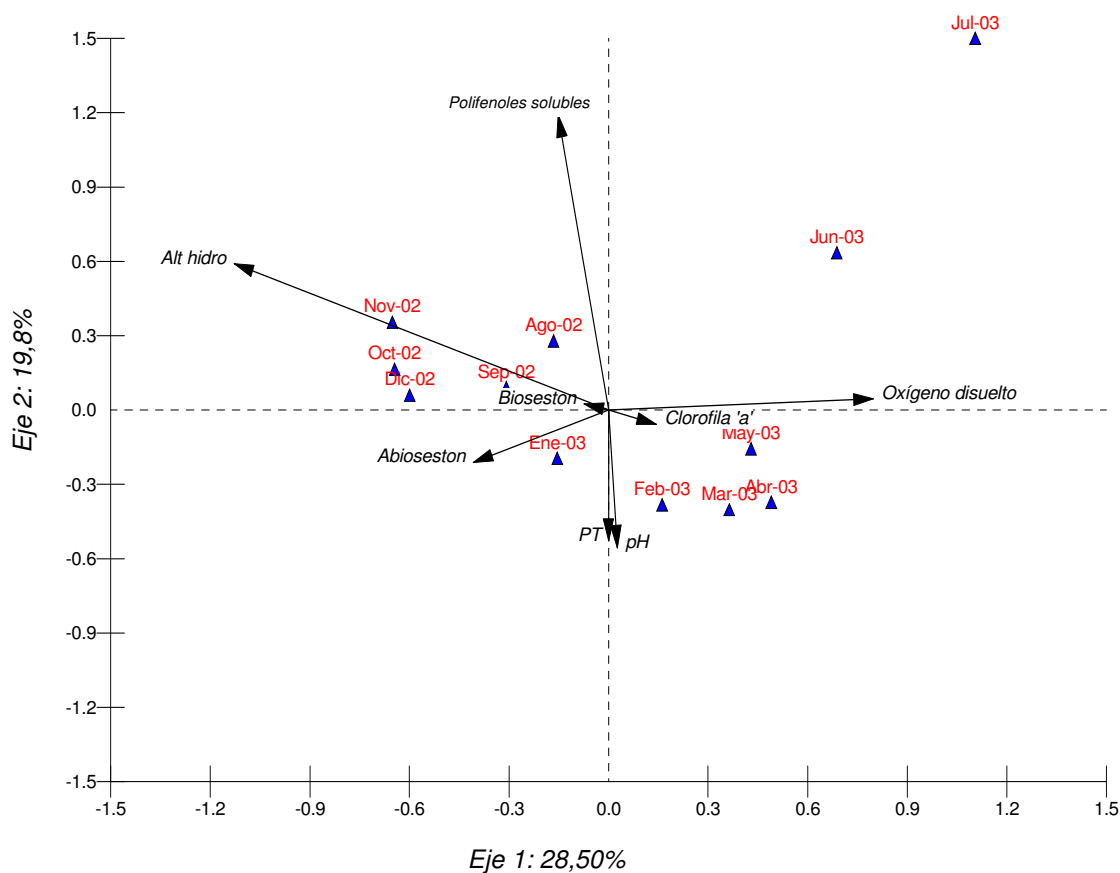
La distribución estacional de los meses (Fig. 116) muestra nuevamente a *Synchaeta* sp. (Fig. 117) como la especie más negativamente afectada por la temperatura del agua. En oposición a ella se agrupan las especies asociadas con el período estival (*B. dimidiatus*, *T. pusilla*, *C. unicornis* y *H. fennica*).

Respecto de la conductividad, sigue apreciándose aquí la relación positiva existente con *Proalides* sp, y negativa con especies de *Keratella* y con *V. campanula*.

Nuevamente especies del género *Keratella* (en este caso *K. lenzi* y *K. cochlearis*) aparecen íntimamente relacionados a la concentración de clorofila "a".

#### 4. Estación 4

##### 4. 1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo

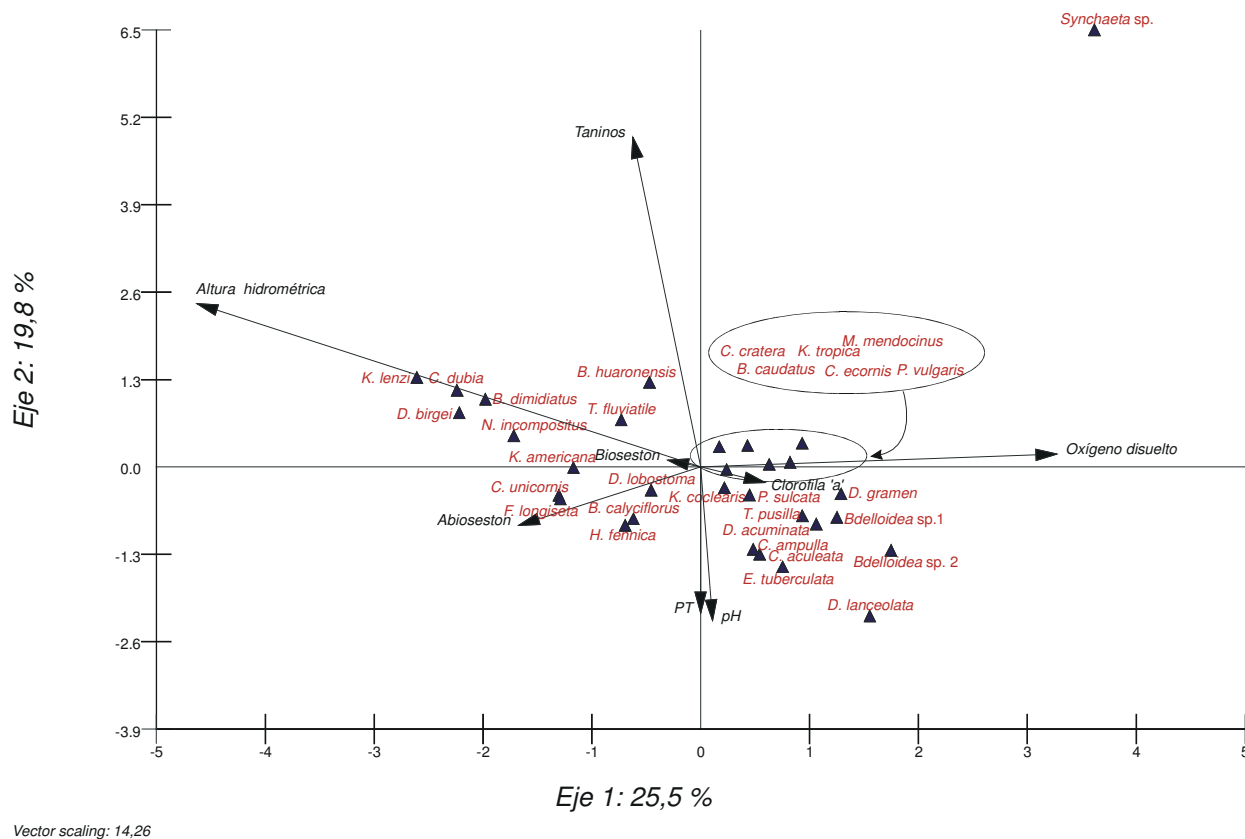


**Fig. 118: CCA de las especies presentes en el sector de la estación "4", a lo largo del ciclo anual.**

En la estación 4 los dos primeros ejes del CCA (Fig. 118) explicaron el 48,3% de la variación total.

El primero de los ejes (28,5 % de la variación total) se correlacionó principalmente con el oxígeno disuelto (0,48) y con la altura hidrométrica (-0,68), mientras que el segundo eje (19,79 %) lo hizo con los polifenoles solubles (0,84), el pH (-0,39) y el fósforo total (-0,37).

#### 4. 2. Las especies y las variables ambientales en la estación 4.



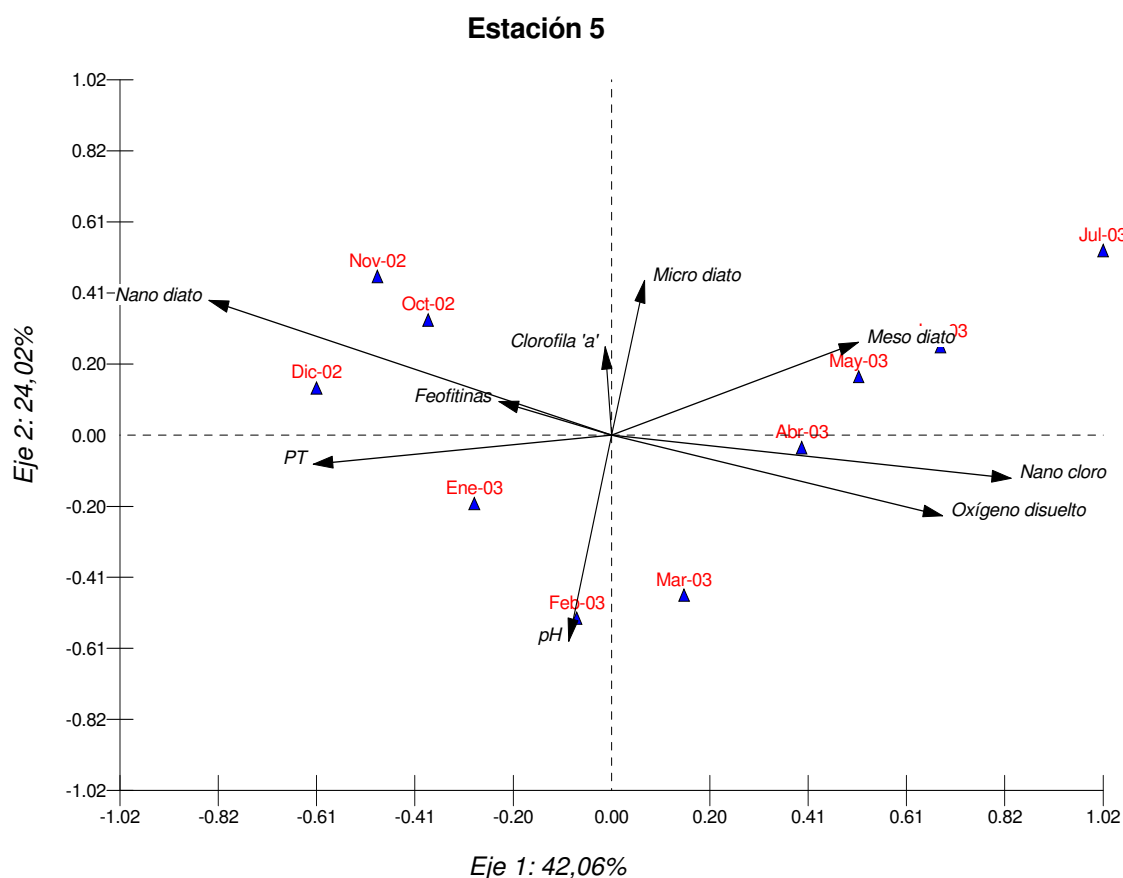
**Fig. 119: CCA de las especies presentes en la estación 4, a lo largo del ciclo anual.**

En las figuras 118 y 119 vuelve a hacerse evidente la posición de *Synchaeta* sp. respecto a la estacionalidad (invernal), como la condición estival de *F. longiseta*, *H. fennica*, *B. calyciflorus* y *C. unicornis*.

Del mismo modo que en los sitios de muestreo ya tratados, existe una marcada tendencia al agrupamiento de *K. lenzi*, los cladóceros y el copépodo calanoideo *N. incompositus* en relación a la mayor altura hidrométrica, y de las amebas testáceas, en relación a un nivel de agua menor.

## 5. Estación 5 (sector profundo de la laguna).

### 5. 1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo



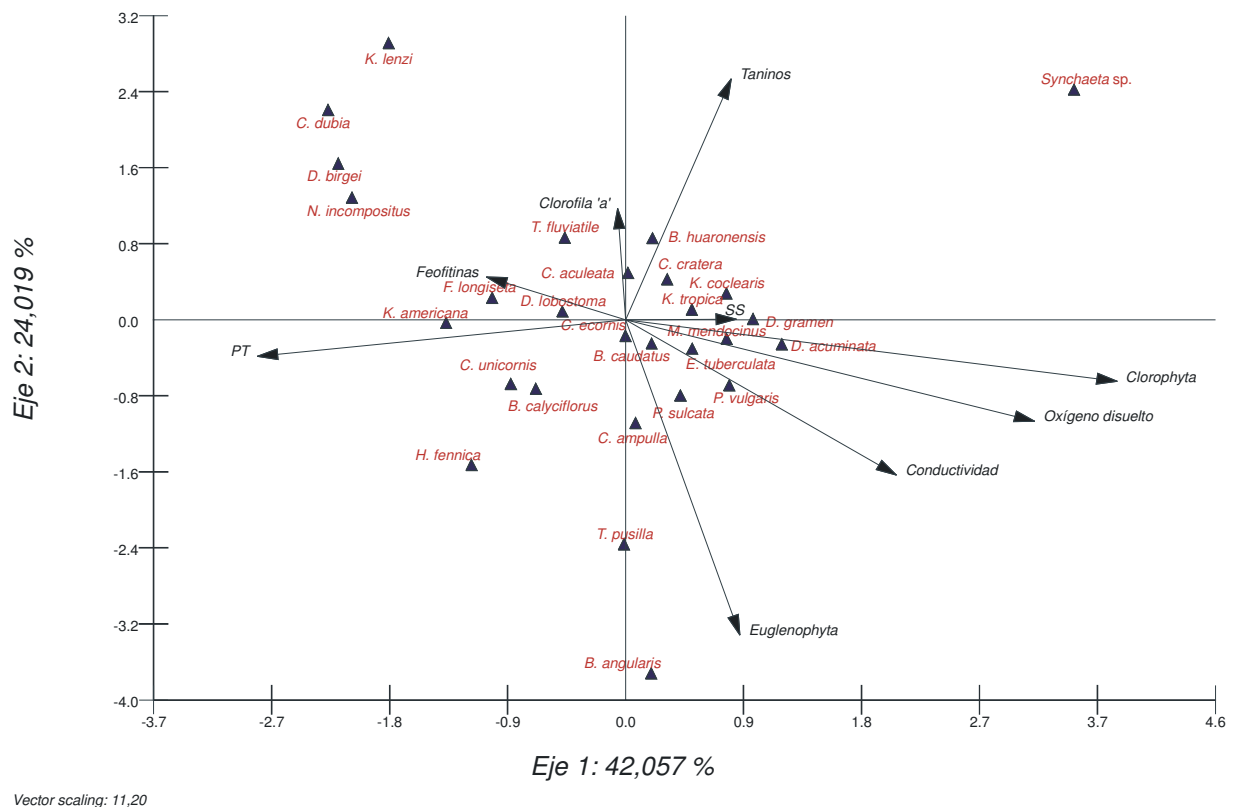
Vector scaling: 2.43

**Fig. 120: CCA de las especies presentes en el sector de la estación "5", a lo largo del ciclo anual.**

En esta estación, los dos primeros ejes del CCA (Fig. 120) calculado comprenden el 66,08% de la variación total.

Las principales correlaciones del eje 1 (42,06% de la variación) se dan con las clorofitas nanoplanctónicas (0,752), con el oxígeno disuelto (0,623) y con las diatomeas nanoplanctónicas (-0,756), mientras que en el caso del eje 2 (24,02% de la variación), las correlaciones más destacadas son con las diatomeas microplanctónicas (0,532) y con el pH (-0,708).

## 5.2. Las especies y las variables ambientales en la estación 5.



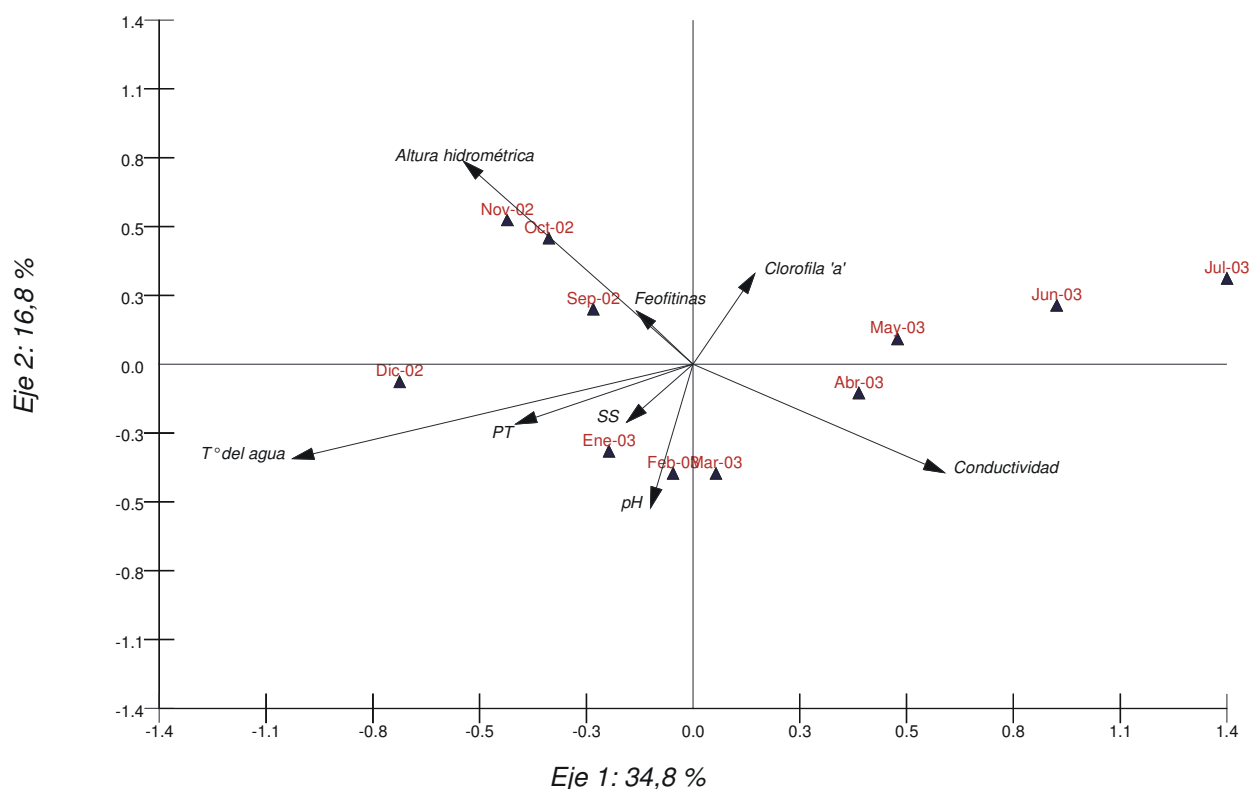
**Fig. 121: CCA de las especies presentes en la estación 5, a lo largo del ciclo anual.**

En este sitio (Fig 120) continúa apreciándose la distribución de los meses conforme la estacionalidad. La distribución de las especies (Fig. 121) muestra asociadas a verano, a las mismas especies estivales (*H. fennica*, *B. calyciflorus*, *C. unicornis*, *B. angularis*, *T. pusilla*), y en posición opuesta, a la invernal *Synchaeta* sp.

La conductividad no mostró la clara asociación que había registrado en los otros sitios respecto de las amebas testáceas, pero sí se vio la asociación negativa de esta variable con *K. lenzi* y con los crustáceos de mayor talla (*C. dubia*, *D. birgei* y *N. incompositus*).

## 6. Estación 6

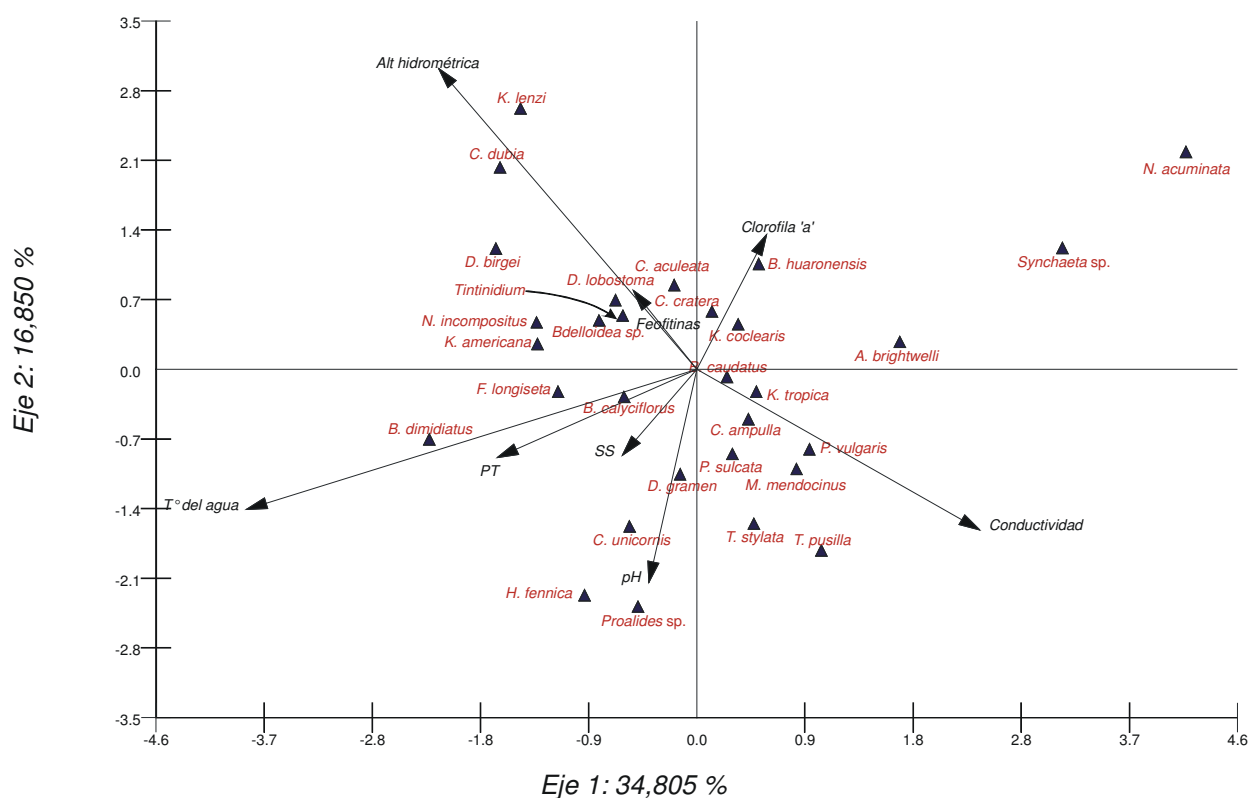
### 6. 1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo



El CCA calculado en base a los datos de abundancias zooplanctónicas (Fig. 122) abarcó el 51,6 % de la variación total con los dos primeros ejes.

El eje 1 (34,8 % de la variación total) registró altas correlaciones con la conductividad (0,458) y la temperatura del agua (-0,729). Por su parte, el eje 2 (16,8 % de la variación total) se correlacionó principalmente con la altura hidrométrica (0,857) y con el pH (-0,607).

## 6. 2. Las especies y las variables ambientales en la estación 6.



Vector length: 10.118

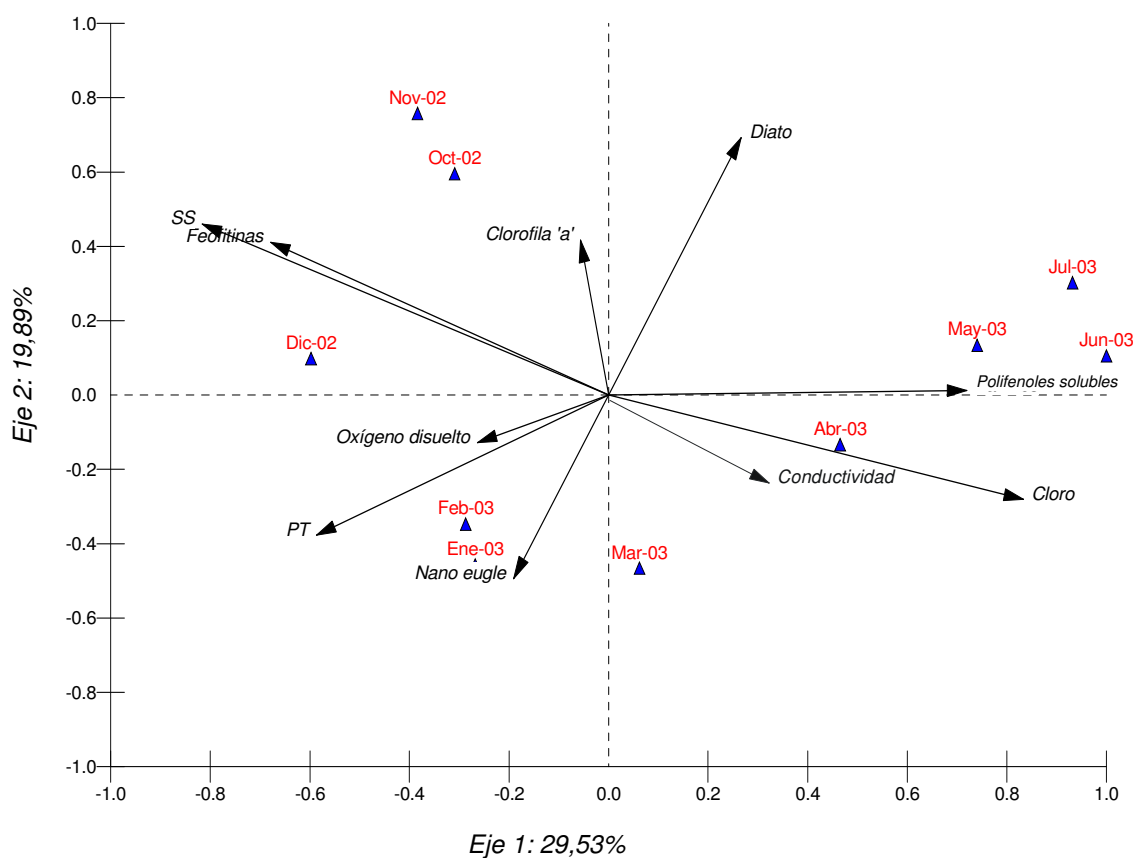
**Fig. 123: CCA de las especies presentes en la estación 6, a lo largo del ciclo anual.**

El ordenamiento de los meses en este análisis (Fig 122) fue semejante al observado para los anteriores sitios de muestreo, con verano en el 4º cuadrante.

Las especies más importantes (Fig. 123) también se distribuyeron en forma semejante a la observada para los sitios anteriores, agrupándose en el 4º cuadrante especies que ya en otros sectores habían mostrado su condición de estivales. En oposición a ellas lo hicieron las especies típicamente invernales (*Synchaeta* sp. y la estenoterma del frío *N. acuminata*).

## 7. Estación 7 (sector adyacente al arroyo "El Totoral").

### 7. 1. Variables que influyeron sobre el zooplancton, en función del tiempo



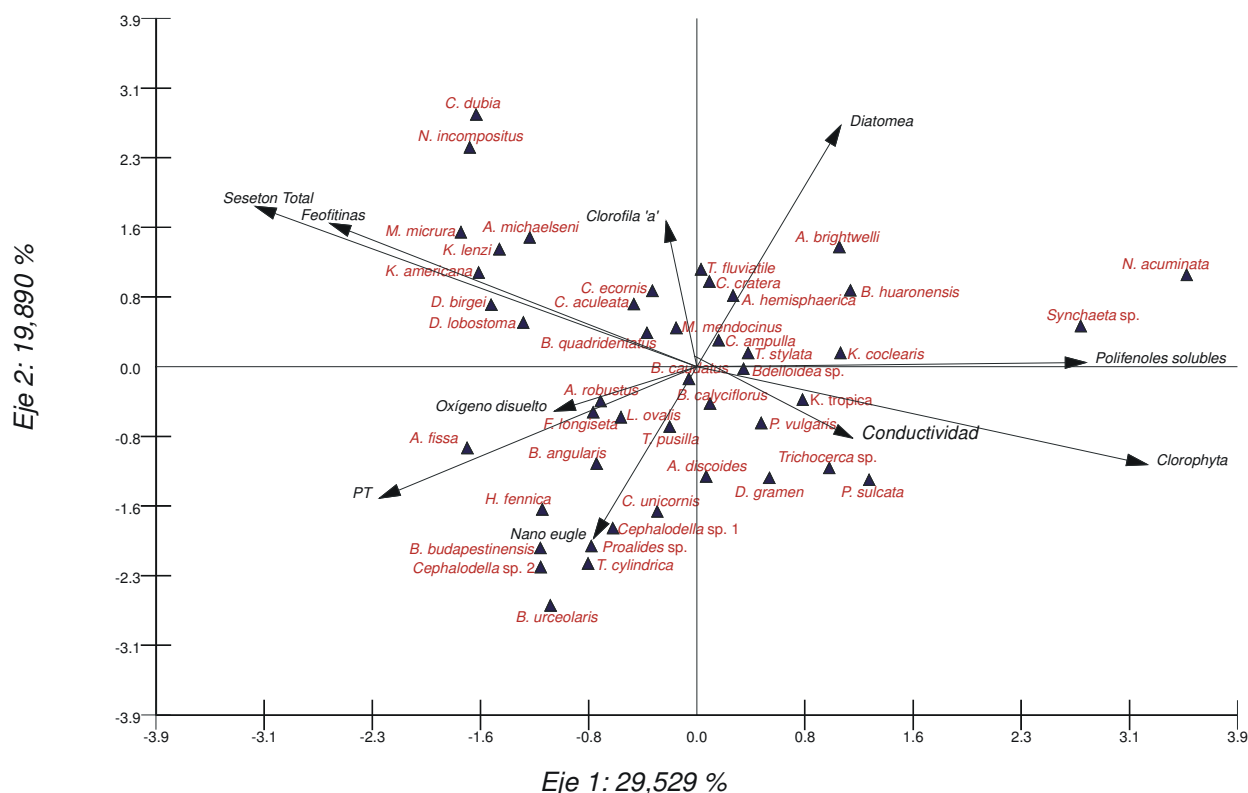
**Fig. 124: CCA de las especies presentes en el sector de la estación "7", a lo largo del ciclo anual.**

Los dos primeros ejes del CCA realizado en base a las abundancias numéricas zooplanctónicas del sector adyacente a la desembocadura del arroyo "El totoral" en la laguna (Fig. 124) abarcaron el 49,42% de la variación total.

El primer eje mostró correlaciones marcadas con la densidad de clorofitas (0,634), con la concentración de polifenoles solubles (0,547), con los sólidos en suspensión totales (-0,621) y con las feofitinas (-0,516), mientras que el segundo se correlacionó principalmente con las de diatomeas (0,642), de euglenofitas nanoplanctónicas (-0,458) y con la concentración de fósforo total (-0,350).



## 7. 2. Las especies y las variables ambientales en la estación 7.



Vector scaling: 10,13

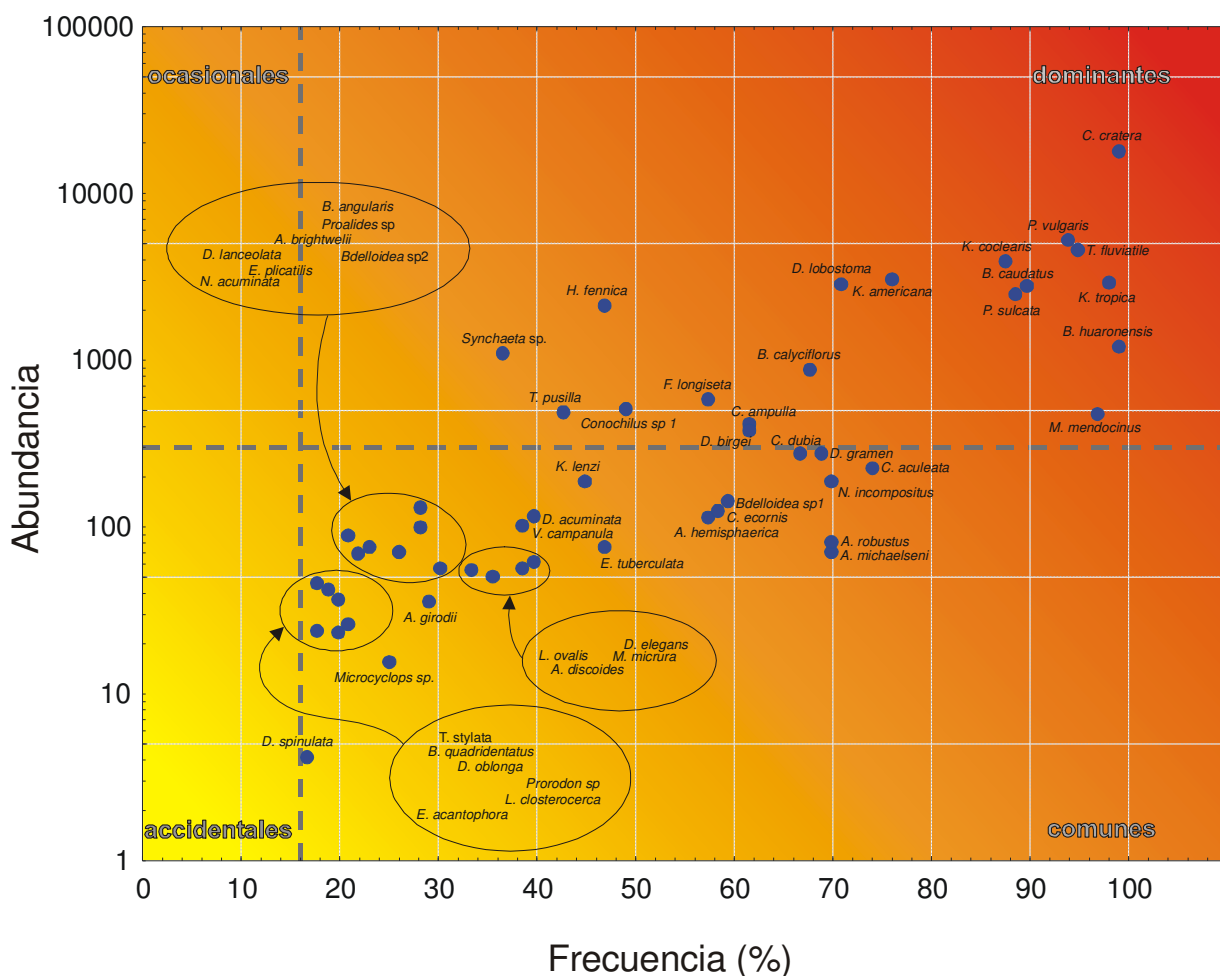
**Fig. 125: CCA de las especies presentes en la estación 3, a lo largo del ciclo anual.**

En el análisis de correspondencia de este sector de la laguna, la agrupación de los meses (Fig. 124) muestra características similares que las observadas para el resto de la laguna. Del mismo modo, la distribución de las especies más importantes muestra en la Fig 125, a *Synchaeta* sp y *N. acuminata* en el sector de la gráfica que se corresponde con los meses invernales. En el cuadrante opuesto se agruparon las especies que en toda la laguna se asociaron a una elevada temperatura del agua, junto con otras especies que no fueron importantes en los demás sitios de muestreo (*B. urceolaris*, *B. budapestinensis* y dos especies del género *Cephalodella*).

*C. dubia* y *N. incompositus* se agruparon en relación con baja conductividad.

#### 4. La laguna en su conjunto

La importancia de las especies registradas en toda la laguna varía según se tome en cuenta la frecuencia de ocurrencia o la abundancia observada para cada una de ellas. El método de Olmstead (Fig. 126) permite ordenar las especies en base a estos dos criterios en forma simultánea.



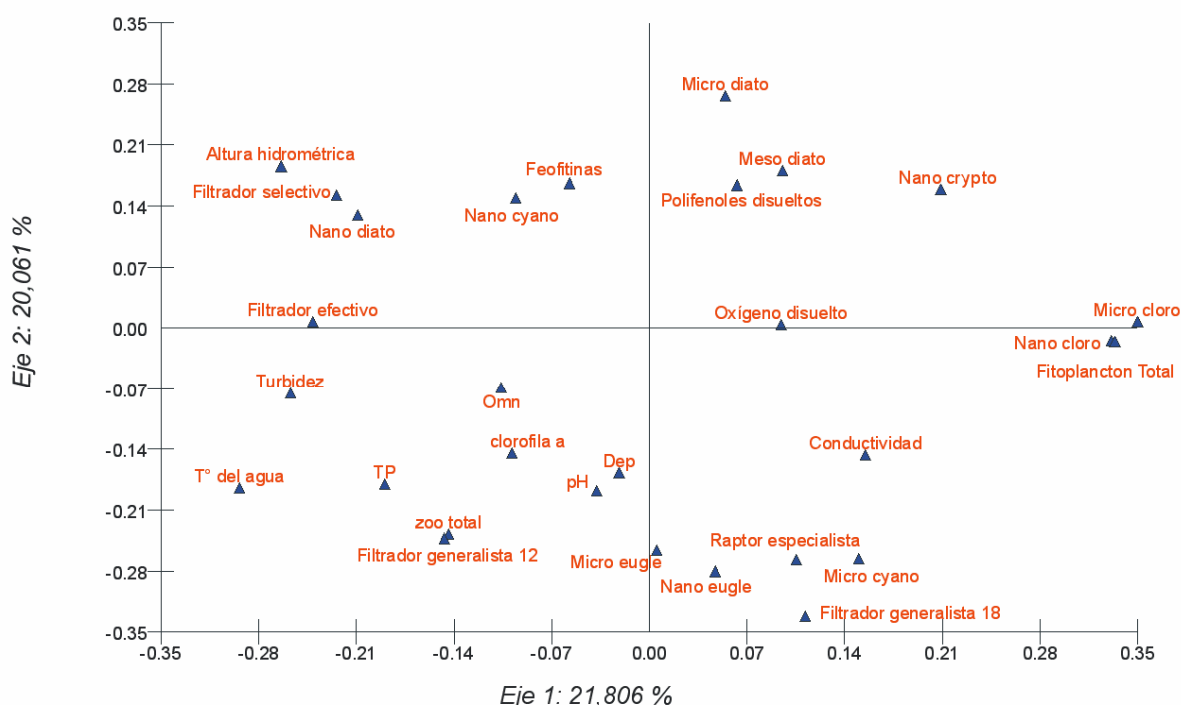
**Fig. 126.: Gráfico de Olmstead realizado en base a las abundancias y frecuencias de ocurrencia de las muestras zooplanctónicas de la laguna. En virtud de la gran cantidad de especies accidentales, éstas no se muestran en el gráfico.**

En este gráfico puede apreciarse que entre las especies dominantes, la más destacada tanto en frecuencia de ocurrencia como en abundancia numérica resultó ser un ciliado tintinoideo (*C. cratera*) a la cual le siguieron en orden de importancia dos especies: una de las cuales es un rotífero euplanctónico (*P. vulgaris*) y la otra, otro ciliado tintinoideo (*T. fluviatile*). Las restantes especies dominantes comprendieron rotíferos euplanctónicos, cladóceros euplanctónicos, copépodos, amebas testáceas y rotíferos epifíticos. Algunas de estas especies exhibieron picos estacionales, como el caso de *Synchaeta sp.* (invernal), *H. fennica*, *F. longiseta* y *B. calyciflorus* (estivales).

Amebas testáceas, ciliados, rotíferos euplanctónicos y perifíticos, cladóceros euplanctónicos y copépodos euplanctónicos y de hábitos no estrictamente planctónicos conformaron el heterogéneo grupo de las especies comunes. Este grupo incluyó algunas especies de marcada estacionalidad, como fue el caso de *N. acuminata*.

En este análisis no se observaron especies ocasionales.

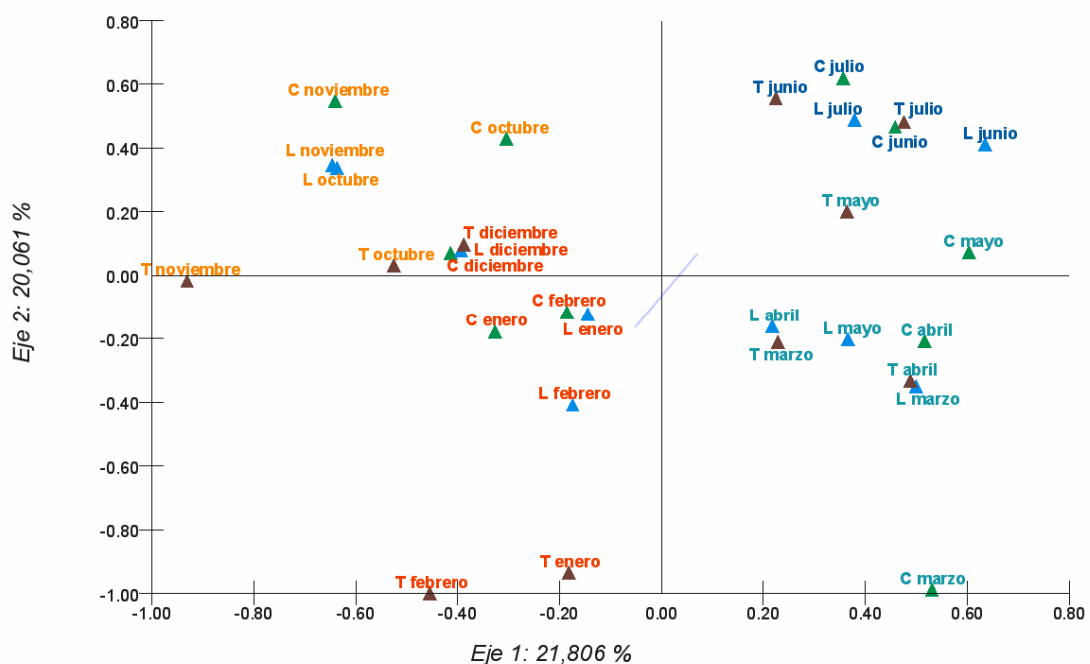
El análisis de componentes principales en base a los distintos integrantes del zooplancton (agrupados por funcionalidad), los distintos componentes del fitoplancton (agrupados por tamaño) y las variables ambientales más relevantes abarcó, con sus dos primeros componentes, cerca del 41,9 % de la variación total. Debido a que los datos fitoplanctónicos estaban restringidos a las estaciones 1 (compuerta), 5 (sector profundo) y 7 (sector adyacente al arroyo El Totoral), fueron éstos los tres sitios que se utilizaron para el presente análisis.



**Fig 127: Agrupamiento de variables en el análisis de componentes principales en base a variables físicas, químicas y biológicas de toda la laguna, tomando al zooplancton expresado en abundancia numérica.**

En el gráfico que corresponde a las variables de este análisis (Fig. 127) puede observarse que el primer componente (21,8 % de la variación total) se asocia a la abundancia numérica del fitoplancton (principalmente su fracción más palatable) en relación con el efecto de pastoreo (representado por los filtradores

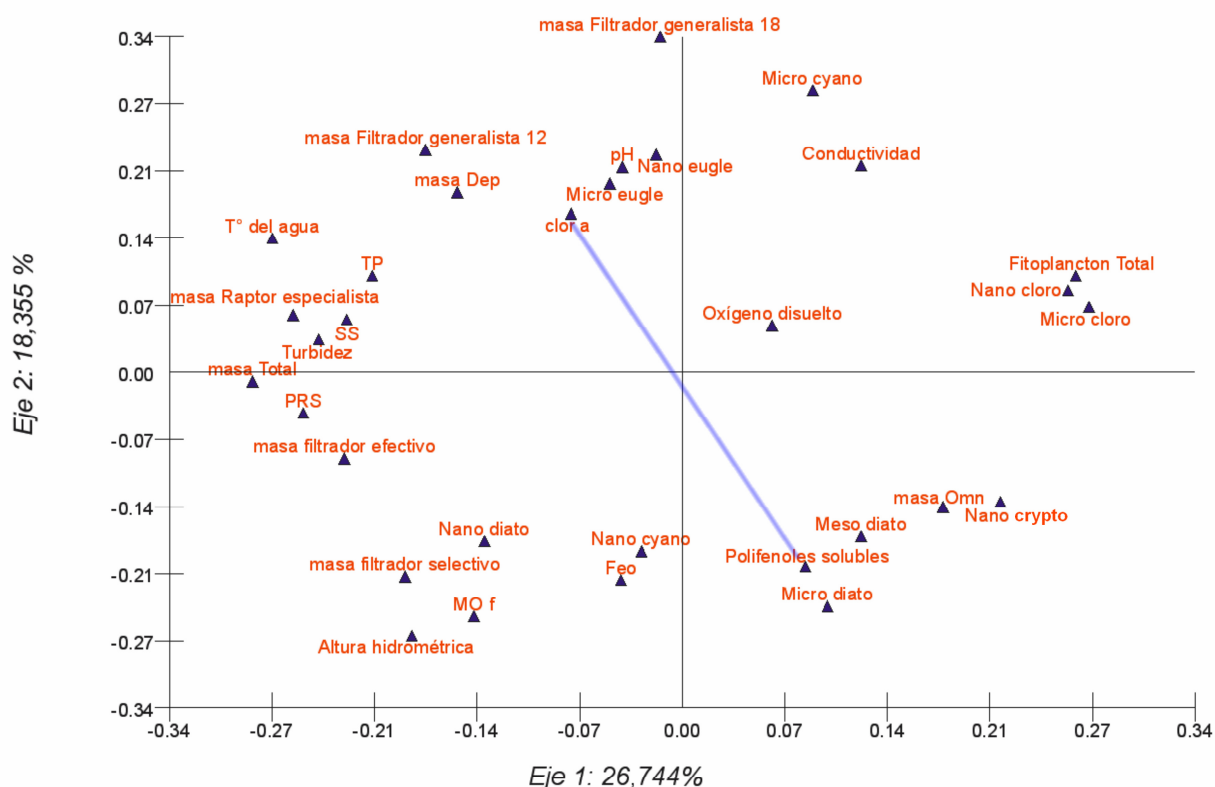
efectivos), mientras que el segundo componente (20,06%) se asocia, en su sector negativo, con variables vinculadas a la producción primaria y al crecimiento de la comunidad fitoplanctónica (concentración de clorofila "a" y pH) y en su sector positivo con variables vinculadas a la inhibición y senescencia de dicha comunidad (polifenoles solubles y feopigmentos).



**Fig 128: Agrupamiento de eventos en el análisis de componentes principales realizado con variables físicas, químicas y biológicas de la laguna: ▲, sector de la compuerta; ▲, centro de la laguna; ▲, sector del totoral. ■, primavera; ■, verano; ■, otoño; ■, invierno.**

Al representar los eventos de muestreo (sitios por meses) sobre la base del análisis anterior (Fig 128) se observa una agrupación estacional en sentido semejante a la observada en los análisis multivariados realizados en base a la abundancia de las especies zooplanctónicas (CCA de las figuras 115, 117, 119,

121, 123, 125, 127), mostrando una diferenciación temporal mucho más marcada que la espacial.

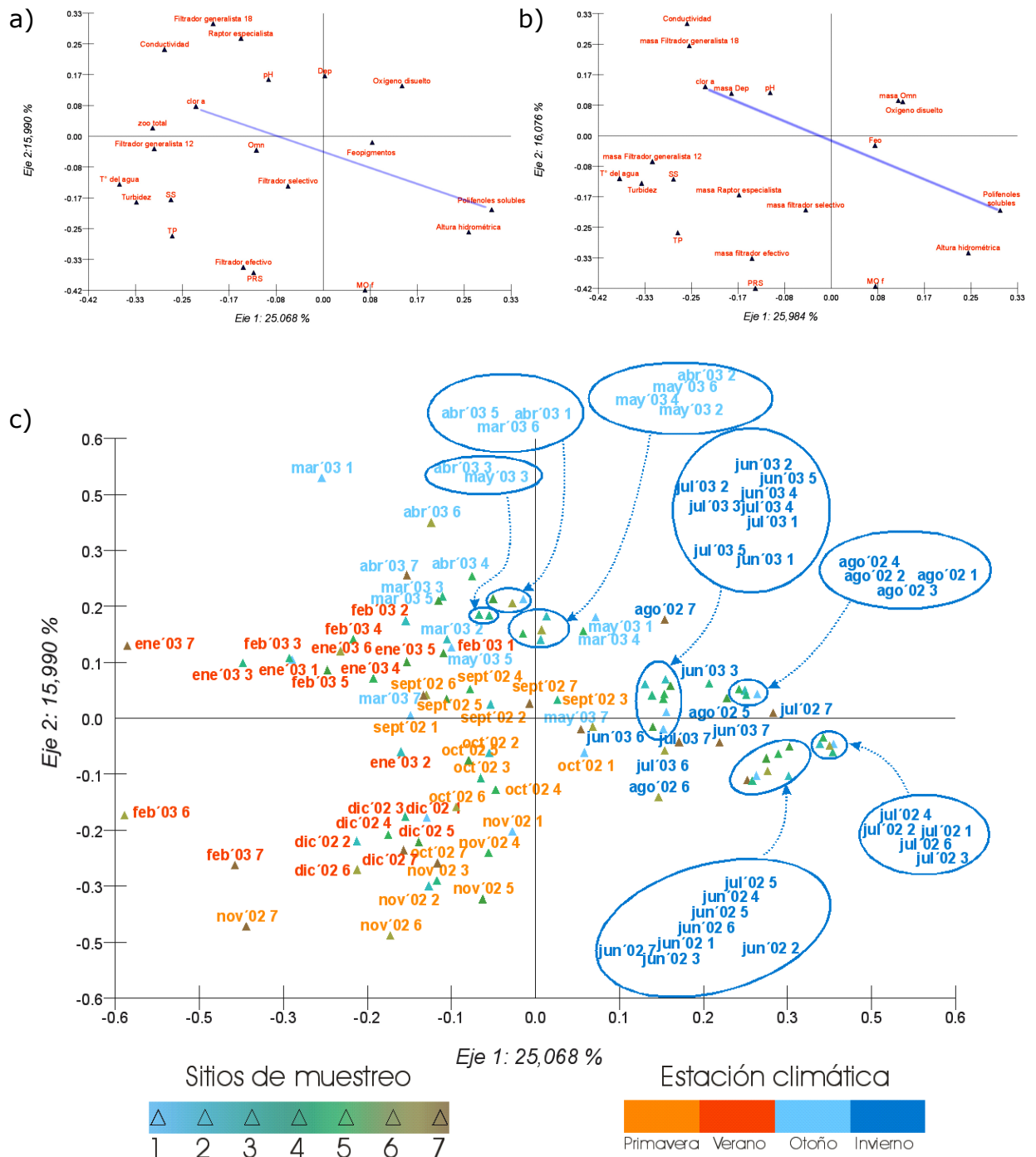


**Fig 129: Agrupamiento de variables en el análisis de componentes principales en base a variables físicas, químicas y biológicas de toda la laguna, tomando al zooplancton expresado en biomasa.**

Al analizar las variables en función del zooplancton expresado en términos de biomasa (Fig 129) se puede apreciar que el eje principal del nuevo análisis (26,7 % de la variación total) está, al igual que en el análisis anterior, expresando la abundancia fitoplanctónica en relación al pastoreo.

El segundo componente (18,35 % de la variación) también guarda semejanzas con el análisis basado en la abundancia numérica y, si bien todo el eje está invertido respecto del análisis de Componentes Principales realizado con el zooplancton expresado en abundancias numéricas, expresa el estado de la comunidad fitoplanctónica y su inhibición por polifenoles.

Al dejar de lado los datos provenientes de la comunidad fitoplanctónica pudo realizarse un análisis semejante a los anteriores tomando los datos de las siete estaciones de muestreo presentes relevadas (Fig 130).



**Fig 130: Agrupamiento de las variables y los eventos de muestreo en el análisis de componentes principales realizado en base a variables físicas, químicas y biológicas de toda la laguna, tomando al zooplancton expresado en abundancia numérica (a y c), y en biomasa (b).**

Este análisis arrojó resultados semejantes al anterior. Las agrupaciones de las variables (Fig 130 a y b) arrojaron un cuadrante dominado por la producción primaria (clorofila "a" y pH), relativamente cerca del grueso de los rotíferos (filtradores generalistas de partículas de hasta 12  $\mu\text{m}$ ) y del zooplancton total, en el caso particular de su densidad numérica (Fig 130, a). En el cuadrante opuesto, se agruparon los polifenoles solubles y los feopigmentos (causa y efecto, respectivamente, de la inhibición fitoplanctónica)

Al graficar los eventos de muestreo (Fig 130, c) se aprecia que su agrupamiento responde a la variación estacional mucho más claramente que a la espacial. De este modo, primavera y verano de la figura 130 c se correspondieron con el extremo del primer factor que estuvo asociado a la producción primaria (clorofila "a") y secundaria (filtradores de distintos tipos) de la figura 30 a. Así también, otoño e invierno se asocian en el otro extremo del primer factor, que en la figura 130 a se asocia a la presencia de polifenoles, feopigmentos y materia orgánica disuelta.

No se observaron correlaciones significativas entre el oxígeno disuelto y las distintas fracciones de los sólidos en suspensión, pero sí lo existieron entre el oxígeno y la turbidez ( $-0,229$ ;  $p=0,038$ ).

Los polifenoles solubles registraron débiles correlaciones negativas con las algas, sólo pudiendo mencionarse la correlación hallada con las diatomeas mesoplanctónicas, equivalentes al mesofitoplancton total ( $-0.37$ ;  $p=0,05$ ). Tampoco fueron significativas las correlaciones halladas entre los polifenoles solubles y la clorofila "a", si bien lo fue su relación con el pH ( $-0,297$ ;  $p=0,006$ ).



La turbidez y los sólidos en suspensión mostraron correlaciones negativas con varios grupos fitoplanctónicos, incluyendo el fitoplancton total (Tabla 10):

		Clorofitas		Criptofitas		Fitoplancton
		nanoplanctónicas	totales	nanoplanctónicas	total	
Turbidez		n/s	-0,418; p=0,024	n/s	n/s	
Sólidos en suspensión	Orgánicos	n/s	n/s	n/s	n/s	
	Inorgánicos	-0,377; p=0,044	n/s	-0,404; p=0,003	-0,377; p=0,044	
	Totales	n/s	n/s	-0,381; p=0,042	-0,405; p=0,029	

**Tabla 10: Correlaciones registradas entre los grupos algales y los factores que afectan la disponibilidad de luz en el agua.**

A diferencia de lo observado para el fitoplancton, las correlaciones significativas entre los polifenoles solubles y los integrantes de la comunidad zooplanctónica fueron numerosas y en su mayoría negativas (Tabla 11) La excepción estuvo dada por biomasa de los organismos omnívoros, que se correlacionó positivamente con el nombrado parámetro químico.

	abundancia numérica			abundancia numérica	
		biomasa			biomasa
<b>a)</b>			<b>b)</b>		
Desnudas	n/s	n/s	Filtrador generalista 12 µm	-0,344; p=0,002	-0,317; p=0,004
Ciliados	n/s	n/s	Filtrador generalista 18 µm	-0,458; p<0,001	-0,345; p=0,002
Rotíferos	-0,382; p<0,001	-0,318; p=0,004	Filtradores selectivos	n/s	n/s
Cladoceros	n/s	n/s	Filtradores efectivos	n/s	n/s
Copépodos	-0,291; p=0,008	-0,389; p<0,001	Capturador	-0,247; p=0,026	-0,415; p<0,001
Zooplankton total	-0,371; p=0,001	-0,327; p=0,003	Omnívoro	n/s	0,549; p<0,001
			Depredador	-0,261; p=0,018	n/s

**Tabla 11: Correlaciones registradas entre los grupos zooplanctónicos y los polifenoles disueltos: a) zooplancton dividido en grupos taxonómicos; b) zooplancton dividido por funcionalidad trófica.**

A excepción de su relación positiva con el oxígeno disuelto (0,254;  $p=0,019$ ), la clorofila "a" no mostró estrechas correlaciones con el resto de los parámetros físico ~ químicos, pero sí registró ciertas correlaciones con los integrantes del zooplancton, principalmente de naturaleza pastoreadora (Tabla

12):

	abundancia numérica	biomasa		abundancia numérica	biomasa
<b>Tesaceas</b>			<b>Filtrador generalista</b>		
<b>a) Ciliados</b>	0,477; $p<0,001$	n/s	<b>12 <math>\mu</math>m</b>	n/s	-0,240; $p=0,030$
<b>Rotíferos</b>	n/s	n/s	<b>Filtrador generalista</b>		
<b>Cladoceros</b>	0,317; $p=0,004$	n/s	<b>18 <math>\mu</math>m</b>	n/s	n/s
<b>Copépodos</b>	n/s	n/s	<b>Filtradores selectivos</b>	0,348; $p=0,001$	0,322; $p=0,003$
<b>Zooplancton total</b>	0,0341; $p=0,002$	n/s	<b>Filtradores efectivos</b>	n/s	n/s
			<b>Capturador</b>	n/s	n/s
			<b>Omnívoro</b>	0,310; $p=0,005$	n/s
			<b>Depredador</b>	n/s	n/s

**Tabla 12: Correlaciones registradas entre los grupos zooplanctónicos y a concentración de clorofila "a": a) zooplancton dividido en grupos taxonómicos; b) zooplancton dividido por funcionalidad trófica.**

El pH, por su parte, se correlacionó en forma positiva con la temperatura (0,370;  $p<0,001$ ) y en forma negativa con los polifenoles solubles, con la materia orgánica (-0,289;  $p=0,008$  y -0,374;  $p=0,001$  respectivamente), y con los sólidos suspendidos de naturaleza orgánica (-0,251;  $p=0,023$ ). Los únicos integrantes del fitoplancton que exhibieron una correlación con el pH fueron las diatomeas mesoplanctónicas (0,45;  $p=0,014$ ) que representaron un grupo minoritario de la mencionada comunidad.

Más marcadas que las anteriores fueron las correlaciones registradas entre el pH y los miembros de la comunidad zooplanctónica (Tabla 13):

a)			b)		
	abundancia numérica	biomasa		abundancia numérica	biomasa
Tesaceas	0,276; p=0,001	n/s	Filtrador generalista 12 µm	0,489; p<0,001	0,477; p<0,001
Ciliados	n/s	n/s	Filtrador generalista 18 µm	0,239; p=0,005	n/s
Rotíferos	0,447; p<0,001	0,305; p<0,001	Filtradores selectivos	n/s	n/s
Cladoceros	n/s	-0,192; p=0,022	Filtradores efectivos	-0,448; p<0,001	-0,407; p<0,001
Copépodos	-0,168; p=0,49	n/s	Capturador	0,216; p=0,011	n/s
Zooplancton total	0,212; p=0,12	n/s	Omnívoro	n/s	0,196; p=0,021
			Depredador	n/s	n/s

**Tabla 13: Correlaciones registradas entre los grupos zooplanctónicos y el pH: a) zooplancton dividido en grupos taxonómicos; b) zooplancton dividido por funcionalidad trófica.**

Cuando se confrontan los grupos zooplanctónicos con los fitoplanctónicos, las correlaciones más significativas se observaron entre los organismos filtradores y las clorofitas (Tabla 14). Es de destacar que ninguna de las fracciones de las cianofitas registró correlaciones significativas con los integrantes del zooplancton agrupados por sus comportamientos alimentarios.

			Clorofitas			Euglenofitas	
			nanoplanctónicas	microplanctónicas	totales	nanoplanctónicas	totales
Filtradores generalistas	12 µm	...abundancia	n/s	n/s	-0,411; p=0,027	n/s	n/s
		...biomasa	n/s	n/s	-0,416; p= 0,025	n/s	n/s
	18 µm	...abundancia	n/s	n/s	n/s	0,743; p<0,001	0,421; p=0,023
		...biomasa	-0,374; p=0,046	n/s	-0,380; p= 0,042	n/s	n/s
Filtradores selectivos		...abundancia	n/s	n/s	-0,406; p= 0,029	n/s	n/s
		...biomasa	n/s	n/s	-0,415; p=0,025	n/s	n/s
Filtradores efectivos		...abundancia	n/s	n/s	-0,378; p= 0,043	n/s	n/s
		...biomasa	n/s	n/s	-0,385; p=0,039	n/s	n/s
Capturadores		...abundancia	n/s	0,477; p= 0,009	n/s	0,922; p<0,001	0,452; p=0,014
		...biomasa	-0,397; p=0,033	n/s	n/s	n/s	n/s

**Tabla 14: Correlaciones registradas entre el fitoplancton considerado "palatable" y los grupos zooplanctónicos herbívoros.**

Finalmente, al comparar los distintos grupos zooplanctónicos entre sí, se registraron diversas correlaciones. De todas ellas se destacan las negativas entre los filtradores especialistas (selectivos y efectivos) y los depredadores, las positivas entre ambos grupos de filtradores generalistas y entre los generalistas de partículas mayores y los filtradores efectivos. También son de destacarse las correlaciones negativas entre la biomasa de omnívoros y la biomasa de casi todo el resto de los grupos tróficos tratados (Tabla 15).

a)

	Depredadores	Omnívoros	Filtradores			
			Generalistas 12 $\mu$ m	Generalistas 18 $\mu$ m	Selectivos	Efectivos
Depredadores						
Omnívoros	0,229; p=0,007					
Filtradores 12 $\mu$ m	n/s	n/s				
Filtradores generalistas 18 $\mu$ m	n/s	n/s	0,356; p<0,001			
Filtradores selectivos	-0,186; p=0,028	n/s	n/s	0,354; p<0,001		
Filtradores efectivos	-0,168; p=0,048	n/s	n/s	n/s	n/s	
Capturadores	n/s	n/s	n/s	0,619; p<0,001	-0,201; p=0,018	n/s

b)

	Depredadores	Omnívoros	Filtradores			
			Generalistas 12 $\mu$ m	Generalistas 18 $\mu$ m	Selectivos	Efectivos
Depredadores						
Omnívoros	n/s					
Filtradores 12 $\mu$ m	n/s	-0,251; p=0,003				
Filtradores generalistas 18 $\mu$ m	n/s	-0,277; p=0,001	0,365; p<0,001			
Filtradores selectivos	-0,262; p=0,002	-0,175; p=0,039	n/s	0,346; p<0,001		
Filtradores efectivos	n/s	n/s	n/s	0,398; p<0,001	0,171; p=0,044	
Capturadores	0,582; p<0,001	-0,277; p=0,001	0,416; p<0,001	0,571; p<0,001	n/s	0,267; p=0,002

**Tabla 15: Correlaciones registradas entre los distintos grupos zooplanctónicos: a) abundancias numéricas; b) biomاسas.**

### **Discusión**

La estructura de la comunidad zooplanctónica estuvo fuertemente influenciada por la presencia de especies de hábitos de vida distintos a los típicamente euplanctónica. Incluso se contaron entre las más importantes tanto en frecuencia como en abundancia. Estas especies fueron, de acuerdo a lo enunciado por Cardoso y Da Motta Marques (2004) un claro indicador de la susceptibilidad de este tipo de cuerpos de agua a las influencias eólicas, principalmente en años en que las macrófitas sumergidas están ausentes.

En coincidencia con Weithoff *et al* (2001), el lugar y el momento de mayor disturbio (originado por acción eólica) coincidió con los menores registros de diversidad en el ciclo anual

En este ciclo anual los grandes grupos zooplanctónicos se alternaron en la dominancia en el aspecto de la densidad numérica. Pueden distinguirse tres momentos en que los rotíferos dominaron en toda la laguna. El resto del tiempo el zooplancton estuvo dominado por ciliados y copépodos y, con menor frecuencia, por amebas testáceas. Los cladóceros fueron poco importantes y en su período de mayor abundancia mostraron en los distintos sectores de la laguna una clara tendencia a la sustitución de las especies de menor talla (*B. huaronensis*, que fue el cladócero más abundante en los primeros meses) por las de talla mayor (*D. birgei*). Esto está vinculado a la característica termófila de *D. birgei* (Fabián y Cruz Pizarro, 1997). Además, este fenómeno podría estar expresando una disminución en la actividad de los organismos planctófagos (Broks y Dodson, 1965) que predan selectivamente sobre los zooplanctontes de mayor talla, o bien la baja densidad fitoplanctónica total registrada en dichas ocasiones de muestreo que pudo haber permitido sólo el éxito de los organismos filtradores de mayor talla, por tener un

umbral más bajo en cuanto a demanda de concentración alimentaria (Gliwicz, 1990). La importancia de los cladóceros se vio reflejada en la biomasa zooplanctónica, en la cual codominaron en casi toda la laguna durante el período de primavera. A pesar de ello, la biomasa zooplanctónica respondió más a lo que se espera para lagos someros eutróficos (Gulati, 1990; Currie *et al*, 1999; Renella y Quirós, 2006), constituida mayormente en toda la laguna y a lo largo de la mayor parte del año por los copépodos. La abundancia relativa de los copépodos calanoideos y ciclopoideos está regulada por los efectos de la competencia de los primeros con las larvas nauplii de ciclopoideos y por los de depredación de los adultos de ciclopoideos sobre los juveniles de calanoideos (Soto y Hurlbert, 1991). En general, respecto al balance de ambos grupos se observa que en ambientes con concentraciones crecientes de nutrientes hay un incremento en la supervivencia de los juveniles de ciclopoideos que son obviamente competidores inferiores respecto a la adquisición de alimento con respecto a otros pastoreadores (Gyllstro *et al*, 2005).

La presencia, frecuencia e importancia de las especies se resume en un panorama en el que llama la atención el protagonismo de los protistas. Esta asociación de los protistas con los eventos eólicos y el oleaje ya fue resaltada por Cardoso y Da Motta Marques (2004) en otro ambiente somero. Entre las especies dominantes de mayor importancia se registraron dos tintinoideos euplanctónicos: *C. cratera* y *T. fluviatile*, especies comunes en lagos, lagunas y embalses de baja conductividad, que se alimentan principalmente de algas y suelen tener sus picos de densidad en primavera (Foissner *et al*, 1999; Carrick, 2005). Sin embargo, a diferencia de estas observaciones y en coincidencia con Cardoso y Da Motta Marques (2004) quien señala que en presencia de oleaje los tintinoideos pueden dominar el aspecto cuantitativo de las muestras de plancton durante todo el año,

*C. cratera* ha mostrado, además de los picos de abundancia esperables de primavera otros en verano e incluso en otoño que fueron los de mayor magnitud.

Otros protistas que se encontraron entre las especies dominantes y que expresan la importancia del oleaje (Cardoso y Da Motta Marques , 2004) en la estructuración de la comunidad zooplanctónica fueron las amebas testáceas *D. lobostoma* y *C. ampulla*. Si bien la primera es considerada como estenoterma termófila por Alekperov y Snegovaya (1999), estuvo presente en todo el año, con un pico principal en primavera y uno secundario en verano. El resto de las especies del género (mayormente bentónicas) y *C. ampulla*, se consideran euritermas para las temperaturas que normalmente se registran en lagos con estacionalidad marcada, pero sus máximas densidades se registran en los momentos de mayor temperatura (Alekperov y Snegovaya 1999).

A su vez, fueron de gran importancia algunas especies de rotíferos. Entre ellas se destacó *P. vulgaris*, que es una especie tolerante a amplios rangos de temperatura y pH, si bien no tolera bajas concentraciones de oxígeno disuelto (Koste, 1978; Pejler y Berzinš, 1989). *K. cochlearis* también estuvo entre los rotíferos más destacados, con altas densidades en los ventosos meses de primavera, en contraposición a lo expresado por Koste (1974) quien indica sus preferencias por las aguas quietas. Otra especie de importancia fue *P. sulcata*, típico de climas cálidos (Koste, 1974). Además de *K. cochlearis*, se hallaron entre los rotíferos dominantes otras varias especies de braquiónidos: *K. tropica* y *K. americana* se encuentran en el grupo de especies de mayor dominancia. *B. caudatus* aparece con importancia a pH > 7, contradiciendo lo afirmado por Koste (1974) que resalta las preferencias de esta especie por valores bajos de pH.

Otro braquiónimo de importancia, *B. calyciflorus*, presentó casi siempre formas sin espinas posteriores. Esta predominancia de las formas inermes fue

independiente de las densidades numéricas de las especies del género *Asplanchna*, lo que se contrapone a lo hallado en el primer ciclo anual que abarca este mismo trabajo (septiembre de 1997~ agosto de 1998) y a lo expresado por Sarma *et al* (2004) quien sostiene que la importancia relativa de las formas con espinas parecen ser directamente proporcionales a la densidad numérica de *Asplanchna* sp., probablemente como respuesta defensiva contra la predación.

En un segundo plano de dominancia aparecen *F. longiseta*, especie estival típica de lagos someros y eutróficos (Nogrady y Segers, 2002), *H. fennica*, *T. pusilla*, *C. unicornis* y una especie de *Synchaeta* que se relacionó negativamente con la temperatura, tal como se lo señala como característica para el género (Nogrady y Segers, 2002).

Entre los cladóceros que se contaron como dominantes, *B. huaronensis* fue el de mayor frecuencia y abundancia acumulada y pone de manifiesto, según Broks y Dodson (1965) y MacIsaac y Gilbert (1989), la importante presión de predación que sufrieron los cladóceros de mayor talla como *M. micrura* y *Daphnia spinulata*, presentes en la laguna pero con densidades muy bajas. Con mucho menor importancia en cuanto a frecuencia, pero principalmente debido a su abundancia numérica *D. birgei* fue la especie dominante de mayor capacidad de filtración.

Finalmente, *M. mendocinus* fue el único copépodo que se ubicó entre las especies dominantes que es considerado colonizador de ambientes por su carácter eurihalino y con dominancia en ambientes con alta producción fitoplanctónica (Medina-Júnior y Rietzler, 2005).

Los organismos comunes (frecuentes pero poco abundantes) comprenden varias especies de amebas testáceas de los géneros *Diffugia* (5 especies), *Centropyxis* (2), *Arcella* (2) y *Euglypha* (2) cuya presencia continúa abonando lo



expresado por Cardoso y Da Motta Marques (2004) en el sentido de su relación con factores eólicos y de oleaje.

Los ciliados aportan al grupo de los organismos comunes, especies como *E. plicatilis* y *V. campanula* vinculadas a macrófitas o detritus (Foissner et al, 1999) y especies planctónicas depredadoras (*Prorodon* sp.).

Los rotíferos aportan al grupo de las especies comunes formas con diversos hábitos tróficos y de sustrato. Entre ellos, los de mayor importancia resultaron ser los bdelloideos, considerados por Pejler y Berzinš (1993<sup>a</sup>) como tolerantes en cuanto al sustrato, pero sin hábitos planctónicos.

Los braquiiónidos mostraron también especies comunes: *K. lenzi*, *B. quadridentatus* y *B. angularis*, la última de las cuales estuvo asociada a las muestras correspondientes a los sitios y momentos de mayor conductividad, en concordancia con lo señalado por Koste (1974). Con menor frecuencia por ser estenoterma del frío (Koste, 1974; Berzinš y Pejler, 1989) *N. acuminata* también se contó entre las especies comunes.

Otros rotíferos comunes fueron las especies depredadoras y cosmopolitas *A. brightwelli* y *A. girodi* (Koste, 1974; Sarma et al, 2004) y las especies no planctónicas *L. closterocerca* y *L. ovalis*.

En el grupo de los comunes también se ubicaron especies de cladóceros que, en orden de importancia fueron: *C. dubia*, que a pesar de lo observado por Olivier (1962) presenta cierta importancia en ausencia de vegetación, *M. micrura* y, casi como especie accidental, *D. spinulata*, ésta última posiblemente limitada por la baja salinidad y la depredación por parte de los peces planctófagos (Olivier, 1962).

Finalmente, los copépodos más importantes entre los comunes fueron las especies de *N. incompositus* (herbívoros) y *A. robustus* y *A. michaelsoni*, depredadores (Roche, 1990).

La falta de macrófitas sumergidas puede estar vinculada al aumento del nivel hidrométrico en los meses previos al período de estudio que provocó que las condiciones de iluminación de los sedimentos de la laguna estuvieran por debajo del umbral necesario (Scheffer *et al*, 1993; Coops *et al*, 2003) para que prosperaran los turiones de *S. pectinata* que estuviera presente con anterioridad en la laguna. Finalmente, la combinación entre el alto nivel hidrométrico inicial (que determinó la ausencia de macrófitas sumergidas), su descenso posterior y la abundancia de vientos principalmente en primavera y verano temprano tuvieron como consecuencia una elevada concentración de sólidos resuspendidos que hicieron que las aguas estuvieran característicamente turbias la mayor parte del año, en todos los niveles de la columna de agua. La turbidez aumentó en los niveles más próximos a los sedimentos, principalmente durante primavera y verano y mostró claramente el efecto de la resuspensión de los sedimentos de la laguna. En el momento del ciclo en que la altura hidrométrica fue mínima y los vientos, máximos (período comprendido entre octubre de 2002 y febrero de 2003), la turbidez aumentó en toda la columna de agua, llegando a registrar valores elevados incluso en los niveles superficiales. El detritus puede infligir considerable daño a los zooplanctones porque puede perturbar su aparato de filtración inhibiendo su alimentación y crecimiento. Esto conlleva a una reducción de su biomasa media. Se ha comprobado que una elevada turbidez promueve la supresión de los cladoceros pero favorece a los rotíferos resultando en una reducción de la biomasa promedio del zooplancton (Haberman and Laugaste, 2003).

En virtud de las características morfométricas del cuerpo de agua (someridad, amplia extensión areal) y de su territorio circundante (llanura) toda la columna de agua se vio perturbada por oleaje. Semejante panorama es

concordante con lo ocurrido en el primer ciclo anual que comprende este mismo trabajo, y con las afirmaciones de Jeppesen *et al* (1998<sup>a</sup>). Estas características explican la falta de gradientes definidos en función de la profundidad para la mayoría de las variables físicas, químicas y biológicas. Sin embargo, las amebas testáceas se agruparon en la mitad superior del perfil vertical. Los ciliados, cuando fueron importantes, mostraron una tendencia opuesta a la exhibida por las amebas testáceas dado que se concentraron en los niveles profundos. Entre los metazoos, la heterogeneidad de la distribución vertical de los grandes grupos fue mucho menos clara. Para la abundancia numérica de los rotíferos sólo se aprecia cierta tendencia al agrupamiento en los niveles superficiales en marzo. Al tratar la biomasa del grupo se observa una preferencia más marcada por los niveles superficiales, dada por la distribución de los organismos pertenecientes a las especies de mayor talla (*B. calyciflorus*, *A. brightwelli*) y de mayor movilidad (*P. vulgaris*). Algo semejante ocurre al analizar la distribución de los crustáceos. Los cladóceros, de distribución numérica más o menos homogénea (*B. huaronensis*), muestran concentraciones en los niveles superficiales o en los niveles medios gracias a la presencia de especies de mayor talla (*C. dubia*, *D. birgei*). En relación con los copépodos, las formas numéricamente más abundantes (larvas nauplii) mostraron distribuciones más o menos uniformes en el perfil vertical con leves preferencias por la mitad superior del perfil vertical. A diferencia de esto, cuando se toma en consideración la biomasa, pueden apreciarse picos superficiales, subsuperficiales y en el estrato central del perfil.

Al no haber existido eventos hidro ~ meteorológicos de enorme magnitud como los registrados en el primer ciclo anual, la diferenciación en la dimensión horizontal fue mucho menos acentuada que en el mencionado período. Durante el período que abarcó el estudio de este ciclo anual no existieron ingresos de agua

procedente del cauce principal del río Salado. En momentos en que existió una conexión entre la laguna de Monte y la laguna Las Perdices, el flujo neto de las aguas tuvo lugar desde la laguna de Monte hacia las encadenadas y en ningún momento el agua de Las Perdices (y mucho menos del cauce principal del río) ingresó a la laguna de Monte. De esta manera, las influencias que el río Salado pudo haber ejercido sobre la laguna fueron escasas o nulas y sin incorporación de zooplanctones como en el período comprendido entre septiembre de 1997 y agosto de 1998 (Claps *et al* 2004).

El arroyo El Totoral aportó agua a la laguna como respuesta a precipitaciones locales, ninguna de las cuales tuvo el carácter de extraordinaria. Sin embargo, en los momentos en que esos aportes ocurrieron, se establecieron en la laguna pronunciados gradientes físico~químicos caracterizados por un aumento en los nutrientes, los polifenoles y la materia orgánica, y por la disminución del pH y del oxígeno disuelto.

Una marcada fluctuación de los parámetros físico~ químicos y biológicos tuvo lugar como producto de la tendencia que mostró la laguna al descenso en el nivel hidrométrico y a la diferenciación estacional del clima. Los análisis multivariados expresan la importancia de los cambios sufridos por la laguna en la escala temporal. Los análisis de componentes principales exhiben agrupaciones que se ordenan principalmente en términos cronológicos, sin mostrar discriminaciones espaciales en dicha ordenación. Esto contrasta notablemente con lo hallado en el período comprendido entre septiembre de 1997 y agosto de 1998, en el que la diferenciación espacial (horizontal) del cuerpo de agua había estado profundamente acentuada por los aportes del arroyo El Totoral. A diferencia de ello, en el presente período los aportes del mencionado afluente fueron escasos y tuvieron lugar hacia finales del ciclo anual tratado. Otra característica que

distinguió a este ciclo anual del anterior fue la fluctuación estacional de la temperatura del agua, que fue mucho más marcada en este período.

La clorofila "a", escasa a lo largo del año, tuvo algunos máximos que coincidieron con máximos en el pH. Estos fenómenos ocurrieron en primavera temprana, verano y otoño tardío. En los análisis de componentes principales, verano (coincidentes con el máximo absoluto de clorofila "a") comparten el cuadrante con la concentración de este pigmento fotosintético (medida de producción primaria) y a su vez con los filtradores generalistas (pastoreadores, medida de producción secundaria). En el cuadrante opuesto, por su parte, se sitúan junto a otoño tardío e invierno, los polifenoles solubles (vinculados en los análisis de biomasa a los organismos omnívoros). Dentro de la comunidad zooplanctónica se observó una gran importancia de los protistas. Tanto las amebas testáceas como los ciliados tuvieron elevados valores de abundancia numérica en determinados momentos del año. En primavera tuvo lugar la mayor incidencia eólica sobre la laguna, los cuales concordaron con los máximos absolutos de las amebas testáceas en el ciclo anual. Este hecho está en concordancia con las afirmaciones de Cardoso y Da Motta Marques. (2004) acerca de la vinculación existente entre la presencia de estos protistas en las muestras planctónicas y la resuspensión mecánica de los sedimentos. Esta importancia de los protistas puede también estar relacionada a la escasez de cladóceros eficientes, habiéndose señalado que los dafnidos frecuentemente suprimen a los protozoos por explotación y/o interferencia competitiva, depredación directa o daño por pasaje por las branquias (Gaedke *et al*, 2004)

Durante los meses invernales se registró en la laguna la presencia diagnóstica de especies de rotíferos consideradas estenotermas del frío (*N. acuminata*, *N. squamula*) o euritermas vinculadas a las bajas temperaturas, lo cual

concuera con las preferencias de éstas especies señaladas por Berzinš y Pejler (1989) y Nogrady (1993). Este aspecto se halla corroborado por los análisis de correspondencia canónica. También en concordancia con la literatura y corroboradas por los análisis de correspondencia se encuentran las especies estenotermas del calor como *F. longiseta* (Berzinš y Pejler, 1989; Nogrady y Segers, 2002).

Para cuerpos de agua carentes de macrófitas, Lau y Lane (2002) hallaron que la biomasa fitoplanctónica es dependiente de la disponibilidad de nutrientes y de la presión de pastoreo ejercida por el zooplancton herbívoro. Este hallazgo se ajusta parcialmente a la situación del presente caso, ya que por efecto causado por los sólidos en suspensión, la abundancia de nutrientes no se tradujo en una cantidad equivalente de clorofila "a" fitoplanctónica. Sin embargo la relación entre el fitoplancton y el pastoreo aparece corroborada en los análisis de componentes principales (abundancia fitoplanctónica versus zooplancton expresado en biomasa o en abundancia) ya que los filtradores efectivos y selectivos (cladóceros) ocuparon cuadrantes opuestos a la densidad fitoplanctónica total, mientras que los filtradores generalistas (rotíferos) ocuparon posiciones intermedias. La importancia de los ciliados está estrechamente relacionada a la producción bacteriana (Pace y Orcutt 1981; Wackowski *et al*, 2001) y, junto con la escasez de biomasa fitoplanctónica (clorofila "a") dan idea de que la red trófica de la laguna dependió en estos meses, más de la producción bacteriana que de la producción primaria.

La principal fuente de variación pasó a ser la marcada por la sucesión de las estaciones climáticas y la dimensión que expresó las mayores variaciones tanto de los parámetros físico ~ químicos, como de los parámetros biológicos (fitoplancton y zooplancton) fue la temporal.

La producción primaria del sistema fue baja a lo largo de todo el año y la mayor cantidad de nutrientes respecto del ciclo anterior (septiembre de 1997 ~ agosto de 1998) no se tradujo en un aumento proporcional de la clorofila "a" fitoplanctónica, que en el sector central de la laguna siempre estuvo por debajo de 70 µg/l. En este aspecto, existen referencias acerca del aumento de la turbidez en sistemas carentes de macrófitas, como una de las condiciones alternativas en las cuales un sistema puede estabilizarse (Scheffer, 1990; Scheffer *et al*, 1993). Muchas de las referencias a este estado turbio suponen un aumento de la producción, de la abundancia y de la biomasa fitoplanctónicas (Jeppesen *et al*, 2002). Sin embargo, el equilibrio en fase turbia puede estar dado por una gran densidad fitoplanctónica o bien por una alta concentración de sólidos en suspensión (Pace y Orcutt, 1981; Beklioglu *et al*, 1996; Nurminen, 2003).

El caso que nos ocupa está caracterizado por una fase turbia permanente marcada por la escasez de fitoplancton y de zooplancton típicamente euplanctónico, y por la abundancia de protistas y sólidos inorgánicos resuspendidos por acción eólica (Cardoso y Da Motta Marques, 2004). En este panorama es de destacar que los sólidos inorgánicos en suspensión generaron distintos efectos inhibidores sobre el crecimiento no sólo de las poblaciones fitoplanctónicas (por escasez lumínica), sino también de las poblaciones zooplanctónicas, por interferencia mecánica. Existen referencias de que a éstas últimas las inhibe en forma diferencial en función de la estrategia de filtrado y la consiguiente capacidad de selección que tengan las distintas especies y que les permita rechazar partículas no nutritivas (Bozelli, 1998; Levine *et al*, 2005). De este modo resultaron más afectadas las especies de baja selectividad y gran tasa de filtración (grandes cladóceros) y en mucha menor medida los organismos más selectivos (rotíferos y, principalmente copépodos pastoreadores). A esta

interacción, que puede interpretarse como una variable estructurante de la comunidad zooplanctónica, se adicionó la interferencia visual que provoca la turbidez en los peces la cual afecta mucho más a los piscívoros que a los planctívoros, y que por lo tanto incrementa la posibilidad de depredación sobre el zooplancton (De Robertis *et al*, 2003).



# **Ciclo diario (Muestreo Intensivo)**

## **Introducción**

Existen estudios que muestran la importancia de las migraciones diarias verticales y horizontales que efectúa el zooplancton. Este fenómeno, que responde a cambios en la intensidad de la luz que incide sobre la superficie de agua, puede ser alterado por factores químicos como la concentración de oxígeno disuelto en los niveles más profundos de la columna de agua así como también por sustancias químicas liberadas por predadores potenciales (Winder *et al*, 2003). Otro factor que incide en las migraciones verticales es la temperatura, particularmente durante períodos de estratificación térmica en aquellos lagos que la poseen (Easton y Gophen, 2003.).

Gilbert y Hampton (2001) han encontrado una combinación de migraciones verticales directas (copépodos) e inversas (*Polyarthra remata*) cuya explicación se basa en respuestas de evasión a presiones de predación ejercida por predadores invertebrados (notonéctidos). Por otra parte, las migraciones horizontales parecen ser importantes en los cuerpos más someros que presentan macrófitas acuáticas serían otra estrategia de evasión a la predación por peces (Burks *et al*, 2002), aunque el ingreso de los zooplanctones a zonas con vegetación los puede introducir en la zona de influencia de otros predadores, vertebrados e invertebrados, con lo cual se tendrían dos conjuntos de factores que motorizarían migraciones con tendencias antagónicas entre sí (Burks *et al*, 2002; González Sagrario y Balseiro, 2003).

## **Materiales y métodos**

### **Toma de muestras.**

Durante los días 26 y 27 de diciembre de 2002 se llevó a cabo un muestreo intensivo de 30 horas, con toma de muestras cada seis horas sobre una transecta de 25 m de longitud, perpendicular a la línea de costa (Fig. 1, referencias A→E). Dicha transecta consistió en cinco puntos (A, B, C, D y E) situados, el primero de ellos, a cinco metros de la costa y los restantes a 10, 15, 20 y 25 m de la costa respectivamente. Los puntos A, C y E incluyeron un perfil vertical de tres niveles, mientras que los puntos B y D fueron producto de la integración de toda la columna de agua. Las muestras se extrajeron de manera similar a los muestreos mensuales ya descritos, pero el volumen colectado se redujo a 30 l, que constituyó el volumen mínimo en dichas ocasiones.

Con las muestras de zooplancton se extrajeron muestras de 250 ml de agua de la superficie y del fondo de los puntos A, C y E, para el análisis del oxígeno disuelto por medio del método de Winkler. Para los mismos sitios (Superficie y Fondo de los sitios A, C y E) se midieron la temperatura del agua, la conductividad, el pH, la turbidez y salinidad con un sensor múltiple (HORIBA U-10).

### **Análisis de las muestras.**

Para la obtención de los valores de densidad de las distintas fracciones del zooplancton se efectuaron recuentos del mismo modo que se procedió para las muestras correspondientes a los dos ciclos anuales estudiados, y descritos en las partes I y II respectivamente.

**Análisis estadístico de las muestras.**

Se calcularon las profundidades medias de residencia de cada especie o grupo de especies para cada hora y estación de muestreo determinada, como los promedios a partir de los datos agrupados en las tres categorías de profundidades.

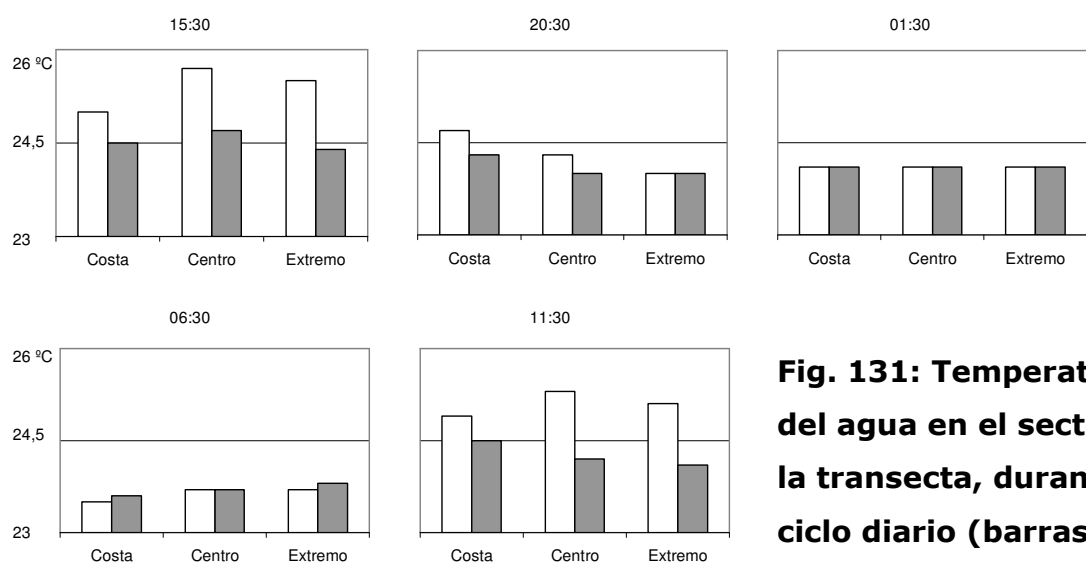
Se calcularon las distancias medias de residencia a la costa de cada especie o grupo de especies para cada hora determinada como promedios cuyos datos fueron las integraciones de las densidades observadas en la totalidad de la columna de agua, agrupadas en las tres categorías (sitios de la transecta) de distancia a la costa.

Además, a los resultados de densidad zooplanctónica obtenidos a partir de los recuentos para cada grupo o especie de interés se les practicó un análisis factorial cuyos tres factores fueron profundidad, distancia a la costa y hora de extracción de la muestra, con el objeto de detectar relaciones significativas entre el factor temporal (hora de extracción de la muestra) y los factores espaciales (profundidad y distancia de la costa) para comparar las hipótesis de que los cambios de profundidad y distancia de la costa en los picos de densidad de los grupos o especies analizados obedecen al momento del día en que se tome la muestra, o bien al azar.

## Resultados

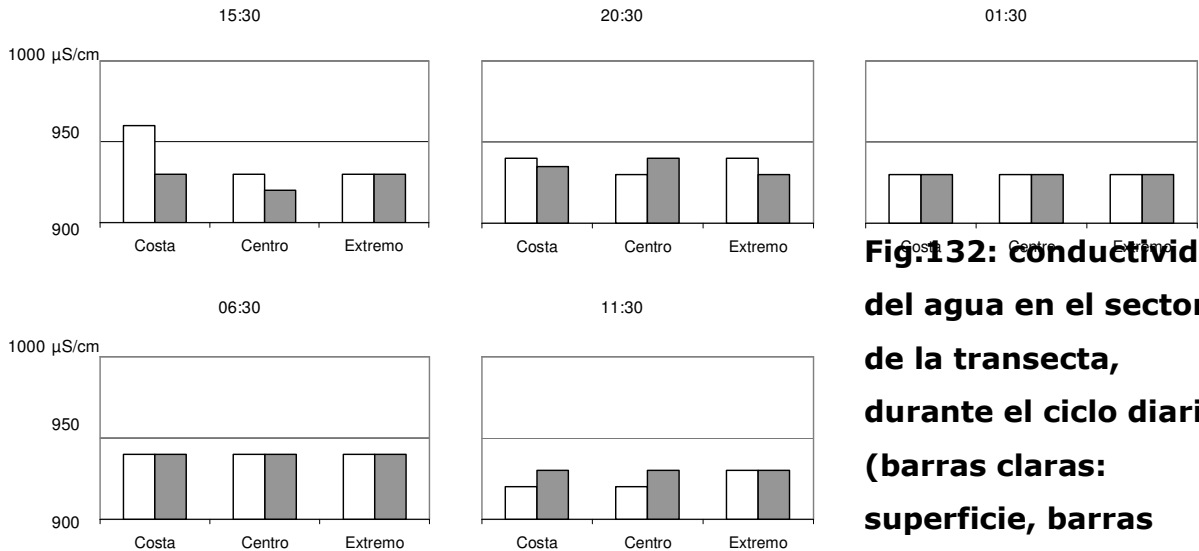
### 1. Parámetros físicos y químicos:

La temperatura del agua (Fig. 131) en el momento de la toma de muestras fue muy estable y osciló entre 23,7 °C y 25,7°C. Durante las horas de la noche no existieron diferencias entre las temperaturas registradas en los niveles superficiales y profundos de cada estación pero durante el día (momentos correspondientes a la primera y última toma de muestras) el nivel superficial mostró una temperatura más elevada que el profundo, diferencia que varió entre 0,5 °C (sector cercano a la costa) y 1°C (extremo del muelle).

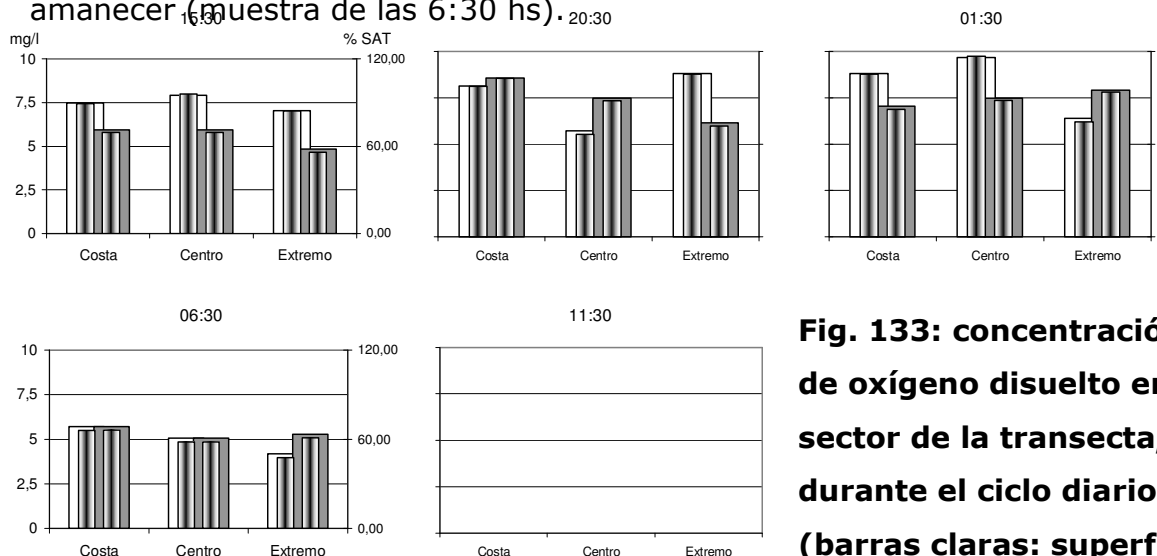


**Fig. 131: Temperatura del agua en el sector de la transecta, durante el ciclo diario (barras claras: superficie, barras oscuras: fondo).**

La conductividad (Fig. 132) mostró valores estables, y concordantes con los registrados para los otros sectores de la laguna en esta época. Así, osciló entre 920 y 940  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con un valor máximo de 960  $\mu\text{S}/\text{cm}$  durante el primer evento de muestreo, en el nivel superficial del sector más próximo a la costa.

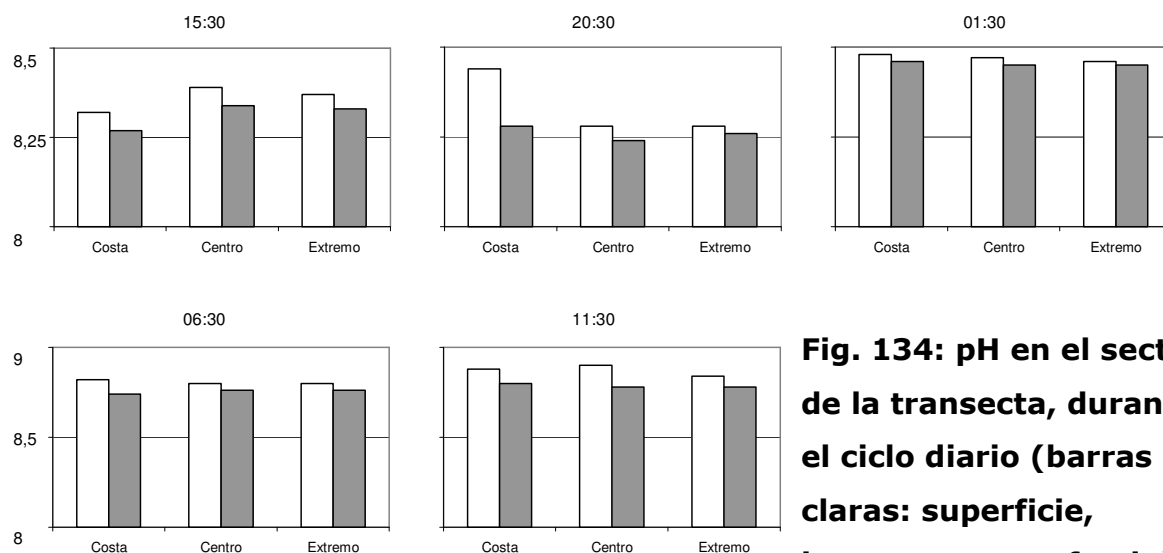


El oxígeno disuelto (Fig. 133) presentó un rango de variación amplio. Si bien nunca se constituyó en un factor limitante, varió entre 4, 18 mg/l (47 % de saturación) y 9,68 mg/l (117 %), con los valores más bajos hacia el amanecer (muestra de las 6:30 hs).



El pH (Figura 134) mostró una variación en un rango muy estrecho, pero siempre con valores algo más ácidos en las proximidades de los

sedimentos que en nivel superficial. El mínimo absoluto fue observado al anochecer, momento en que el nivel profundo del centro de la transecta alcanzó 8,24. El máximo pH se observó a medianoche, en el nivel superficial de el sector de la transecta más cercano a la costa (8,48)



**Fig. 134: pH en el sector de la transecta, durante el ciclo diario (barras claras: superficie, barras oscuras: fondo).**

## 2. Zooplancton:

### 2.1. Riqueza específica.

Se registraron, en total, 60 especies (Tabla 16), de las cuales 11 fueron amebas testáceas, 10 ciliados, 29 rotíferos, 5 cladóceros y 5 copépodos.

#### TESTACEA

*Arcella discoides* Ehr.  
*A. hemisphaerica* Perty.  
*A. hemisphaerica undulata* Defl.  
*Centropyxis aculeata* (Ehr.) Stein  
*C. ecornis* (Ehr.) Leidy.  
*Cyphoderia ampulla* (Ehr.)  
*Diffugia. elegans* Penard  
*D. gramen* Penard  
*D. lobostoma* Leydi  
*Euglypha acanthophora* (Ehr.) Perty.  
*E. tuberculata* Perty.

#### CILIATA

*Codonella cratera* (Leidy) Imhof  
*Epystilis plicatilis* Ehr.  
*Epystilis* sp. <sub>1</sub>  
*Epystilis* sp. <sub>2</sub>  
*Holophrya simplex* Ehr.  
*Prorodon* sp.  
*Tintinidium fluviatile* Stein.  
*Vorticella campanula* Ehr.  
*Vorticella* sp<sub>1</sub>  
*Vorticella* sp<sub>2</sub>

#### ROTIFERA

*Asplanchna brightwelli* (Gosse)  
*Brachionus angularis* Gosse  
*B. calyciflorus ampiceros* (Ehr.)  
*B. calyciflorus calyciflorus* Pallas  
*B. caudatus* Barrois & Daday  
*B. dimidiatus*  
*B. havanaensis* Rousselet  
*Bdelloidea* sp<sub>1</sub>  
*Bdelloidea* sp<sub>2</sub>

*Colurella colurus* (Ehr.)  
*Conochilus unicornis* Rousselet  
*Filinia longiseta* (Ehr.)  
*Hexarthra fennica* (Levander)  
*Keratella americana* Carlin  
*K. cochleraris* (Gosse)  
*K. lenzi* (Hauer)  
*K. tropica* (Apstein)  
*Lecane closteroerca* Schmarda  
*L. decipiens* (Murray)  
*L. hamata* (Stokes)  
*L. hastata* (Murray)  
*Lepadella ovalis* (O.F.M.)  
*L. patella* (O.F.M.)  
*Polyarthra vulgaris* Carlin  
*Phompholyx sulcata* (Hudson)  
*Proales* sp.  
*Proalides* sp.  
*Ptygura* sp.  
*Trichocerca cylindrica* (Imhof)  
*T. pusilla* (Lauterborn)

#### CLADOCERA

*Bosmina huaronensis* Delachaux  
*Ceriodaphnia* cfr. *dubia*  
*Daphnia spiunulata*  
*Diaphanosoma birgei* Korinek.  
*Moina micrura* Kurz.

#### COPEPODA

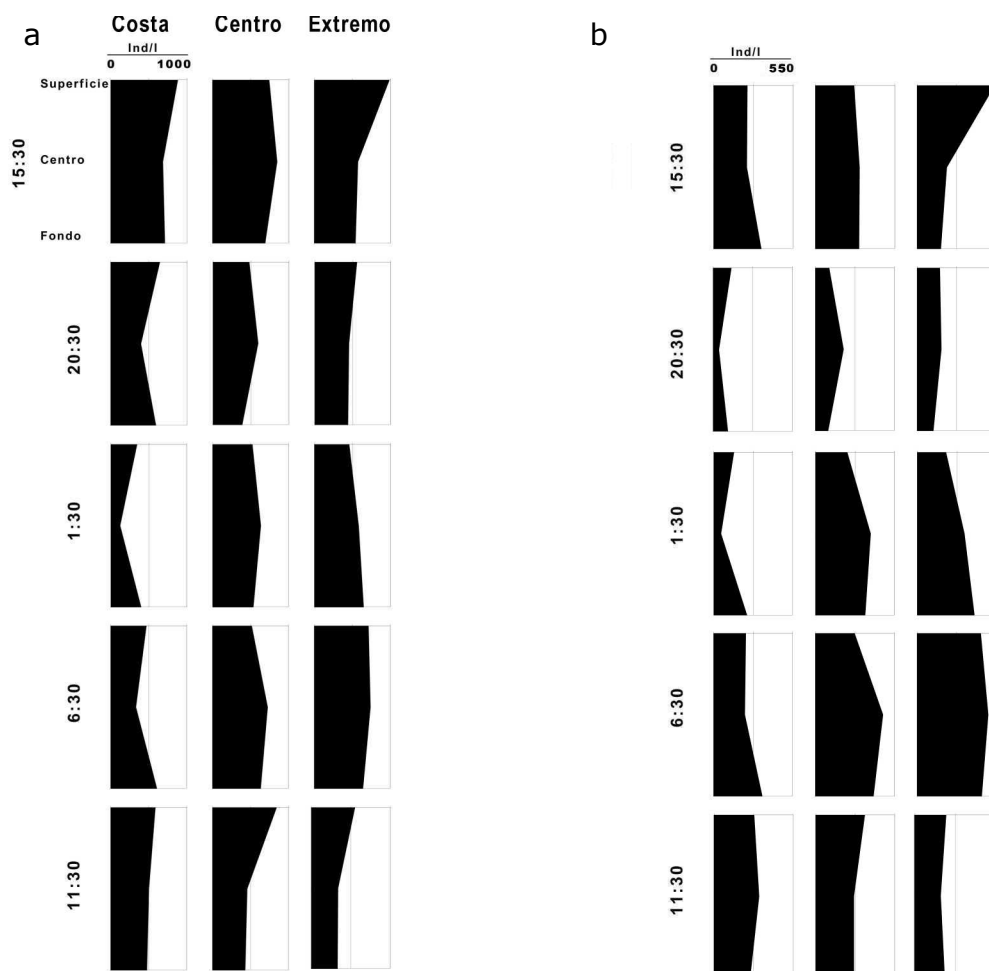
*Acanthocyclops michaelsoni* (Mrázek).  
*A. robustus* (Sars).  
*Metacyclops mendocinus* (Wierzejski).  
*Microcyclops anceps* (Richard).  
*Notodiaptomus incompositus* (Brian).

**Tabla 16: Especies registradas en el sector de la transecta en ocasión del muestreo intensivo en ciclo diario.**



## 2.2. Distribución del zooplancton

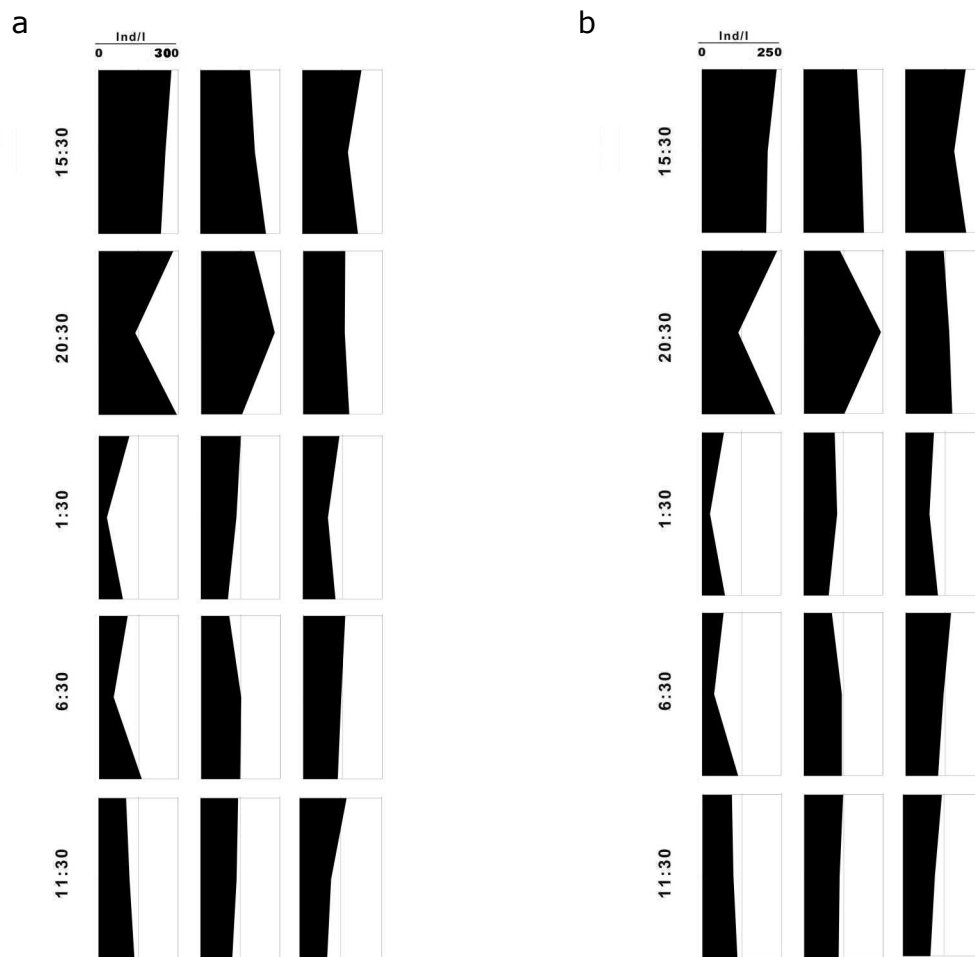
Analizando la abundancia total zooplanctónica, no se apreció una tendencia definida de migración horizontal. En cuanto a la migración vertical, tampoco se observó una tendencia clara en los dos sitios más cercanos a la costa. (fig. 135, a). Por el contrario, en el extremo de la transecta, se detectaron ciertos cambios en la distribución vertical que se asemejaron a la migración “inversa” que muchos rotíferos llevan a cabo y que consisten en aumentos en la abundancia en los sectores superficiales durante las horas del día, y descenso hacia los niveles más profundos en horas de la noche.



**Fig. 135.: Distribución en un ciclo diario. a) zooplancton total b) Rotíferos**

La distribución del total de rotíferos (el grupo numéricamente más importante) (Fig. 135, b) mostró una notable semejanza en el patrón de distribuciones con respecto a la abundancia total a la que condiciona. Así, pudo apreciarse en el extremo de la transecta, la misma tendencia de migración “inversa” que se describió para la abundancia total del zooplancton.

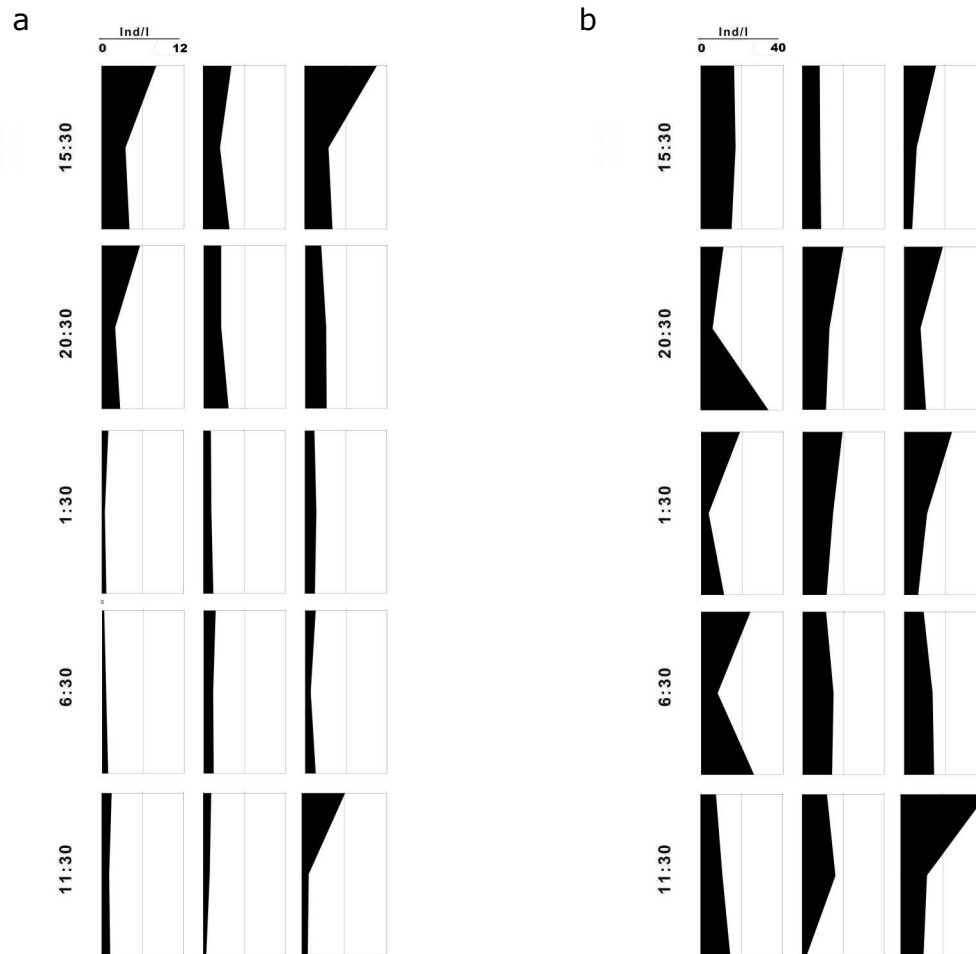
Al observar el total de los copépodos (incluidos los copepoditos y las larvas nauplii) (Fig 136, a), se aprecia un patrón de distribución semejante al de los rotíferos, que respondió principalmente al comportamiento de la fracción más numerosa: las larvas nauplii (Fig 136, b).



**Fig. 136.: Distribución en un ciclo diario. a) Copépodos totales b) Larvas nauplii**

Los copepoditos ciclopoideos (Fig. 137, a) fueron muy escasos, particularmente durante las horas de la noche. Los valores máximos se dieron en los sectores superficiales de la columna de agua.

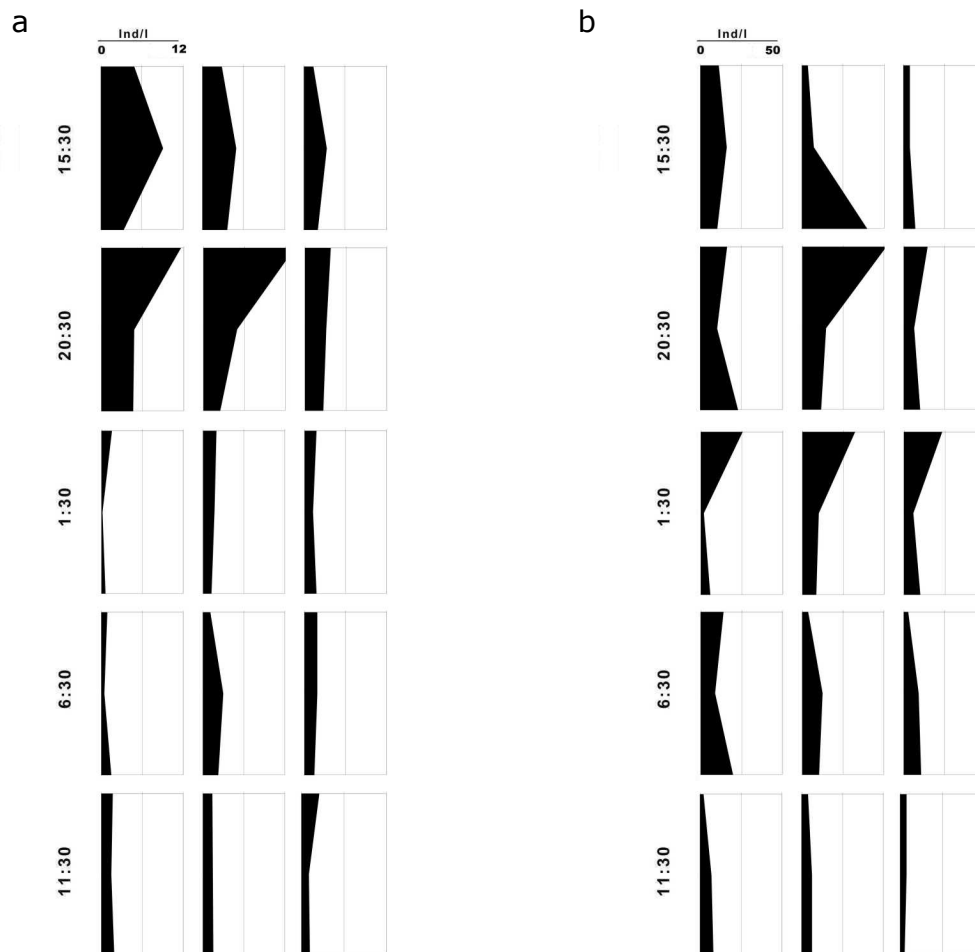
Los copepoditos calanoideos (Fig 137. b), más abundantes que los ciclopoideos, mostraron cierta tendencia a la acumulación en superficie. Ésto se verificó principalmente en el sector de la transecta más alejado de la costa, tanto en horarios nocturnos como diurnos.



**Fig. 137.: Distribución en un ciclo diario. a) Copepoditos ciclopoideos  
b) Copepoditos calanoideos**

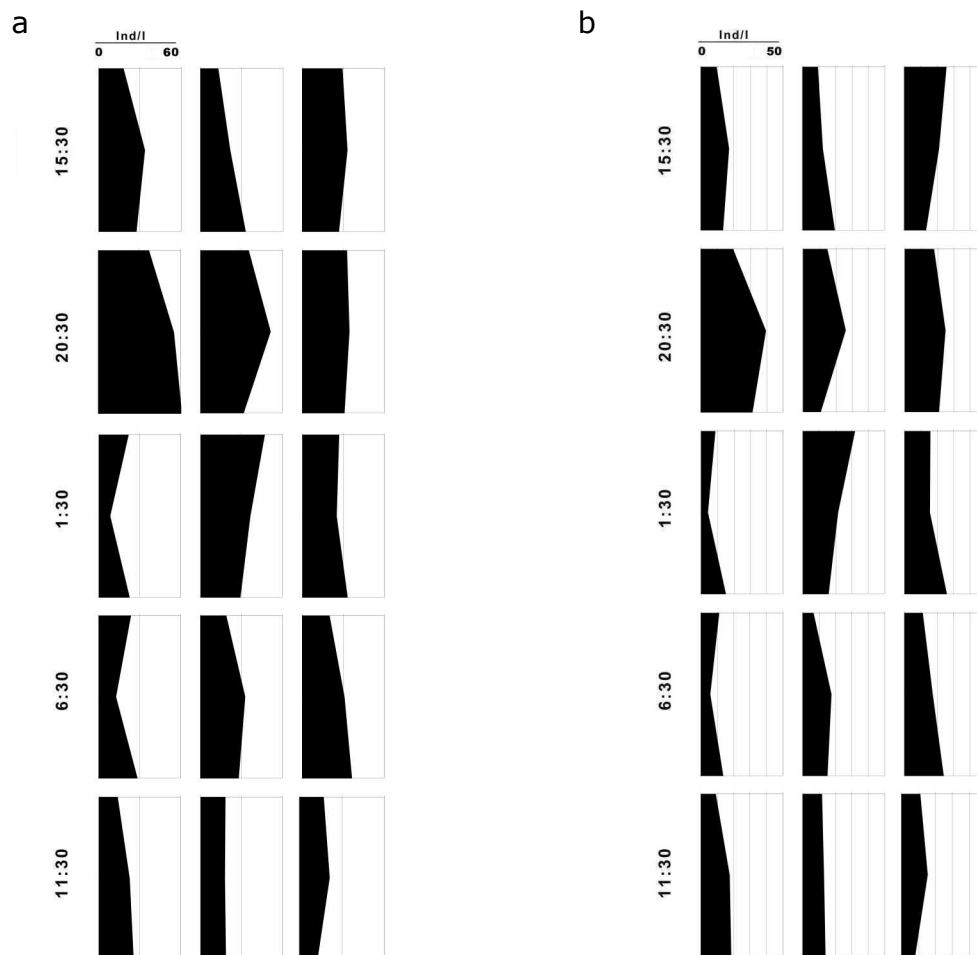
La distribución de los copépodos ciclopoideos (Fig. 138, a) mostró un marcado descenso de la abundancia en los sucesivos eventos de muestreo, que podría expresar una migración horizontal de mayor escala que la transecta de muestreo. Sin embargo, en los dos primeros puede observarse que los ciclopoideos adultos llevaron a cabo una migración descendente (directa) entre la tarde (15:30) y el ocaso (20:30).

El descenso en la abundancia de los copépodos calanoideos (Fig. 138, b) fue sensiblemente menor y puede apreciarse claramente una tendencia al agrupamiento de los calanoideos adultos en los niveles inferiores de la columna de agua durante el día, y una marcada migración hacia los estratos más cercanos a los sedimentos durante las horas de la noche.



**Fig. 138.: Distribución en un ciclo diario. a) Ciclopoides adultos b) Calanoideos adultos**

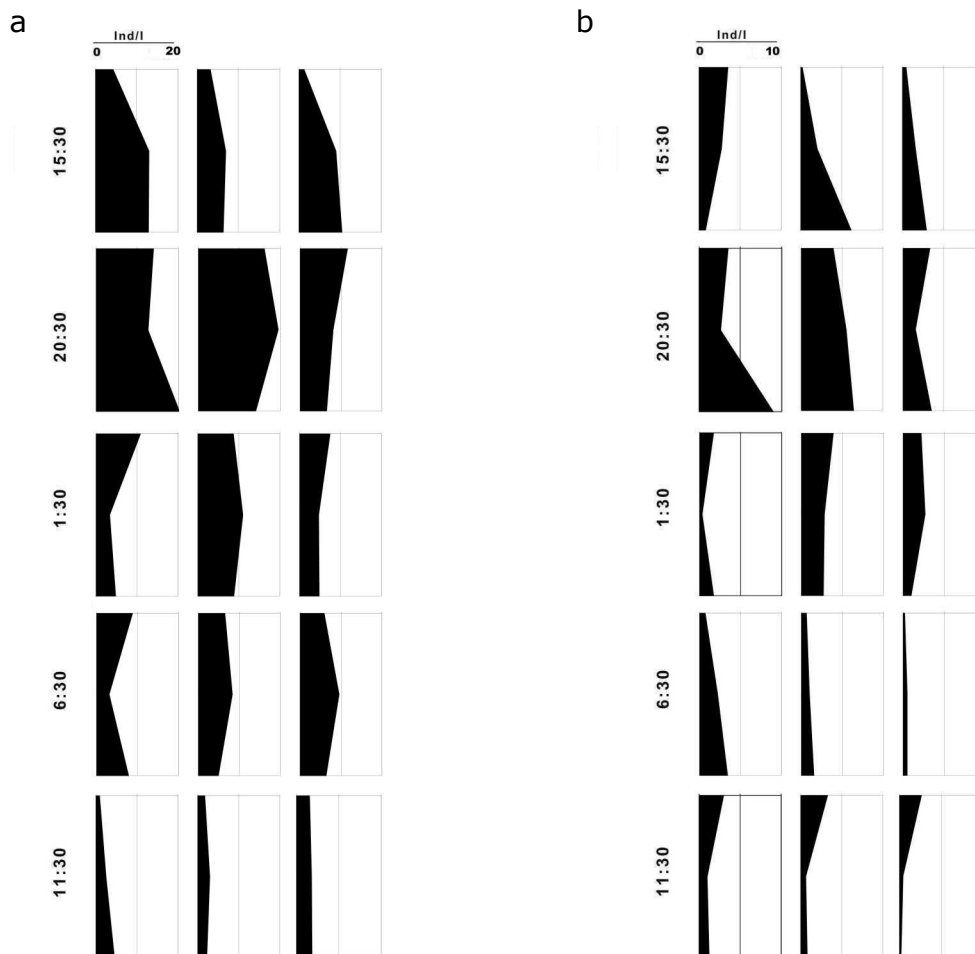
Los cladóceros en conjunto (Fig 139 a) mostraron cierta predilección por los niveles de la columna de agua más próximos a los sedimentos. En la única oportunidad en que se evidenció una disposición contraria es en el muestreo correspondiente a la medianoche, en el sector central de la transecta. *D. birgei* (Fig. 139, b) ejerció una clara dominancia en cuanto a la abundancia, lo cual se observa en la concordancia entre las distribuciones de esta especie en particular y la correspondiente a la totalidad de los cladóceros, fuertemente determinada por la anterior.



**Fig. 139.: Distribución en un ciclo diario. a) Cladóceros totales b) *D. birgei***

La distribución de *C. dubia* (Fig 140, a) mostró cierta tendencia la acumulación, durante la tarde, en los niveles más profundos de la columna de agua, que se revirtió hacia las horas de la noche (1:30), momento en que se observaron las máximas densidades en los niveles superficiales. Hacia el amanecer se verificó una nueva tendencia al descenso, con valores relativamente altos en los niveles medios de la columna de agua, tanto en el sector central como en el extremo de la transecta.

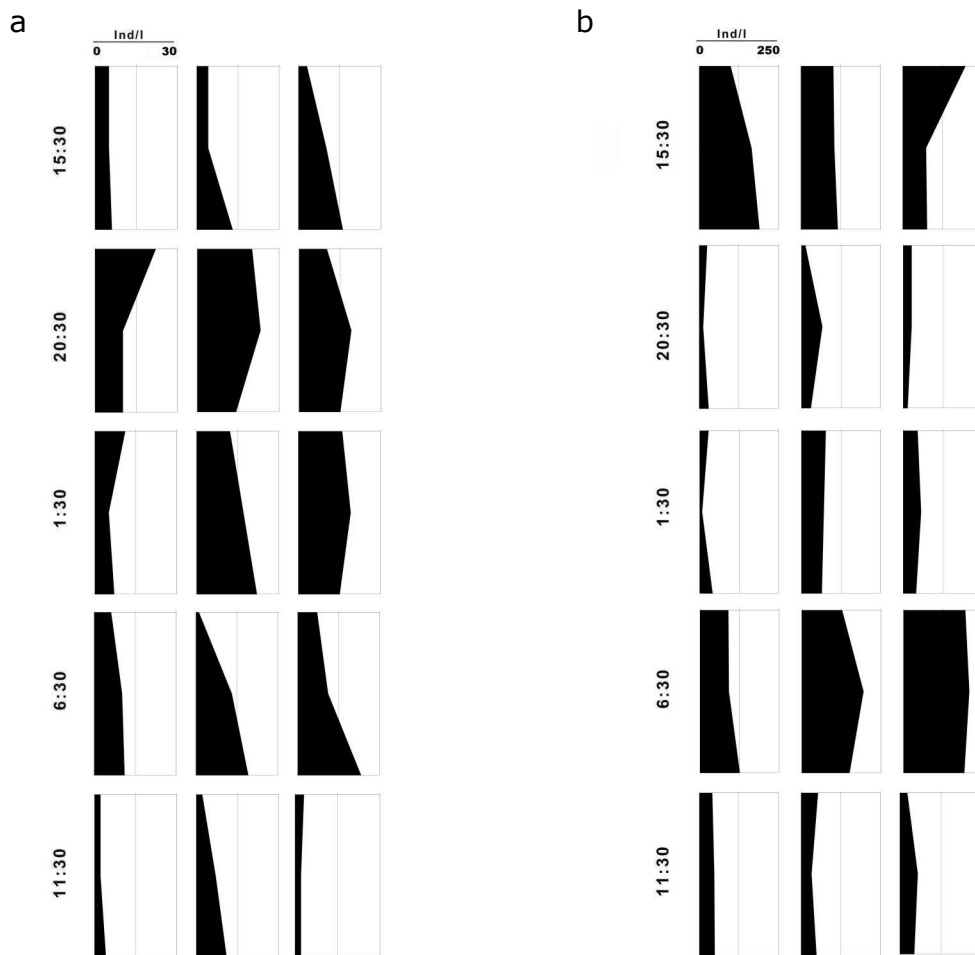
En cuanto a *M. micrura*, (Fig 140, b) las tendencias fueron mucho menos claras, dado que durante las horas del día se registraron preferencias por los niveles más profundos (primer día, 15:30 hs) como así también por los niveles más superficiales (segundo día, 11:30 hs).



**Fig. 140.: Distribución en un ciclo diario. a) *Ceriodaphnia* cfr. *dubia* b) *Moina micrura*.**

Entre los rotíferos, *B. dimidiatus* (Fig 141, a) presentó una preferencia por los niveles más profundos durante las horas del día para luego ascender a niveles intermedios durante la noche, en un patrón de migración vertical similar a la migración llamada "directa" que es característica de los grandes pastoreadores y que se vio antes para copépodos calanoideos.

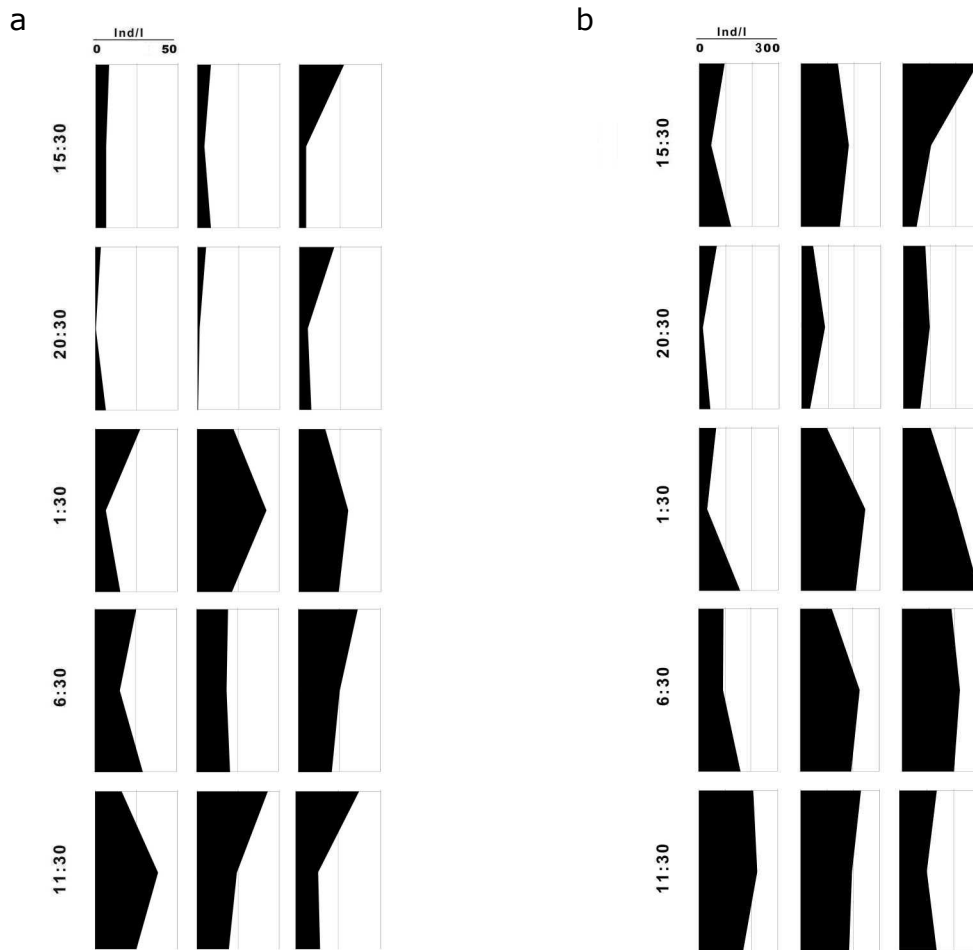
Para el caso de *K. americana* (Fig. 141, b), no se observó una preferencia por un nivel en particular con la sola excepción de las densidades correspondientes a la primera toma de muestras (15:30) en el sector más alejado de la costa.



**Fig. 141.: Distribución en un ciclo diario. a) *B. dimidiatus* b) *K. americana*.**

Observando la distribución de *Cononchilus unicornis* (Fig. 142, a) se apreció una migración inversa que involucra ascensos a los niveles superficiales durante las horas del día y un descenso a los niveles medios hacia la noche.

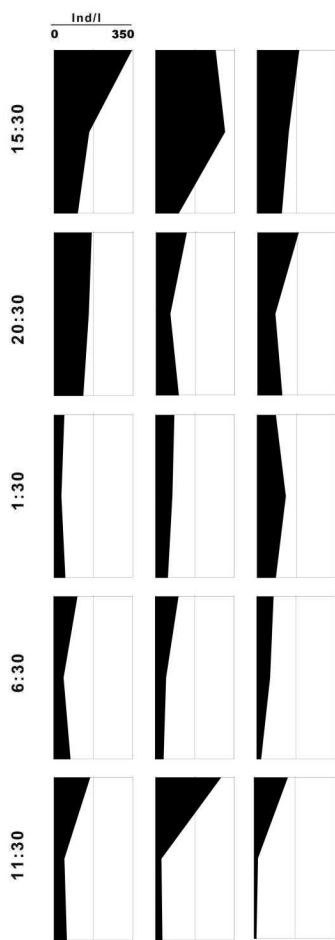
Algo similar se vio para la distribución de *H. fennica* (Fig. 142, b), acentuado en el sitio más alejado de la costa, donde muestra sus valores máximos en los niveles superficiales durante la tarde (15:30) y en los niveles más profundos durante la noche (1:30).



**Fig. 142.: Distribución en un ciclo diario. a) *Cononchilus unicornis*. b) *H. fennica*.**



Para el ciliado *T. fluviatile* (el único protista de importancia en cuanto a abundancia numérica) pudo apreciarse una preferencia más o menos constante por los niveles más superficiales de la columna de agua (Fig. 143) que se observó en todos los eventos de muestreo, a excepción de la medianoche (1:30) que presentó una distribución uniforme.

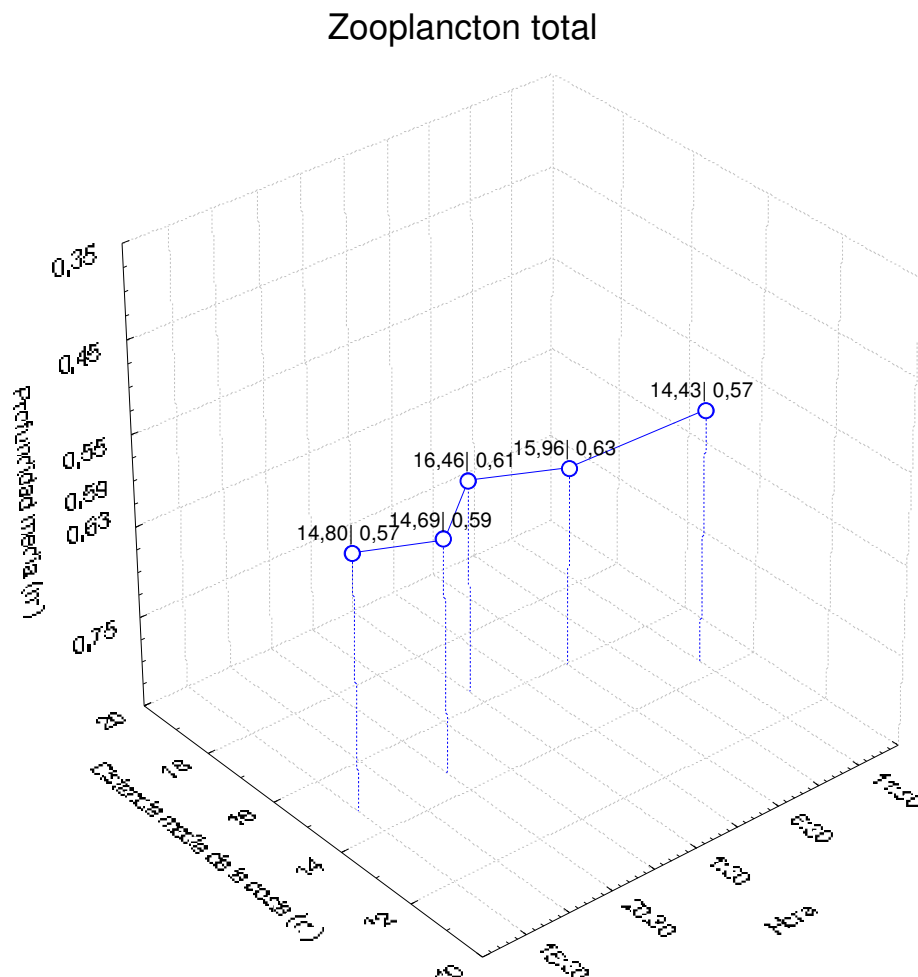


**Fig. 143.: Distribución en un ciclo diario de *T. fluviatile*.**

### 2.3. Utilización del espacio en el ciclo diario.

Al analizar las profundidades medias de residencia y las distancias medias de la costa para los distintos grupos en cada uno de los momentos del día en que se efectuaron tomas de muestras también pueden observarse diferencias en el uso que los distintos grupos y especies hicieron del espacio a lo largo del ciclo diario.

En el caso del zooplancton total (Fig. 144) se ve que fue escasa la variación horizontal, con valores más lejanos a la costa durante las horas de la noche (16,4 m a la 1:30) y los más cercanos (14,4 m) cercanos al mediodía.

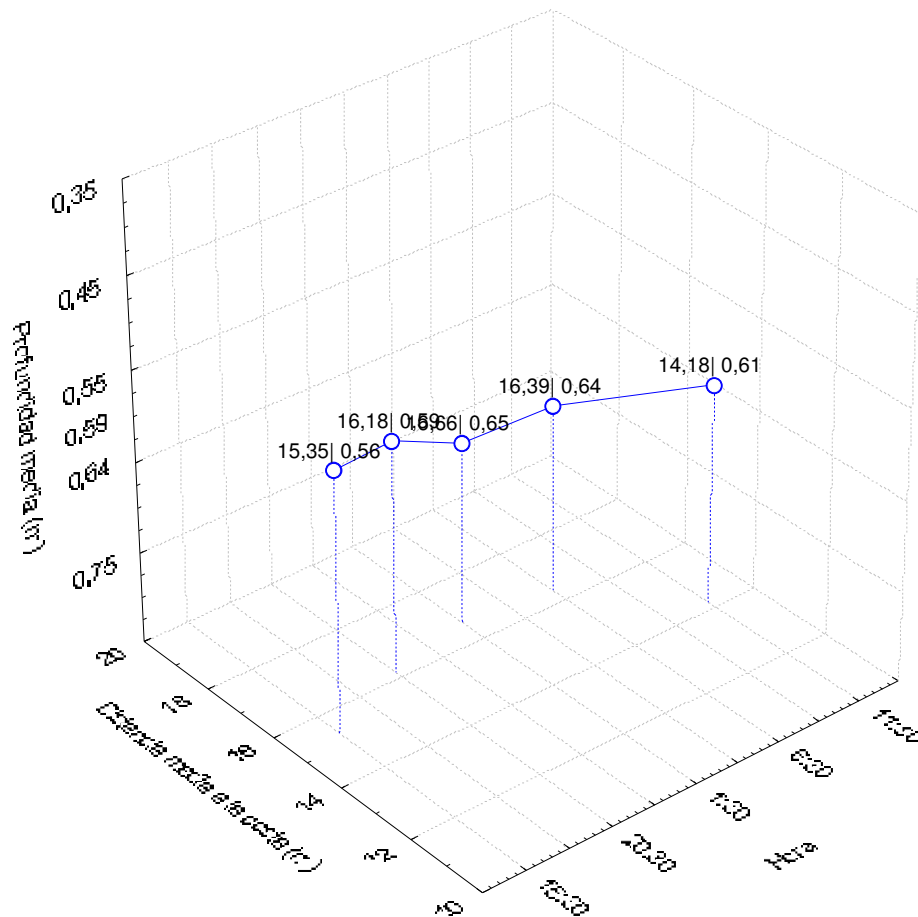


**Fig. 144.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para el zooplancton total.**

La variación de la profundidad media de residencia también fue escasa (6 cm de rango), con cierto aumento en profundidad en los momentos del amanecer y valores más superficiales en horas del mediodía y la tarde.

Los rotíferos totales (Fig. 145) también mostraron rangos de variación estrechos, tanto en la dimensión vertical como en la horizontal. Al igual que en el caso del zooplancton total (al cual determinó fuertemente, este grupo mostró valores levemente más cercanos a la costa y a la superficie en horas del mediodía y la tarde.

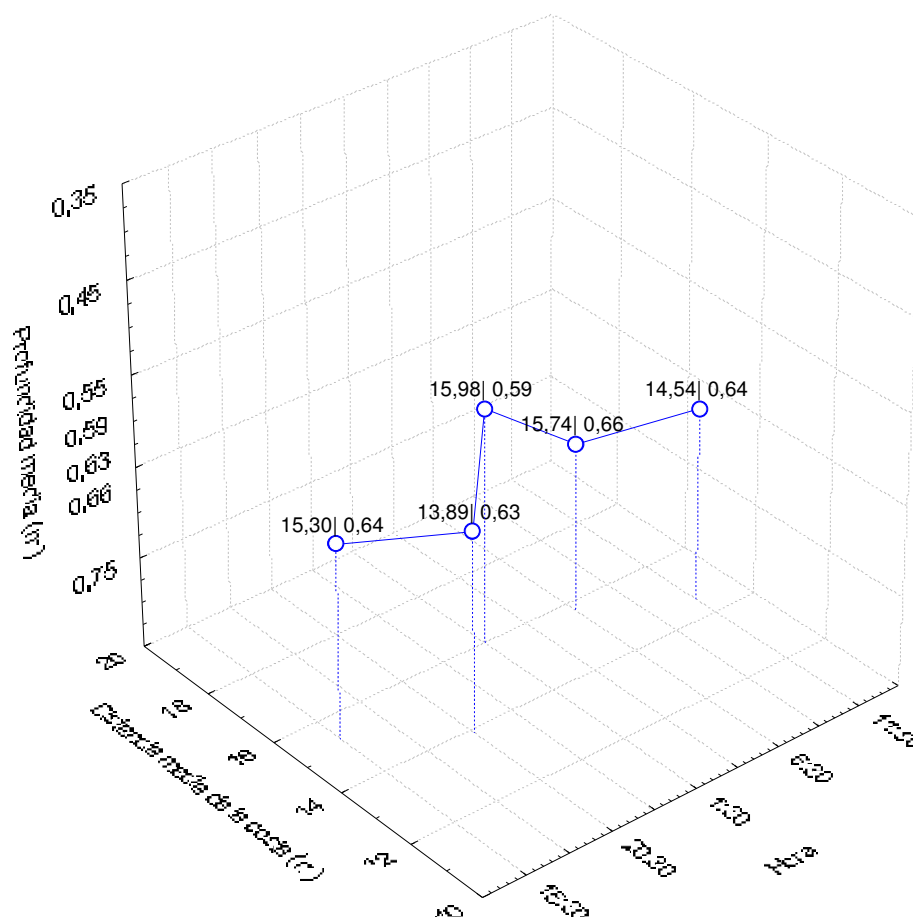
### Rotíferos totales



**Fig. 145.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los rotíferos totales.**

Los copépodos totales (Fig. 146) también mostraron poca variación de los parámetros calculados a lo largo del ciclo diario. Estuvieron más cercanos a la superficie en horas cercanas al mediodía, y a la costa en el momento cercano a la puesta del sol.

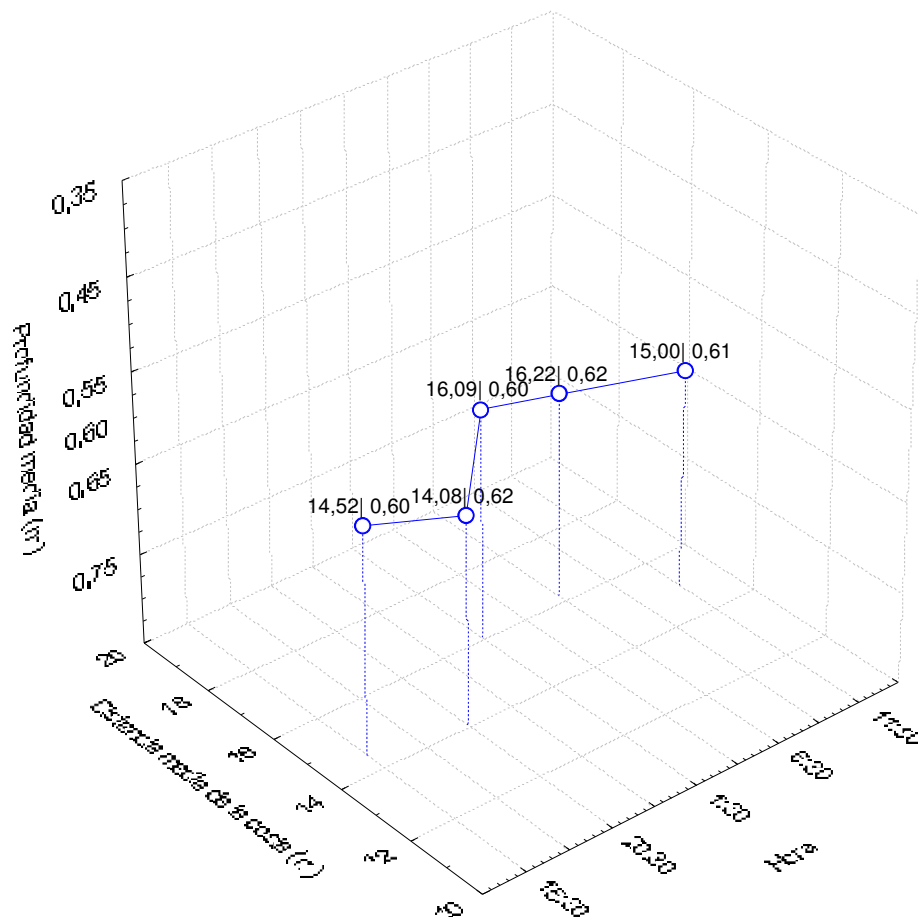
### Cladóceros totales



**Fig. 146.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los copépodos totales.**

Entre los copépodos, las larvas nauplii (Fig. 147) fueron las más numerosas, y también mostraron menores variaciones de profundidad media (casi nula) y distancia media a la costa. En virtud a su abundancia, determinaron fuertemente los resultados de los copépodos totales (figs 103 y 104). Así, estas larvas tendieron a acercarse a la costa hacia el ocaso, mientras que su valor más alejado de la costa se registró al amanecer.

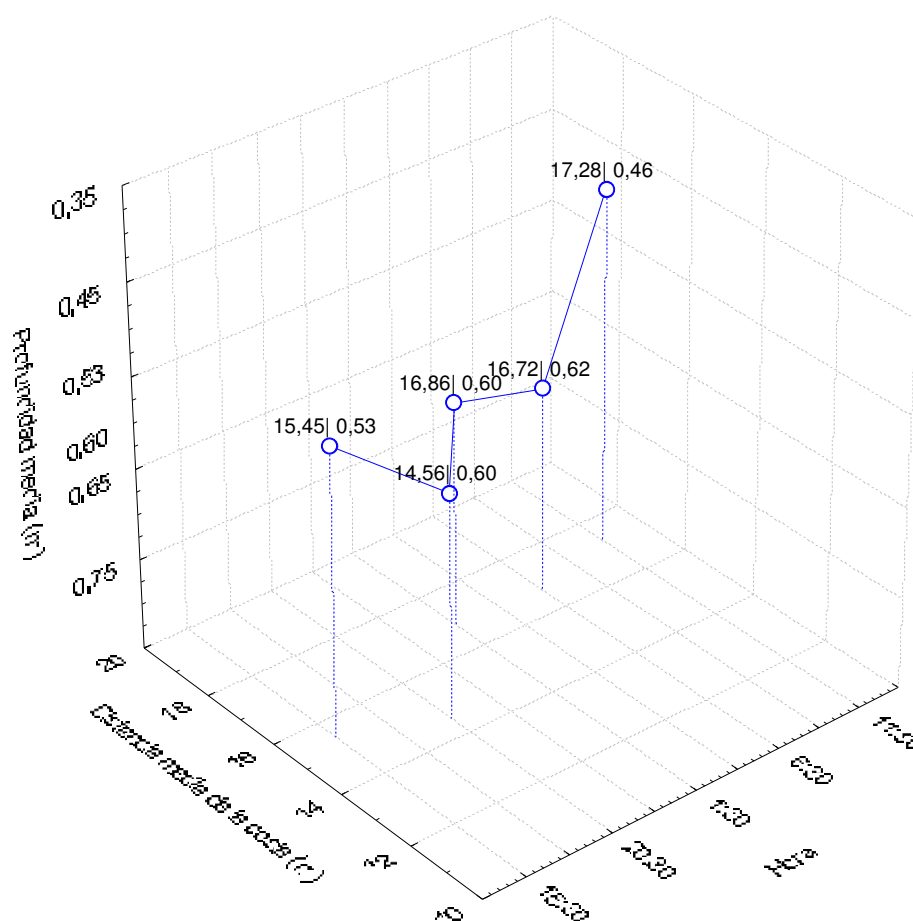
### Larvas nauplii



**Fig. 147.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para las larvas nauplii de copépodos.**

Los copepoditos ciclopoideos (Fig. 148) mostraron una más amplia variación en la profundidad media de residencia que tuvo su valor máximo al amanecer, y el máximo hacia el mediodía. También la distancia media a la costa tuvo variaciones más pronunciadas en este grupo en el cual se aprecia una tendencia al alejamiento de la costa durante el mediodía, y al acercamiento al ocaso.

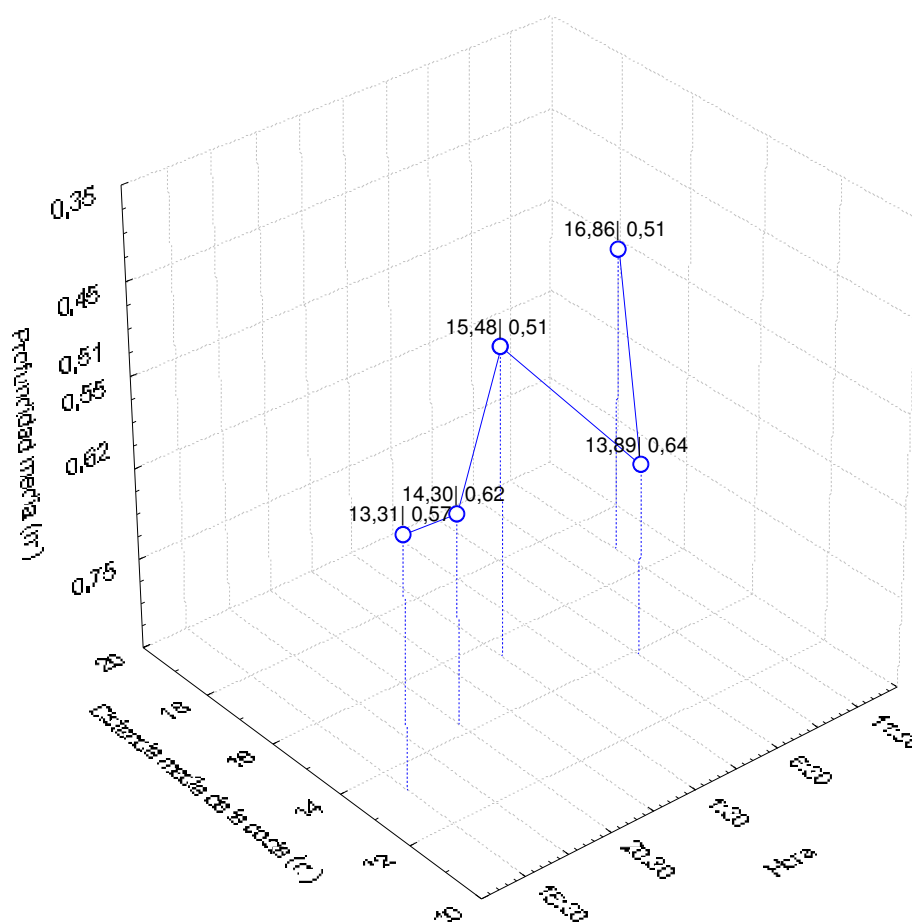
### Copepoditos ciclopoideos



**Fig. 148.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los copepoditos ciclopoideos.**

Estos juveniles (Fig. 149) mostraron tanto para la profundidad media de residencia como para la distancia media a la costa, un patrón bimodal a lo largo del ciclo diario que consistió en ascensos y alejamientos de la costa a medianoche y a mediodía, intercalados con descensos y acercamientos a la costa al amanecer y a la tarde y al crepúsculo.

### Copepoditos calanoideos

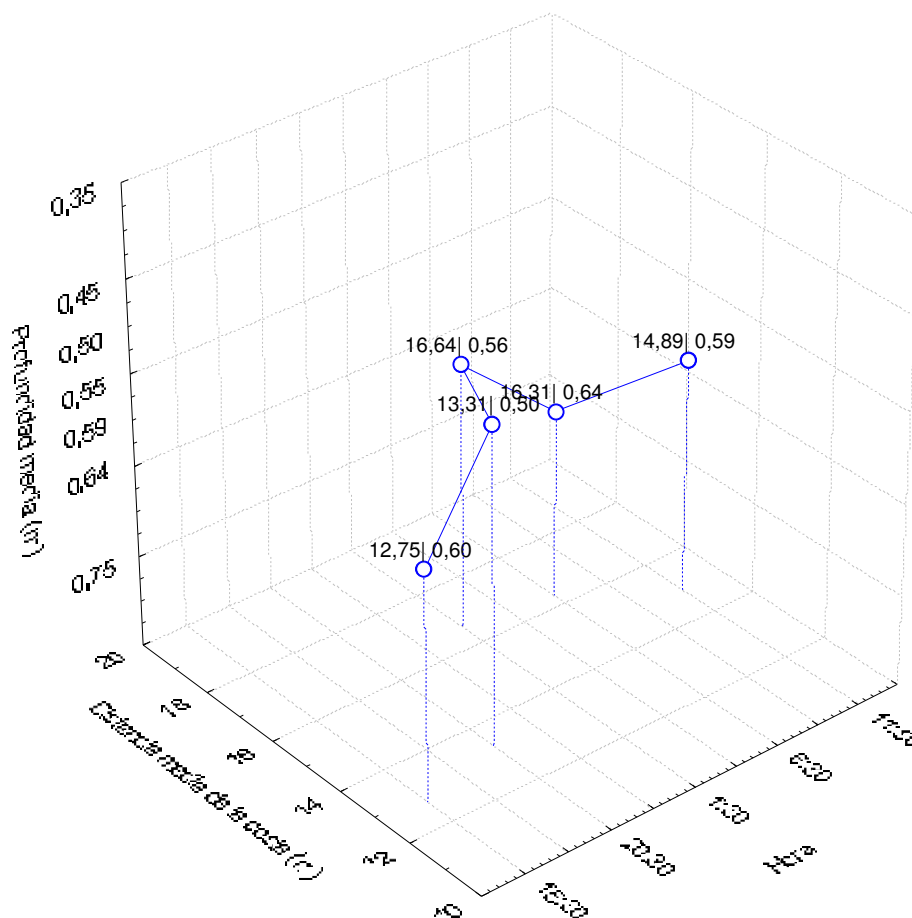


**Fig. 149.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los copepoditos calanoideos.**

En este caso (Fig. 150), los copépodos ciclopoideos mostraron mayores proximidades a la costa hacia la tarde y el ocaso, habiéndose encontrado a la máxima distancia hacia la medianoche.

En cuanto a la profundidad media de residencia, se apreciaron claramente dos puntos de inflexión: uno de mínima profundidad en momentos del ocaso y otro de máxima profundidad hacia el amanecer.

### Ciclopoideos adultos



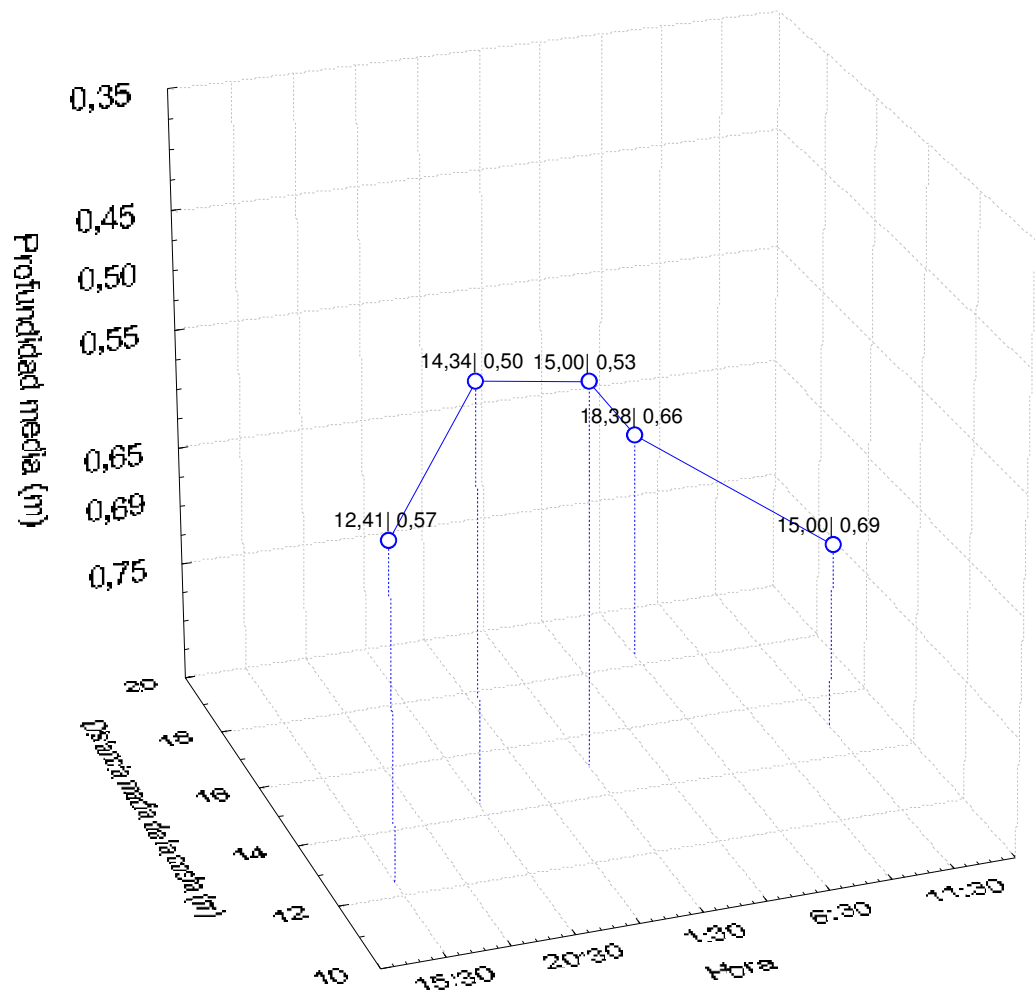
**Fig. 150.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los copépodos ciclopoideos adultos en conjunto.**



Entre los ciclopoideos, *A. robustus* (Fig. 151) mostró movimientos horizontales más definidos y de mayor rango, tendiendo a aproximarse a la costa hacia la tarde, y a alejarse de ella al amanecer.

También fueron más claras y de mayor rango las tendencias de los movimientos verticales, que mostraron los mayores valores de profundidad media de residencia en momentos de la mañana y el mediodía, y posiciones más superficiales durante la noche.

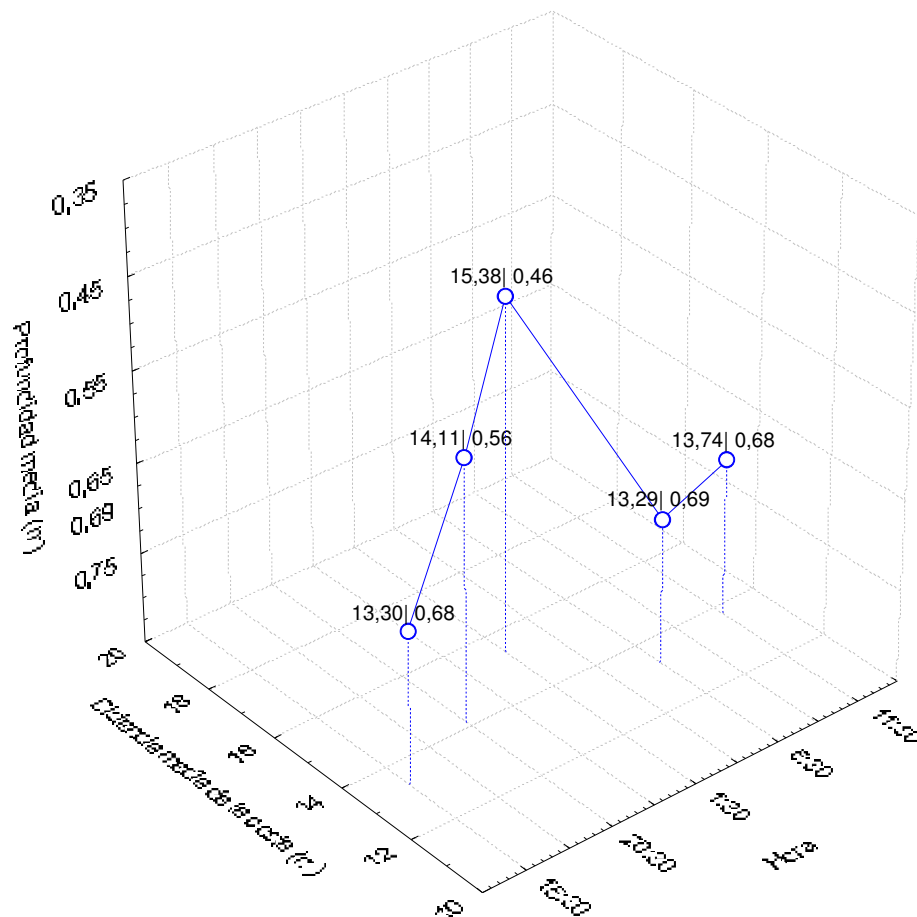
*A. robustus*



**Fig. 151.: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para el copépodo ciclopoideo adulto *A. robustus*.**

Los copépodos calanoideos adultos, representados exclusivamente por *N. incompositus*, (Fig. 152) mostraron un prolongado momento de ascenso y alejamiento de la costa (tarde-ocaso-medianoche) seguido de un rápido descenso y acercamiento a la costa hacia el amanecer, sin mostrar grandes variaciones en las horas del día (durante las cuales se mantuvieron relativamente cerca de la costa y en estratos más bien profundos de la columna de agua).

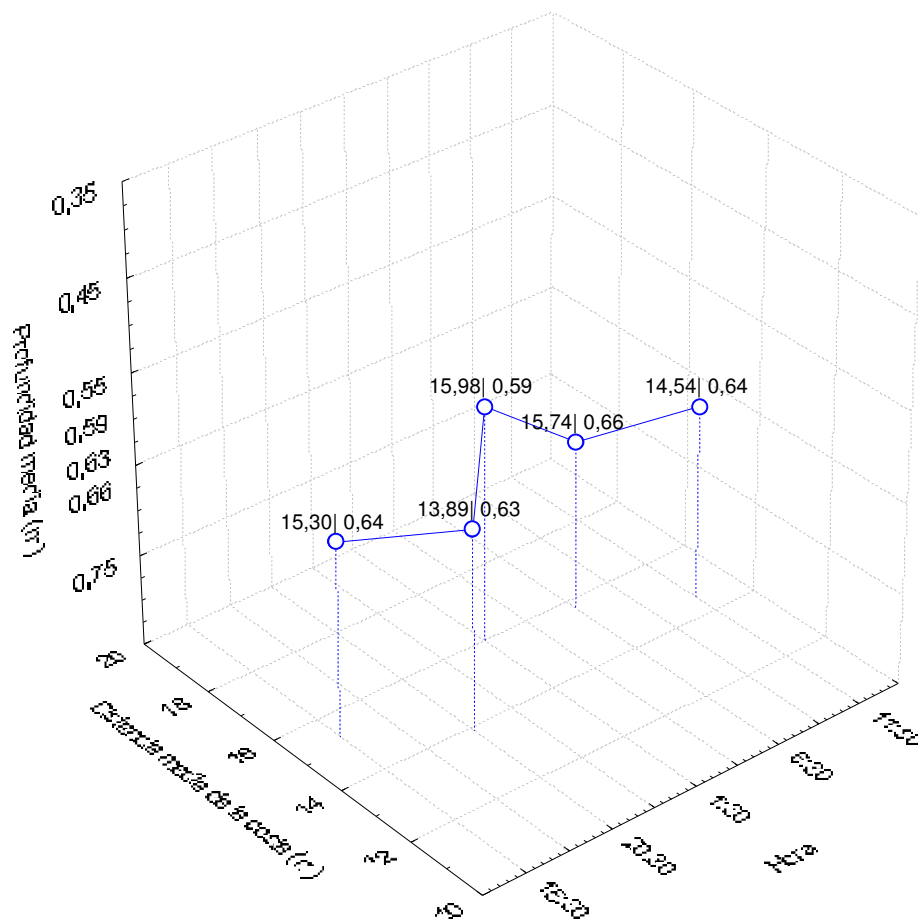
*N. incompositus*



**Fig. 152: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los copépodos calanoideos**

El conjunto de todos los cladóceros (Fig. 153) no mostró un patrón definido en cuanto a migraciones horizontales, aunque puede notarse el cambio horizontal más notable tuvo lugar entre el ocaso y la medianoche y consistió en un marcado alejamiento de la costa. Este fenómeno coincidió con una migración ascendente que, si bien fue de escaso rango, resultó en el registro de la menor profundidad media de residencia en horas de la medianoche.

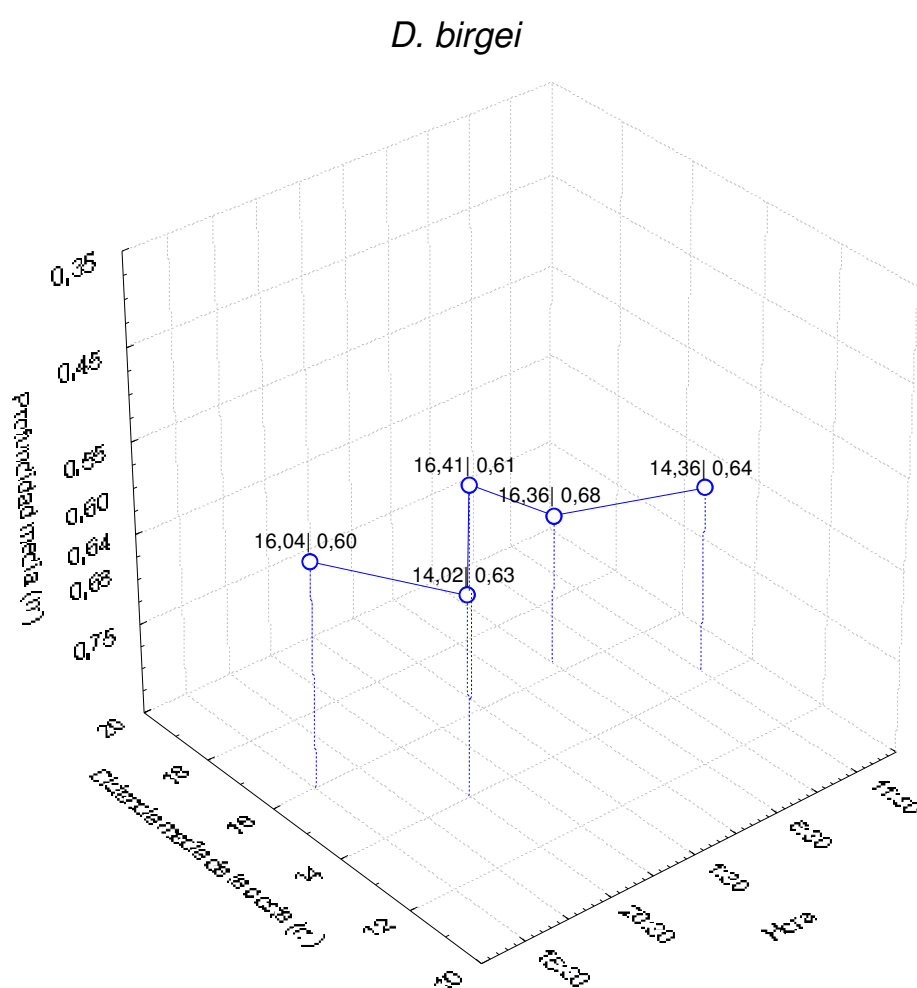
### Cladóceros totales



**Fig. 153: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para los cladóceros totales.**

En el caso de *D. birgei* (Fig. 154) los movimientos horizontales son más evidentes e incluyen un marcado acercamiento a la costa entre la tarde y el ocaso, seguido de un posterior alejamiento de la misma hacia la medianoche.

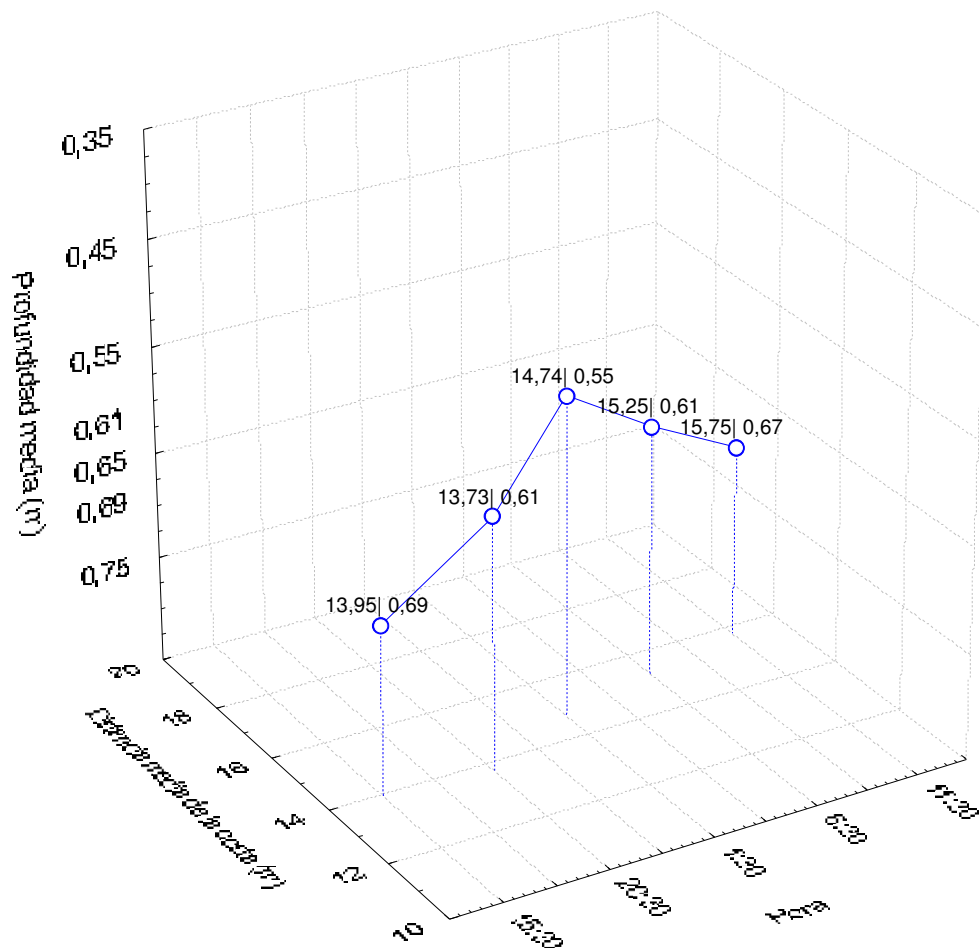
Como en muchos otros casos, la característica más notable de los movimientos verticales es el aumento en la profundidad media de residencia hacia el amanecer, momento en que registra su máximo. Con todo, las variaciones en profundidad de esta especie se dan en un rango estrecho.



**Fig. 154: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *D. birgei*.**

*C. dubia* (Fig. 155) no mostró un claro movimiento en la dirección horizontal, pero sí puede apreciarse un ciclo claro de migración vertical, el cual consistió en profundidades medias de residencia más cercanas a los sedimentos durante las horas del día, y más cercana a la superficie en horas de la noche.

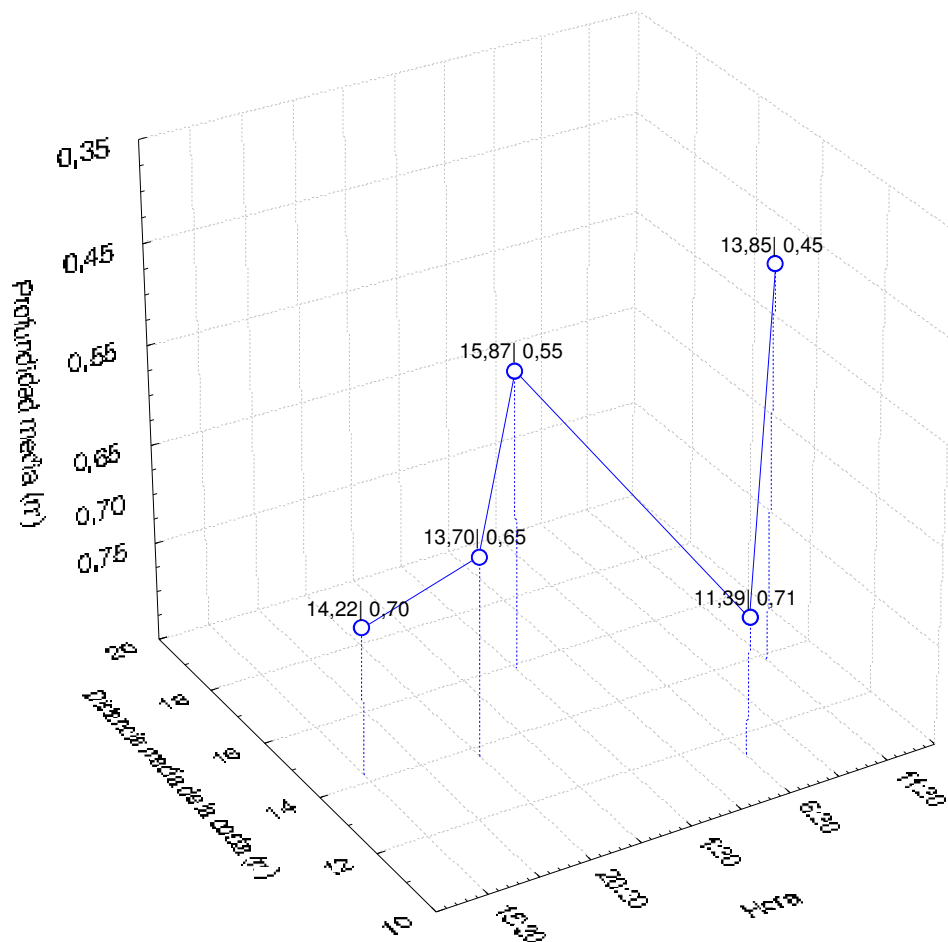
*C. dubia*



**Fig. 155: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *C. dubia*.**

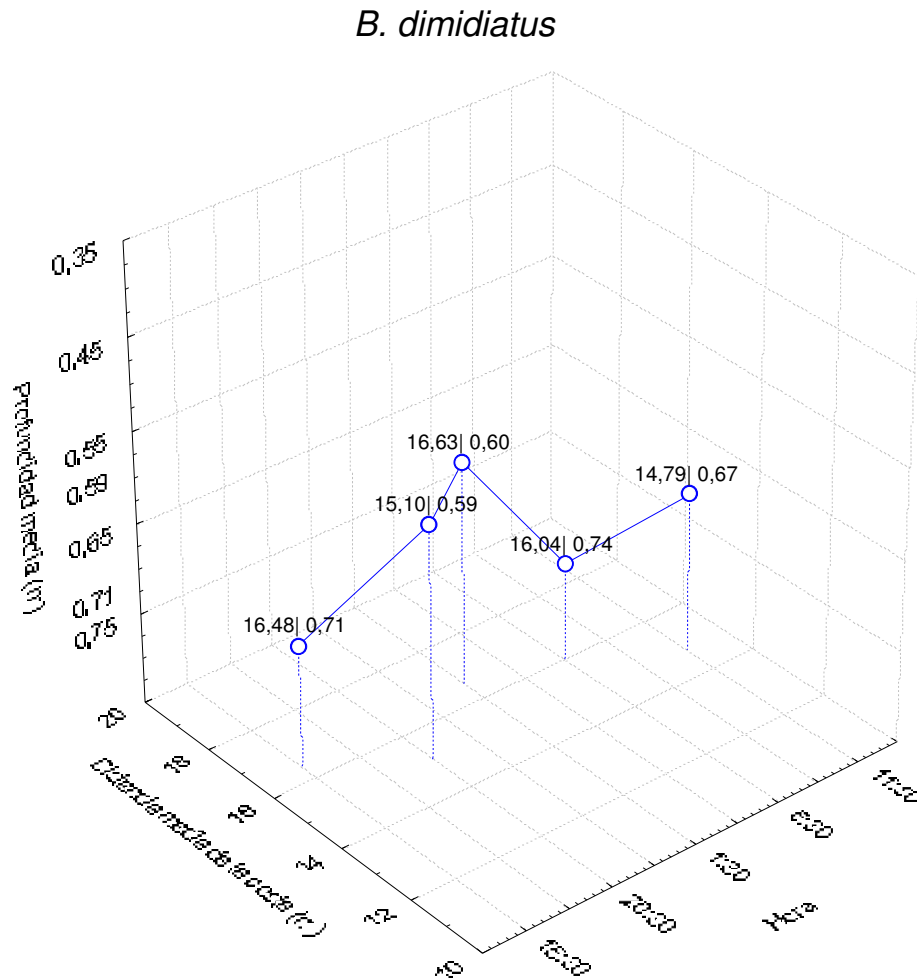
Los movimientos de *M. micrura* (Fig. 156) mostraron, en el sentido horizontal, un acercamiento a la costa hacia el mediodía, y posiciones más alejadas de la misma en todas las horas de la noche (entre el ocaso y el amanecer). En cuanto a las componentes verticales de los movimientos de migración, se nota la máxima profundidad media de residencia al amanecer (ya observado para otros zooplanctontes) y a partir de ese momento un marcado ascenso (combinado con el mencionado acercamiento a la costa) a niveles más superficiales hacia horas del mediodía.

*M. micrura*



**Fig. 156: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *M. micrura*.**

El mediodía y el ocaso son los momentos del día en que *B. dimidiatus* (Fig. 157) se encontró más cercano a la costa. Mientras tanto, las profundidades medias de residencia fueron relativamente cercanas a la superficie durante la noche, y a los sedimentos durante el día (principalmente al amanecer).

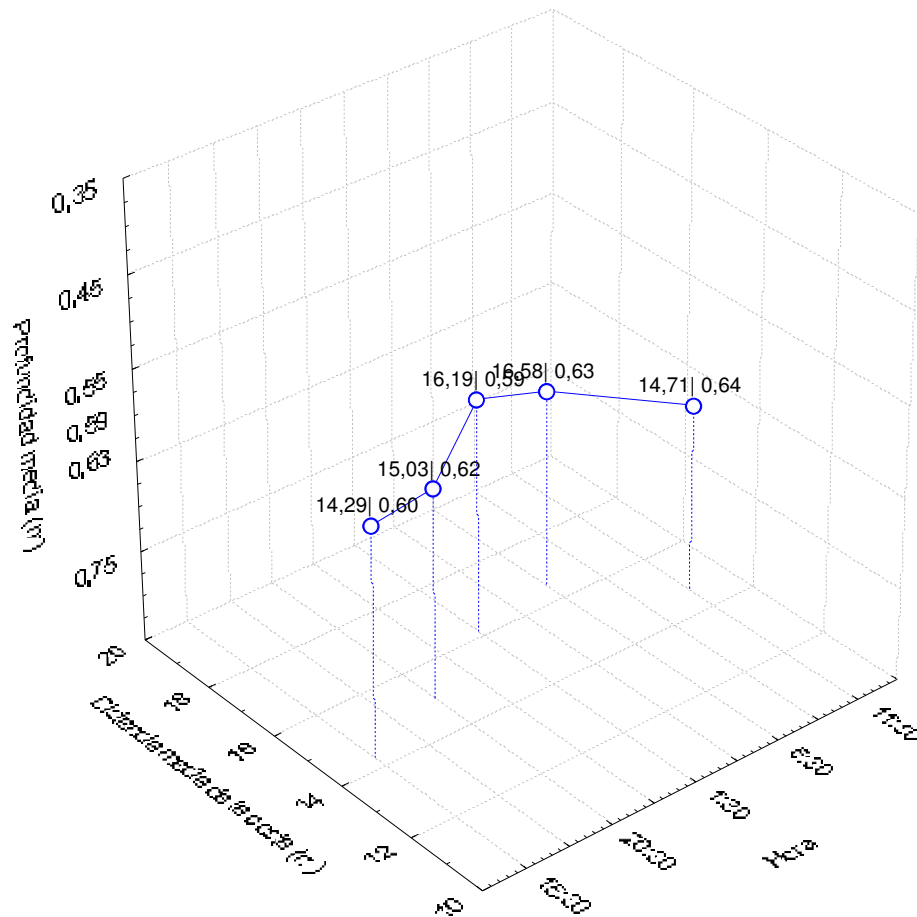


**Fig. 157: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *B. dimidiatus*.**

*K. americana* (Fig. 158) se situó más próxima a la costa durante el día, y luego exhibió un alejamiento continuo de la misma que se extendió desde la tarde hasta el amanecer del día siguiente.

Esta especie no mostró movimientos verticales de importancia.

*K. americana*



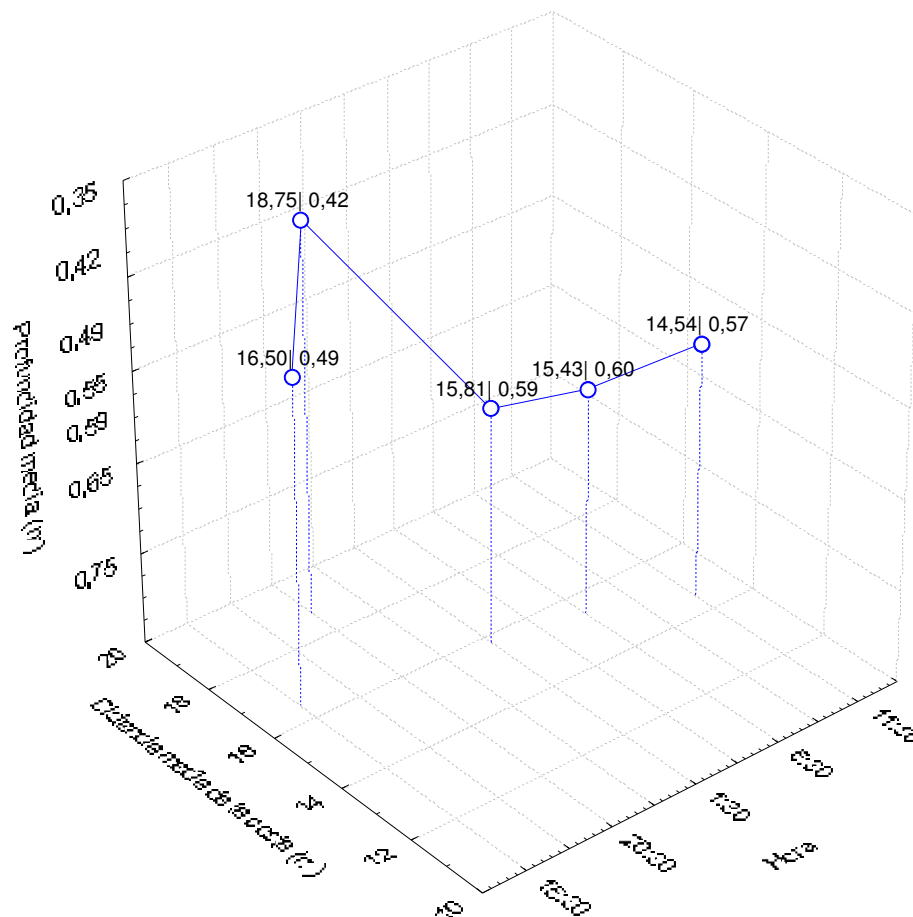
**Fig. 158: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *K. americana*.**



Los rangos de movimiento de *C. unicornis* (Fig. 159) fueron amplios y de tendencias claras, tanto para la dimensión horizontal como para la vertical.

En el primer caso las migraciones tendieron al alejamiento de la costa entre el mediodía y el ocaso, y al acercamiento a la misma durante el resto del ciclo diario estudiado. En sincronización con ello, el período de acercamiento a la costa se correspondió enteramente con un aumento en la profundidad de residencia, y el alejamiento de la misma, con una migración vertical hacia estratos más superficiales.

*C. unicornis*

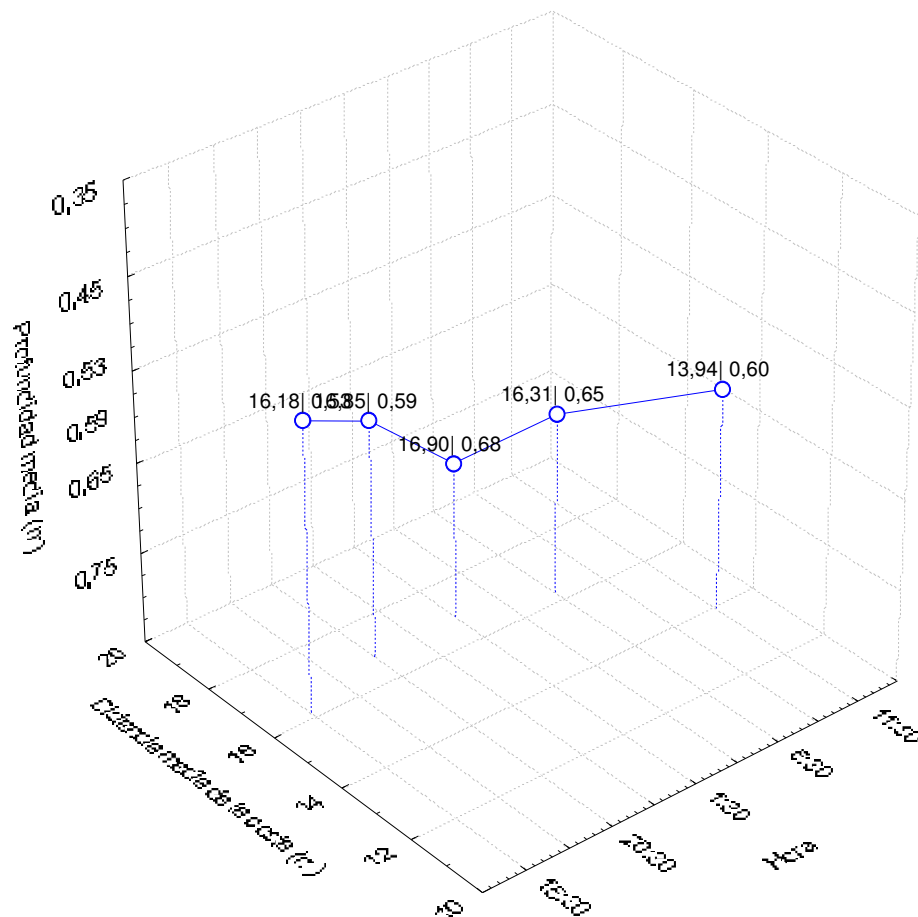


**Fig. 159: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *C. unicornis*.**

En el ciclo diario estudiado, *H. fennica* (Fig. 160) no registró migraciones horizontales de importancia, a excepción de un claro acercamiento a la costa hacia las horas del mediodía.

Respecto de los movimientos verticales, se observa un período de descenso hacia estratos más profundos que se extiende y la medianoche (momento en que se registra la máxima profundidad media de residencia), seguido por un ascenso que se extiende hasta el mediodía.

*H. fennica*

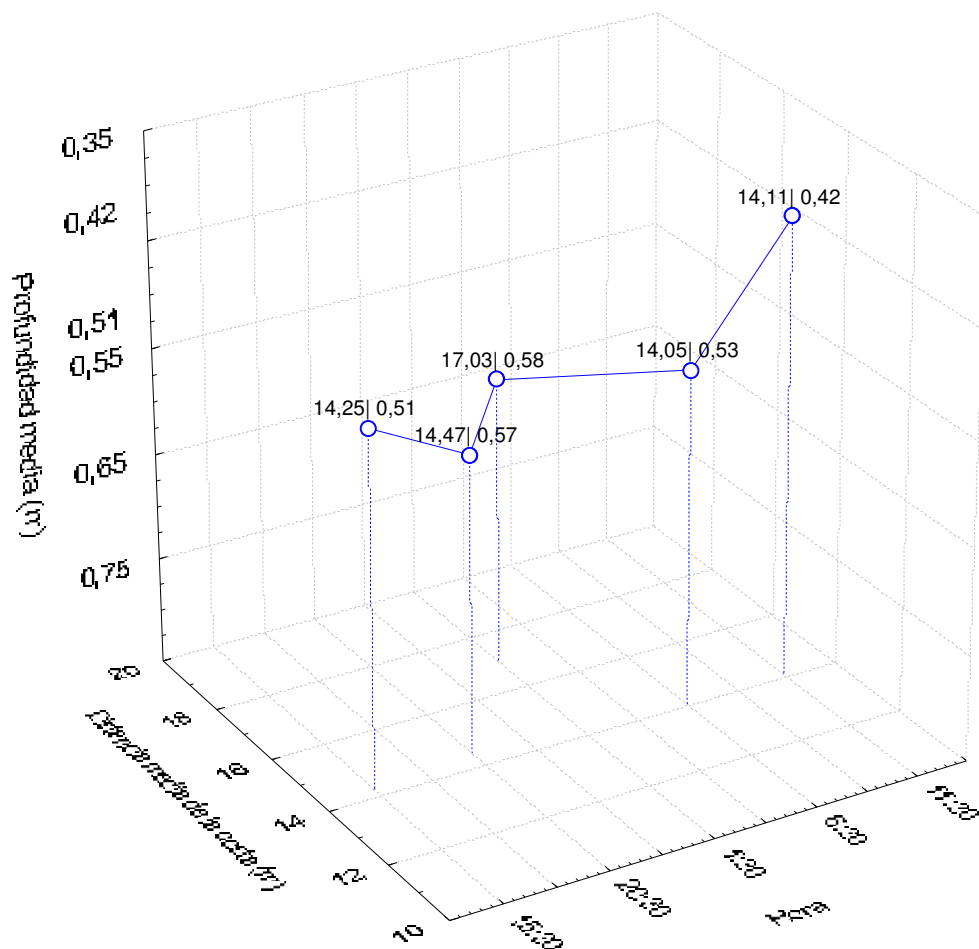


**Fig. 160: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *H. fennica*.**

El posicionamiento medio de *T. fluviatile* (Fig. 161) en la transecta perpendicular a la costa es relativamente estable y cercano a la misma, a excepción de la medianoche en que se aleja claramente de ésta.

En cuanto a la profundidad media de residencia, se observaron valores mayores (más cercanos a los sedimentos) en todo el período nocturno, con un marcado ascenso durante el día (principalmente mediodía).

*T. fluviatile*



**Fig. 161: Profundidad media y distancia media de la costa en el ciclo diario, para *T. fluviatile*.**

Para casi todos los grupos y especies analizados, la densidad zooplanctónica fluctuó en función del momento del día ( $p < 0,05$ ), como lo muestran los resultados de los análisis de la varianza realizados a los grupos y especies más importantes (Tabla 17). En este aspecto, la excepción la constituyeron los copepoditos calanoideos, mientras que los adultos de este grupo tuvieron un valor cercano al límite de confianza ( $0,05 < p < 0,10$ ).

Los copepoditos calanoideos, ciclopoideos y el ciliado *T. fluviatile* mostraron densidades absolutas significativamente dependientes de la profundidad ( $p < 0,05$ ), en tanto que la densidad zooplanctónica total y la densidad del conjunto de copépodos ciclopoideos adultos tuvieron una dependencia respecto de este factor, cercana al límite de confianza ( $0,05 < p < 0,10$ ).

El tercer factor analizado (distancia de la costa -transecta-) fue significativamente determinante ( $p < 0,05$ ) sobre las densidades numéricas de los rotíferos totales, de *B. dimidiatus*, de *H. fennica* y del copépodo ciclopoideo *A. robustus*. La incidencia de este mismo factor sobre las densidades numéricas del zooplancton total, del conjunto de los copépodos ciclopoideos adultos y de los cladóceros *C. dubia* y *M. micrura* se situó cerca de los límites de confianza de la prueba ( $0,05 < p < 0,10$ ).

De los tres factores mencionados, la hora y la profundidad mostraron una interacción significativa ( $p < 0,05$ ) para el caso de las densidades numéricas de los ciclopoideos adultos, de *A. robustus*, de *B. dimidiatus* y de *T. fluviatile*, mientras que la interacción de estos factores estuvo en el límite de confianza ( $0,05 < p < 0,10$ ) para los copepoditos calanoideos, *N. incompositus*, *C. dubia* y *H. fennica*.

Zooplankton Total	Factor	p	Rotíferos Totales	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,000
	Prof	0,055		Prof	0,854
	Trans	0,098		Trans	0,020
	Hora*Prof	0,136		Hora*Prof	0,295
	Hora*Trans	0,036		Hora*Trans	0,123
	Prof*Trans	0,073		Prof*Trans	0,209
Copepodos totales	Factor	p	Larvas nauplii	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,000
	Prof	0,264		Prof	0,645
	Trans	0,648		Trans	0,842
	Hora*Prof	0,958		Hora*Prof	0,997
	Hora*Trans	0,191		Hora*Trans	0,168
	Prof*Trans	0,093		Prof*Trans	0,084
Copepoditos ciclopóideos	Factor	p	Copepoditos calanóideos	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,699
	Prof	0,007		Prof	0,048
	Trans	0,146		Trans	0,630
	Hora*Prof	0,094		Hora*Prof	0,423
	Hora*Trans	0,410		Hora*Trans	0,292
	Prof*Trans	0,289		Prof*Trans	0,036
Ciclopóideos adultos	Factor	p	<i>A. robustus</i>	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,000
	Prof	0,074		Prof	0,170
	Trans	0,086		Trans	0,042
	Hora*Prof	0,008		Hora*Prof	0,033
	Hora*Trans	0,097		Hora*Trans	0,023
	Prof*Trans	0,833		Prof*Trans	0,583
Calanóideos adultos	Factor	p	Cladoceros totales	Factor	p
	Hora	0,085		Hora	0,000
	Prof	0,202		Prof	0,168
	Trans	0,131		Trans	0,834
	Hora*Prof	0,089		Hora*Prof	0,421
	Hora*Trans	0,789		Hora*Trans	0,031
	Prof*Trans	0,971		Prof*Trans	0,542
<i>C. dubia</i>	Factor	p	<i>D. birgei</i>	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,017
	Prof	0,500		Prof	0,211
	Trans	0,096		Trans	0,548
	Hora*Prof	0,078		Hora*Prof	0,341
	Hora*Trans	0,030		Hora*Trans	0,050
	Prof*Trans	0,181		Prof*Trans	0,749
<i>M. micrura</i>	Factor	p	<i>B. dimidiatus</i>	Factor	p
	Hora	0,002		Hora	0,000
	Prof	0,223		Prof	0,016
	Trans	0,093		Trans	0,008
	Hora*Prof	0,157		Hora*Prof	0,045
	Hora*Trans	0,656		Hora*Trans	0,265
	Prof*Trans	0,834		Prof*Trans	0,048
<i>C. unicomis</i>	Factor	p	<i>H. fennica</i>	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,000
	Prof	0,155		Prof	0,739
	Trans	0,521		Trans	0,013
	Hora*Prof	0,889		Hora*Prof	0,069
	Hora*Trans	0,675		Hora*Trans	0,092
	Prof*Trans	0,480		Prof*Trans	0,186
<i>K. americana</i>	Factor	p	<i>T. fluviatile</i>	Factor	p
	Hora	0,000		Hora	0,000
	Prof	0,886		Prof	0,000
	Trans	0,318		Trans	0,433
	Hora*Prof	0,967		Hora*Prof	0,034
	Hora*Trans	0,054		Hora*Trans	0,278
	Prof*Trans	0,317		Prof*Trans	0,769

**Tabla 17: análisis factoriales de la distribución espacial para cada grupo o especie tratado.**

La hora y la posición horizontal en la transecta interactuaron significativamente sobre las densidades del zooplancton total, del copépodo *A. robustus*, de los cladóceros totales y de *C. dubia*, mientras que dicha interacción estuvo en el límite de significancia para la densidad de los ciclopoideos adultos, para *D. birgei*, para *H. fennica* y *K. americana*.

La interacción entre la profundidad y la distancia de la costa sobre las densidades numéricas de los distintos representantes del zooplancton se verificó significativa ( $p < 0,05$ ) para el caso de los copepoditos calanoideos, mientras que estuvo en el límite del intervalo de confianza ( $0,05 < p < 0,10$ ) para la densidad zooplanctónica total, la densidad total de los copépodos (formas juveniles y adultas incluidas), la densidad de las larvas nauplii y a densidad del rotífero *B. dimidiatus*.

### **Consideraciones finales**

Los parámetros físico-químicos analizados mostraron una marcada homogeneidad en la columna de agua debido a la condición somera y polimíctica del cuerpo de agua, lo cual concuerda con lo expresado por José de Paggi (1995). Por ello, no se considera que tuvieran un efecto limitante sobre el zooplancton estudiado. Incluso para el caso particular del oxígeno disuelto, que mostró cierta tendencia al aumento en los niveles superficiales durante el día, y valores relativamente bajos en toda la columna de agua hacia el amanecer, se asume que no obró como factor limitante, y en este sentido existen referencias (José de Paggi, 1995) que indican que tampoco son limitantes a concentraciones sensiblemente inferiores a las registradas en ocasión del muestreo (2 mg/l, 20% de saturación).

Entre los grupos y especies estudiados se observaron ciertas diferencias en la distribución espacio – temporal que pueden ser interpretadas como fenómenos de migración, y que se revelaron como interacciones estadísticamente significativas en los análisis factoriales realizados, entre los factores espaciales (PROF, TRANS) y el factor temporal (HORA). Estas migraciones variaron marcadamente según el grupo y, en los casos en los que se discriminó (copépodos) según el estado de desarrollo.

Entre los movimientos verticales, se observaron casos de ascenso a los niveles superficiales durante las horas de la noche (*C. dubia*, *N. incompositus*, *A. robustus*) y posterior descenso a los estratos más cercanos a los sedimentos durante el día (migración directa) como también los casos inversos, que mostraron ascenso a los niveles superficiales durante las horas del día (copépodos juveniles, principalmente ciclopoideos), y descenso hacia la noche (migración inversa), las cuales fueron las más importantes en las investigaciones realizadas por José de Paggi, (1995). Estas últimas se consideran para eludir a predadores invertebrados.

En cuanto a los movimientos horizontales, se registraron variaciones en las posiciones de la transecta (distancia horizontal de la costa) en que se encontraron las mayores densidades de los distintos zooplanctones para un momento dado del día. Lo observado concuerda con lo expresado por Burks *et al*, (2002), quien resaltó la importancia de este tipo de migraciones en lagos someros eutróficos como el que nos ocupa. Así, *N. incompositus* se encontró alejado de la costa en horas nocturnas, del mismo modo que el rotífero *C. unicornis*. *A. robustus* hizo lo propio al amanecer y permaneció cerca de la costa en horas de la tarde, mientras que *M. micrura* verificó una conducta inversa a la de aquél.

Los cálculos la profundidad media de residencia, así como de las distancias medias a la costa permitieron visualizar las posiciones más probables de ocurrencia de los distintos grupos y especies integrantes del zooplancton, y su variación a lo largo del ciclo diario estudiado. Sin embargo, la precisión de esta herramienta es escasa debido a que, al ser un cálculo relativo expresó las posiciones más probables en función del total de individuos encontrados, sin detectar la posibilidad de migraciones por fuera del rango espacial estudiado (algo que se acentúa fuertemente cuando la transecta es relativamente pequeña respecto de la extensión total del cuerpo de agua). Este último fenómeno de migración por fuera de los límites de la transecta que se presume que ocurrió en aquellos grupos que variaron notoriamente su frecuencia total en función del tiempo.

Este último aspecto se hizo evidente en la cantidad de grupos y especies zooplanctónicas cuya densidad numérica mostró una dependencia significativa respecto del factor "HORA". Sin embargo, el hallazgo de interacciones significativas entre el factor "HORA" y los factores "PROFUNDIDAD" y "TRANSECTA" en los grupos mencionados en párrafos anteriores, sugiere que ciertamente los movimientos migratorios (tanto horizontales como verticales) tuvieron lugar en el ciclo estudiado.

Uno de los fenómenos que influyó para que se registraran tan pocos valores significativos en este estudio fue la distribución caótica de las densidades registradas en las muestras correspondientes al sector de la transecta más próximo a la costa. En el presente estudio puede mencionarse que si bien la transecta sobre la cual se efectuó la extracción de muestras se encontraba al reparo de la acción del viento, el resto de la laguna no lo estaba, de manera que el oleaje originado por acción eólica en el centro del



cuerpo de agua incidía sobre el sitio de muestreo. De acuerdo con este aspecto, se ha expresado que en las proximidades de la línea de costa, y por la interacción aumentada del agua con los sedimentos, estos movimientos generan una turbulencia que interfiere los movimientos migratorios del plancton (Easton y Gophen, 2003). Este efecto del oleaje sobre la migración fue más acentuado por la ausencia de macrófitas en los momentos en que se llevó a cabo el estudio. Por todo ello, la tendencia de los rotíferos a presentar una migración vertical “inversa” encontrada por José de Paggi (1995) en la zona litoral, no se observa aquí en la estación más próxima a la costa sino en la más alejada.

Finalmente, puede apreciarse que los grandes grupos no exhibieron tendencias claras de preferencias espaciales a lo largo del día como sí lo hicieron las especies individuales. Esto se debió indudablemente a que los grupos en cuestión englobaron especies de tendencias migratorias opuestas que se neutralizaron al tratarlas en conjunto.

# **Experiencias en Microcosmos**

### **Introducción General.**

Una de las herramientas que pueden usarse para la evaluación de las relaciones tróficas existentes entre las distintas especies de una comunidad es la realización de experimentos en ambientes reducidos. Si bien este tipo de metodología se aleja de las condiciones originales que se encuentran en los ambientes naturales, permite ejercer un control de las variables que sería impracticable en dichos ambientes. Así, el diseño del experimento se centrará en la elección y el control de las variables de manera de dilucidar una hipótesis específica.

Para el caso particular de los ambientes acuáticos, y particularmente del zooplancton de los ambientes continentales, se entiende que la principal causa de mortalidad es la predación (provocada por predadores vertebrados e invertebrados). También se acepta (Burks *et al* , 2002; González Sagrario y Balseiro, 2003) que la presencia de macrófitas sumergidas puede disminuir la efectividad de algunos predadores (principalmente peces de aguas libres) y aumentar la de otros (por ejemplo predadores macroinvertebrados de ambientes litorales).

La elección de los organismos involucrados en estas experiencias respondió a distintos motivos: en primer lugar se buscó experimentar con especies que hayan registrado presencia en el cuerpo de agua sobre el cual se centra el presente trabajo (la laguna de San Miguel del Monte). Por otra parte se buscó organismos que no presentaran dificultades metodológicas demasiado severas para una primera experiencia que debía servir también para el ajuste de la infraestructura y la metodología a emplear.

Uno de los objetivos principales de estas experiencias es analizar las relaciones tróficas que pudieran existir entre distintos pares de especies que se presumen "predador~presa", poniendo énfasis en el papel que desempeña la presencia física de macrófitas sobre estas relaciones de predación. Por otra parte también se pretende poner a prueba ciertos aspectos metodológicos que permitan en el futuro el desarrollo de experimentos semejantes que incluyan distintas especies.

### **Metodología de cultivo de microcrustáceos planctónicos.**

En un principio se realizaron experiencias preliminares de cultivo de crustáceos (copépodos y cladóceros), siguiendo algunos de los principios expuestos en la literatura (Vijverberg, 1989).

Los esfuerzos se enfocaron en el manejo de ciertas variables, principalmente la temperatura de los cultivos (por medio de aclimatadores de acuario), la composición del medio (formado por agua de la laguna o bien agua potable de red), la alimentación de los organismos (con levaduras, algas ~*Scenedesmus acutum*~ o una mezcla de ambos). Aparte, para todos los cultivos, se fijó un fotoperíodo artificial (12:12) por medio de un sistema de 3 lámparas de filamento incandescente, cada una de 150 watts de potencia, conectadas a un temporizador regulado a tal efecto. Finalmente, se administró un leve burbujeo por medio de aireadores.

Se realizaron pruebas de cultivos estáticos de distintos volúmenes (entre 1 y 150 l) obteniendo resultados dispares dependientes del las condiciones de alimentación, temperatura y antigüedad de los cultivos. En las pruebas realizadas con medios de cultivo renovables (con flujo de agua y

nutrientes) se encontró la dificultad de la pérdida de huevos junto con el medio de cultivo agotado, que se manifestó por el nacimiento de organismos en el medio de cultivo de desecho.

Finalmente se optó por cultivar una mezcla de agua y sedimentos provenientes de la laguna, en un acuario de 150 l expuestos a luz natural, provistos de aireación artificial y de aclimatadores para impedir que la temperatura del agua descendiera por debajo de los 20 °C. Una vez obtenida una población estable de crustáceos se los repicó en nuevos acuarios provistos de agua de red, con el agregado de levaduras y algas, a modo de alimento. Finalmente, en el sistema resultante (ocho acuarios de las dimensiones mencionadas) se mantuvieron las poblaciones necesarias para la realización de las experiencias. Para ello se llevaron a cabo repiques y renovaciones del agua de los acuarios en forma alternativa, en los momentos en que la declinación de las poblaciones lo hacía menester. Una parte del sedimento generado en este proceso se reciclaba para permitir la eclosión de los huevos allí presentes.

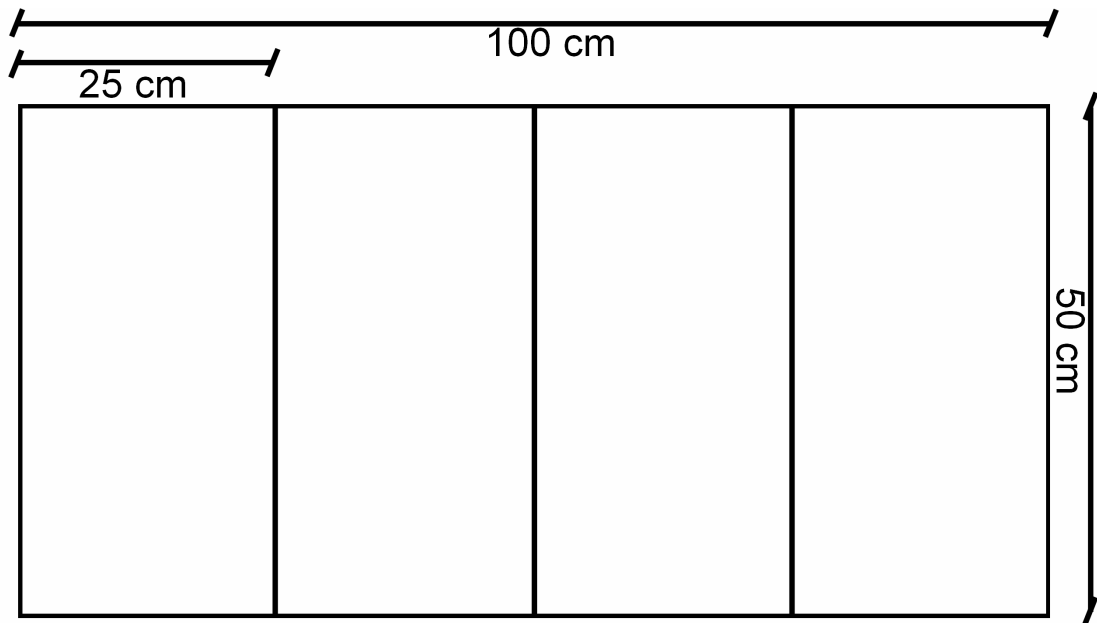
**Experiencias en microcosmos con un testigo y tres tratamientos de cobertura.**

**1. Materiales y métodos**

**1.1. Los acuarios**

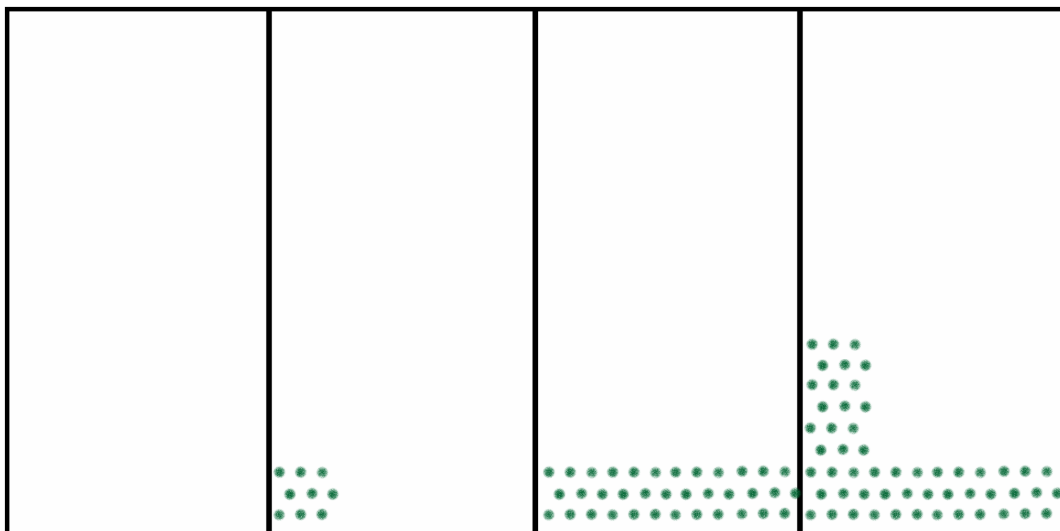
Para emular el efecto de la cobertura de las macrófitas arraigadas sin incluir interferencias como la alteración de la dinámica del ciclo de los nutrientes en los tratamientos o la presencia de organismos epifíticos, se utilizaron macrófitas artificiales, las cuales ofrecieron la ventaja adicional del fácil control de la cantidad de cobertura incluida en cada tratamiento, como así también la certeza de que dicha cobertura iba a permanecer constante a lo largo de la duración del experimento. La simulación de la cobertura consistió en la fijación al piso del acuario de plantas artificiales de 10 cm de alto, situadas con aproximadamente 2 cm de distancia entre plantas, lo cual permitía que las ramificaciones cubrieran el espacio existente entre plantas adyacentes.

Las experiencias se realizaron en un diseño de bloque. Cada bloque comprendió un acuario de 100 cm de largo, 50 cm de ancho, y 35 cm de profundidad (un volumen aproximado de 150 l) dividido en cuatro ambientes iguales (de aproximadamente 37,5 l cada uno) como se observa en la figura 162.



**Fig. 162: Esquema de un acuario semejante al utilizado para los experimentos, en el que se detalla el modo de división.**

Cada subdivisión de los acuarios se diferenci6 por la cobertura de macrófitas, pudiendo distinguirse un testigo (ausencia de macrófitas) y tres tratamientos de cobertura creciente (Fig. 163). Cada experiencia completa incluy6 cuatro réplicas del bloque en cuesti6n.

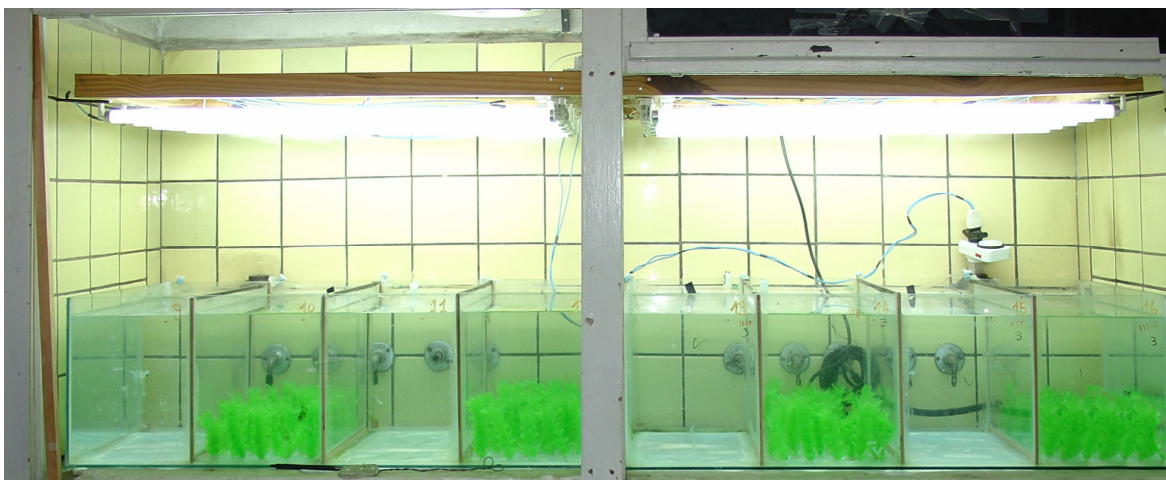


**Fig. 163: Esquema de bloque. Cada rama artificial se representa “•”. De izquierda a derecha, los tratamientos con coberturas ausente (X), mínima (XX), alta (XXX) y máxima (XXXX) respectivamente.**

Las ubicaciones de los tratamientos dentro de cada bloque fueron asignadas al azar, y se respetaron para los distintos eventos.

Los cuatro bloques mencionados se situaron de a pares en nichos aislados de la iluminación natural con el objeto de no perder efectividad en el control del fotoperíodo. Sobre cada uno de los bloques se instaló un sistema de iluminación compuesto por cinco tubos fluorescentes PHILLIPS TLD de 30 w cada uno, los cuales proporcionaron una intensidad de 5000 lux a la altura de la superficie del agua. Dicho sistema fue conectado a un temporizador, con el objeto de regular el fotoperíodo del modo más conveniente para la concreción de las experiencias. Finalmente, cada uno de los ambientes recibió burbujeo de aire por medio de un aireador para eliminar la posibilidad de que el oxígeno disuelto en el agua se tornara un factor limitante (Fig. 164).





**Fig. 164: Situación de los acuarios instalados y en funcionamiento.**

### 1.2. Las experiencias.

#### 1.2.1. Experiencia I.

Se utilizaron como presas planctónicas a ejemplares de la especie *Daphnia spinulata* debido a que está considerada como un filtrador eficiente y a que se encontraba presente en el cuerpo de agua estudiado (Benítez *et al* 2000, Claps *et al* 2004). Además, su gran tamaño (0,5 a 2 mm) facilitó sobremanera la metodología de su manipulación, a la vez que demostró ser un ítem accesible para los predadores visuales en aguas abiertas. Como predadores vertebrados se recurrió a ejemplares de *Cheirodon interruptus interruptus*, pez planctófago que se encuentra citado como integrante de la ictiofauna de la laguna San Miguel del Monte (Grosman *et al*, 2002) y cuyo tamaño permitía la realización de experiencias en microcosmos moderadamente reducidos en volumen.

En cada ambiente individual se introdujeron 200 ejemplares de *D. spinulata* los cuales se dejaron 24 hs con el objeto de que se aclimatasen. Pasado ese período de tiempo se agregó a cada acuario un ejemplar del

predador vertebrado, de aproximadamente 3,5 a 4 cm de talla. Los predadores premanecieron 24 hs dentro de los acuarios, momento en que fueron retirados.

Luego de retirados los predadores se seleccionó aleatoriamente a uno de los peces provenientes de un ambiente control y a otro proveniente de un tratamiento de máxima cobertura a los efectos de observarle el contenido intestinal con el objeto de certificar la predación por presencia ejemplares de *Daphnia* en el interior de su intestino.

Finalmente se filtró completamente el agua de cada uno de los acuarios con una red de plancton de 35  $\mu\text{m}$  de apertura de malla para concentrar los crustáceos remanentes y efectuar un recuento exhaustivo en microscopio estereoscópico.

### **1.2.2. Experiencia II.**

Se procedió exactamente del mismo modo que en la experiencia I, con el objeto de aumentar el número de bloques para incrementar el número de datos en el tratamiento estadístico de las experiencias.

### **1.2.3. Experiencia III**

Previo a la introducción de los cladóceros se agregó al agua de cada uno de los acuarios levadura de cerveza mezclada con agua hasta que la turbidez alcanzara 60 NTU en cada uno de ellos. Se procedió luego a introducir las 200 ejemplares de *D. spinulata* y se siguieron los mismos pasos que en las experiencias I y II.

### 1.2.4. Experiencia IV

Se procedió del mismo modo que en la experiencia I pero , a diferencia de aquélla, en la presente experiencia se introdujo como predador vertebrado, un ejemplar de *Cnesterodon decenmaculatus* de aproximadamente 2,5 cm de talla. En cada bloque (compuesto por cuatro ambientes) se introdujeron tres hembras y un macho de modo tal que los cuatro machos involucrados en el ensayo se ubicaron cada uno en un tratamiento diferente de los restantes bloques (Así, en el bloque nº1 el macho se situó en el testigo, en el nº2, en tratamiento de alta cobertura, en el bloque nº3, en el de cobertura máxima y en el bloque nº4, en el tratamiento de cobertura mínima).

### 1.3. Tratamiento estadístico de las experiencias

Para cada una de las experiencias se efectuaron distintos Test "t" de comparación de pares.

En un caso, los test se efectuaron sobre la posible diferencia en el efecto de refugio de los tratamientos individuales, del siguiente modo:

testigo vs. cobertura mínima

testigo vs. cobertura alta

testigo vs. cobertura máxima

cobertura mínima vs. cobertura alta

cobertura mínima vs. cobertura máxima y, finalmente,

cobertura alta vs. cobertura máxima

En el restante caso se agruparon los tratamientos de menor cobertura (nula y mínima) en el grupo denominado "cobertura baja", y los tratamientos de mayor cobertura (alta y máxima) en el grupo denominado "cobertura alta"

estableciéndose como datos para su cálculo, las diferencias entre el número de individuos remanentes entre tratamientos de alta cobertura ("3" ó "4") y tratamientos de baja cobertura ("0" ó "1") de un mismo bloque. Además se efectuaron para cada experiencia, sendos análisis de la varianza que tuvieron por factores a la cobertura, y por variables dependientes a la abundancia numérica de cladóceros remanentes a la finalización de los experimentos.

## 2. Resultados:

### 2.1. Experiencias I y II:

Los resultados del recuento de los cladóceros remanentes en cada uno de los tratamientos mostraron una tendencia al aumento de la densidad media conforme se aumentó la cobertura de macrófitas (Tabla 18). Sin embargo, en ese mismo sentido existió una marcada tendencia hacia el aumento de la dispersión de los datos, lo cual constituyó un serio inconveniente a la hora de enmarcar a los datos obtenidos dentro de una explicación estadística convincente.

<u>Repeticiones</u>	<u>Bloque</u>	<u>Acuario</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Daphnias</u>
1	1	1	XXX	2
1	1	2	XX	0
1	1	3	X	3
1	1	4	XXXX	5
1	2	5	XXX	5
1	2	6	XX	2
1	2	7	X	5
1	2	8	XXXX	35
1	3	9	XX	1
1	3	10	XXXX	2
1	3	11	XXX	0
1	3	12	X	0
1	4	13	X	5
1	4	14	XXXX	7
1	4	15	XXX	25
1	4	16	XX	16
2	1	1	XXX	39
2	1	2	XX	3
2	1	3	X	2
2	1	4	XXXX	7
2	2	5	XXX	7
2	2	6	XX	5
2	2	7	X	4
2	2	8	XXXX	11
2	3	9	XX	2
2	3	10	XXXX	5
2	3	11	XXX	7
2	3	12	X	1
2	4	13	X	2
2	4	14	XXXX	7
2	4	15	XXX	3
2	4	16	XX	1

**Tabla 18: Resultados de las experiencias de predación I y II. X) tratamiento sin cobertura de macrófitas, XX) cobertura baja, XXX) cobertura alta, XXXX) cobertura máxima.**

Los resultados de la experiencia 1 (Tabla 18, repetición 1 y Tabla 21) no mostraron valores estadísticamente significativos para el efecto de refugio entre los tratamientos individuales para los análisis de varianza ni para los test "T" de comparaciones pareadas. Tampoco se encontraron diferencias significativas al agrupar los tratamientos en "cobertura baja" y "cobertura alta".

Para la experiencia 2 (Tabla 18, repetición 2 y Tabla 21), el test "T" detectó diferencias estadísticamente significativas en el efecto de cobertura entre el testigo sin cobertura y el tratamiento de máxima cobertura ( $p=0,04$ ), también entre el tratamiento de cobertura mínima y el de cobertura máxima ( $p=0,08$ ) y entre los tratamientos agrupados ( $p=0,088$ ). El análisis de la varianza realizado para esta experiencia sólo detectó un efecto significativo entre los tratamientos agrupados ( $p=0,066$ ).

Al tomar los resultados de las dos repeticiones en conjunto (Tabla 18, repeticiones 1 y 2, y Tabla 21) se observaron efectos de refugio significativos para el test "T" entre el testigo y el tratamiento de cobertura máxima ( $p=0,07$ ) y entre los tratamientos agrupados ( $p=0,014$ ). El análisis de la varianza sólo detectó efectos significativos de refugio al comparar los tratamientos agrupados ( $p=0,027$ ).

### **2.2. Experiencia III:**

Para esta experiencia no se observó la relación entre los valores medios de cladóceros remanentes y los diferentes estados de cobertura, como había ocurrido en las experiencias I y II, sino que todos los tratamientos mostraron una altísima dispersión de los datos (Tabla 19).

<u>Repeticiones</u>	<u>Bloque</u>	<u>Acuario</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>Daphnias</u>
1	1	1	XXX	20
1	1	2	XX	3
1	1	3	X	114
1	1	4	XXXX	8
1	2	5	XXX	2
1	2	6	XX	0
1	2	7	X	3
1	2	8	XXXX	4
1	3	9	XX	0
1	3	10	XXXX	4
1	3	11	XXX	0
1	3	12	X	0
1	4	13	X	1
1	4	14	XXXX	1
1	4	15	XXX	0
1	4	16	XX	28

**Tabla 19: Resultados de la experiencia de predación III. X) tratamiento sin cobertura de macrófitas, XX) cobertura baja, XXX) cobertura alta, XXXX) cobertura máxima.**

Los resultados de las pruebas estadísticas (Tabla 21) no arrojaron valores significativos para los test "T" realizados, ni para los análisis de varianzas.

### 2.3. Experiencia IV:

El ensayo de predación de *D. spinulata* por parte de *C. decenmaculatus* arrojó un número mucho mayor de cladóceros sobrevivientes que las correspondientes a la predación por *C. interruptus* (Tabla 20).

Repeticiones	Bloque	Acuario	Tratamiento	Daphnias
1	1	1	XXX	3
1	1	2	XX	51
1	1	3	X	43
1	1	4	XXXX	42
1	2	5	XXX	40
1	2	6	XX	11
1	2	7	X	76
1	2	8	XXXX	78
1	3	9	XX	16
1	3	10	XXXX	25
1	3	11	XXX	18
1	3	12	X	22
1	4	13	X	2
1	4	14	XXXX	6
1	4	15	XXX	1
1	4	16	XX	6

**Tabla 20: Resultados de la experiencia de predación IV. X) tratamiento sin cobertura de macrófitas, XX) cobertura baja, XXX) cobertura alta, XXXX) cobertura máxima.**

De este modo, como lo muestra la tabla 21, el resultado del test T de comparación de pares sólo arrojó un resultado significativo (efecto de refugio positivo y no aleatorio) entre los tratamientos de cobertura alta y máxima ( $p = 0,099$ ).

		Experiencia I	Experiencia II	Experiencias I y II	Experiencia III	Experiencia IV
Test "T"	Predador	Cheirodon (1)	Cheirodon (1)	Cheirodon (1)	Cheirodon (1)	Cnesterodon (1)
	Presa	Daphnia (200)	Daphnia (200)	Daphnia (200)	Daphnia (200)	Daphnia (200)
	Turbidez (NTU)	0	0	0	60	0
	Testigo vs. Mínima	<div><div></div><div><p>p = 0,04</p><p>p = 0,07</p></div></div>				
	Testigo vs. Alta					
	Testigo vs. Máxima					
	Mínima vs. Alta					
	Mínima vs. Máxima					
	Alta vs. Máxima	<p>p = 0,099</p>				
	Tratamientos agrupados	<div><p>p = 0,088</p><p>p = 0,014</p></div>				
ANOVA	Testigo vs. Mínima	<div><div></div><div><p>p = 0,066</p><p>p = 0,027</p></div></div>				
	Testigo vs. Alta					
	Testigo vs. Máxima					
	Mínima vs. Alta					
	Mínima vs. Máxima					
	Alta vs. Máxima					
	Tratamientos agrupados	<div><p>p = 0,066</p><p>p = 0,027</p></div>				

**Tabla 21: Resultados de las pruebas estadísticas realizadas para las experiencias de un testigo sin cobertura, y tres tratamientos de cobertura.**



### 3. Conclusiones y discusión.

El hecho de que los resultados de las pruebas realizadas por separado para las experiencias I y II hayan sido próximos al límite de confianza (en el caso del "Test T", con  $H_0$  aceptada para el primer experimento y rechazada para el segundo) respondió a la alta dispersión de los datos, la cual se observó principalmente en los tratamientos de mayor cobertura. A su vez, los valores extremos que generaron esa dispersión se debieron a que el tamaño reducido de los microcosmos obligó a la utilización de un sólo individuo de la especie predadora, con lo que el resultado final en cada microcosmos individual dependió fuertemente del estado fisiológico del único predador allí presente.

Si bien las pruebas estadísticas no alcanzaron a discriminar del azar las diferencias entre los resultados de los tratamientos más próximos, al agrupar los tratamientos en un grupo de alta densidad y un grupo de baja densidad, las diferencias entre las densidades de cladóceros al final del experimento son demasiado altas como para atribuir las al azar, y se interpretan como producto de la diferencia entre las condiciones de cobertura de los tratamientos.

Existen referencias provenientes de experiencias con clausuras que apuntan a que una creciente densidad de peces planctófagos acaba en la pérdida parcial o aun total del efecto de refugio que las macrófitas proporcionan a los cladóceros. Así, Schriver *et al* (1995) encontraron efectos positivos de refugio con una densidad de planctófagos inferior a  $2 \text{ ind/m}^2$ , Bekliolgu & Moss (1996) y Jeppesen *et al* (1998<sup>b</sup>) encontraron la pérdida total o parcial del efecto de refugio con altas densidades de peces planctófagos (mayores a  $2 \sim 5 \text{ ind/m}^2$ ) y Bertolo *et al* (1999) encontraron, a densidades de  $2,67 \text{ ind/m}^2$ , una inhibición del efecto de refugio para *Daphnia*, pero efectos

positivos de refugio para *Ceriodaphnia*. En comparación con estos hallazgos, las experiencias realizadas en este trabajo difirieron en varios aspectos metodológicos fundamentales, ya que la escala de tamaño de los microcosmos utilizados fue muy inferior a los mesocosmos citados ( $9,3 \text{ m}^3$  para el caso de las clausuras empleadas por Bertolo *et al* (1999) y la densidad de peces empleada fue de  $8 \text{ ind/m}^2$ . Sin embargo, la reducida escala temporal utilizada en este trabajo (un día) permitió detectar diferencias entre los tratamientos.

Debido a que en la serie de experimentos de predación de cladóceros planctónicos por peces se está poniendo a prueba un mecanismo de predación cuyo componente sensorial más importante es el visual (Brooks y Dodson, 1965; Reylolds, 1994) era esperable que al adicionar en este diseño un obstáculo a la percepción visual (como lo es la turbidez) descendiera la presión de predación sobre los zooplanctontes y se observara una mayor densidad de zooplancton al final del experimento, en comparación con los ensayos anteriores. Sin embargo, la mayoría de los acuarios tuvieron valores finales de cladóceros remanentes bajos (tabla 18), y puede decirse que en los rangos de valores de turbidez manejados en esta experiencia (20 a 60) los peces no vieron mermada sustancialmente su capacidad de predación. Ésto concuerda con lo hallado por De Robertis *et al* (2003) que, en experimentos en microcosmos de tamaño semejante, encontró que la turbidez afecta sensiblemente más a la piscivoría que a la planctivoría debido a que las interacciones de esta última se desarrollan a una escala espacial menor, que no alcanza a afectar sustancialmente la detección de la presa, incluso a valores de turbidez de 40 NTU. Por otra parte, la turbidez de la laguna durante los ciclos anuales estudiados mostró con frecuencia valores muy superiores a los utilizados en estos experimentos.

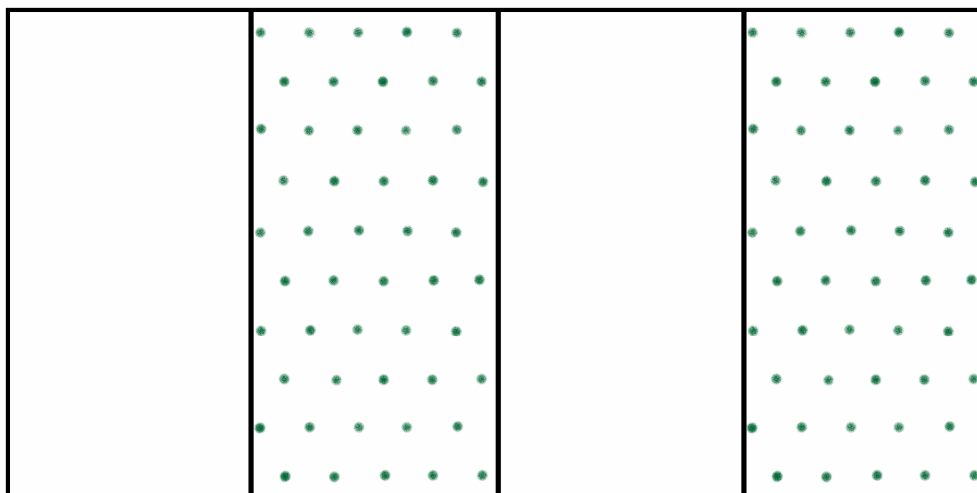
**Experiencias con un testigo, y un tratamiento de cobertura.**

**1. Materiales y métodos**

**1.1. Los acuarios**

Las experiencias se realizaron en un diseño de bloque, con los acuarios dispuestos en la misma forma que los experimentos de tres tratamientos de cobertura, la cual se encuentra descripta en el punto 3. (Fig. 164).

Debido a que los resultados de las pruebas del punto anterior no encontraron significativas las diferencias entre grados de cobertura próximos se optó por modificar la disposición de las macrófitas artificiales, de manera de generar sólo un testigo sin cobertura y un tratamiento con cobertura, que consistió en la presencia de macrófitas en toda el área sobre el fondo, aunque distribuídas de manera más dispersa que en los experimentos que contaron con tres tratamientos. Los testigos y los tratamientos de cobertura se alternaron en cada uno de los cuatro bloques utilizados (Fig. 165).



**Fig. 165: Esquema de un bloque semejante al utilizado en los experimentos de predación con predadores invertebrados donde se aprecia la disposición de las macrófitas (puntos verdes) y la alternancia de testigos y tratamientos.**

Al igual que en los experimentos anteriores, los cuatro bloques mencionados se situaron de a pares en nichos aislados de la iluminación natural con el objeto de no perder efectividad en el control del fotoperíodo, el cual se practicó con el mismo equipo de iluminación empleado en las experiencias anteriores y descrito en el punto 3.1.1.

Finalmente, cada uno de los ambientes recibió burbujeo de aire por medio de un aireador para eliminar la posibilidad de que el oxígeno disuelto en el agua se tornara un factor limitante.

### 1.2. Las experiencias.

#### 1.2.1. Experiencia 1: predación por planctófagos invertebrados

Se utilizaron como presas planctónicas a ejemplares de la especie *Daphnia spinulata* (grávidas y no grávidas) y se agregó la presencia de *Ceriodaphnia dubia* que fue uno de los cladóceros numéricamente más importantes de la laguna estudiada durante ambos ciclos anuales.

Como predadores invertebrados se utilizaron organismos litorales, para lo cual se recurrió a ejemplares de *palaemonetes* sp.(Fig. 166), especie que fue encontrada ocasionalmente en la zona litoral de laguna (Benítez *et al*, datos no publicados). Para la realización de los experimentos



**Fig 166: Ejemplares de *Palaemonetes* sp semejantes a los empleados como predadores invertebrados**

se seleccionaron ejemplares de pequeño tamaño de la especie predadora (alrededor de 2 cm de longitud total) con el propósito de no elevar excesivamente la densidad de la biomasa predadora en cada uno de los ambientes, en vistas de las reducidas dimensiones de los mismos.

A diferencia de los experimentos anteriores (descritos en el punto 3), en esta serie de experiencias se colocaron en primer término a los predadores (tres ejemplares de *palaemonetes* sp.) y 72 horas más tarde, los cladóceros. En cada ambiente individual se introdujeron 100 hembras grávidas de *D. spinulata* de tamaño relativamente grande (aproximadamente de 3 mm de longitud total), 50 hembras sin huevos, de entre de 1 y 1,5 mm de longitud y 50 *Ceriodaphnias* sin huevos de alrededor de 1 mm de longitud cada una.. Los camarones se retiraron a las 24 horas de iniciada la experiencia (tomando inicio de la misma el momento en que se agregaron los cladóceros).

Finalmente se filtró completamente el agua de cada uno de los acuarios con una red de plancton de 35  $\mu$ m de apertura de malla para concentrar los crustáceos remanentes y efectuar un recuento exhaustivo en microscopio estereoscópico.

### **1.2.2. Experiencia 2: predación por planctófagos vertebrados.**

Al igual que en el experimento anterior, se utilizaron como presas planctónicas a ejemplares de la especie *Daphnia spinulata* (grávidas y no grávidas) y se agregó la presencia de *Ceriodaphnia dubia* que fue uno de los cladóceros numéricamente más importantes de la laguna estudiada durante ambos ciclos anuales.

Como predadores se emplearon peces litorales de la especie *C. interruptus*, que ya había sido utilizada en experimentos anteriores (punto 3) y que se encontró presente en la laguna (Grossmann *et al*, 1993).

A diferencia de los experimentos de tres tratamientos y del mismo modo que el experimento anterior, en esta experiencia se colocaron en primer término a los predadores (un ejemplar de *C. interruptus* de aproximadamente 4 cm de longitud en cada acuario y 72 horas más tarde, los cladóceros. En cada ambiente individual se introdujeron 100 hembras grávidas de *D. spinulata* de tamaño relativamente grande (alrededor de 3 mm de longitud total), 50 hembras sin huevos, de entre de 1 y 1,5 mm de longitud y 50 Ceriodaphnias sin huevos de alrededor de 1 mm de longitud cada una.. Los peces se retiraron a las 24 horas de iniciada la interacción entre los zooplanctontes y los predadores experiencia

Finalmente se filtró completamente el agua de cada uno de los acuarios con una red de plancton de 35  $\mu$ m de apertura de malla para capturar los crustáceos y efectuar un recuento exhaustivo en microscopio estereoscópico.

### 1.3. Tratamiento estadístico de las experiencias

Para estas experiencias se efectuó un Test "t" de comparación de pares, estableciéndose como datos para su cálculo, las diferencias entre el número de individuos remanentes entre tratamientos de cobertura presente y de control (sin cobertura) de un mismo bloque. Estos análisis se llevaron a cabo, por un lado, con la cantidad total de individuos remanentes, y por el otro, independientemente con cada una de las especies (*D. spinulata* y *C. dubia*). Además de ello, se realizó análisis de la varianza sobre los individuos totales y cada una de las especies.

## 2. Resultados.

### 2.1. Experiencia de predación por parte de predadores invertebrados

Los resultados detallados de los cladóceros sobrevivientes al evento de predación se muestran en la tabla 22.

Lo más destacado de la observación superficial de los datos es la ausencia absoluta de ejemplares de hembras grávidas del género *Daphnia* en las muestras de todos los acuarios.

Los ejemplares no grávidos de *Daphnia* y de *Ceriodaphnia* se encontraron en órdenes de abundancia más o menos semejantes, pero con mayores dispersiones por parte de los ejemplares de *Daphnia*.

Bloque	Acuario	Cobertura	Daphnia		Ceriodaphnia
			(grávidas)	(no grávidas)	
1	1	no	0	16	3
1	2	sí	0	13	3
1	3	no	0	5	3
1	4	sí	0	0	5
2	5	no	0	1	3
2	6	sí	0	1	5
2	7	no	0	1	1
2	8	sí	0	1	7
3	9	no	0	0	1
3	10	sí	0	0	7
3	11	no	0	2	2
3	12	sí	0	2	12
4	13	no	0	3	0
4	14	sí	0	2	4
4	15	no	0	4	1
4	16	sí	0	1	8

**Tabla 22: Resultados de la experiencia de predación con predadores invertebrados.**

En cuanto a los resultados de esta experiencia (tabla 24), el test "t" de comparación de pares efectuado a los cladóceros totales remanentes en cada acuario (la suma de *Daphnia* grávidas, no grávidas y *Ceriodaphnias*) sugieren un efecto positivo de refugio no atribuible al azar ( $p=0,089$ ).

Cuando se analizan por separado las dos categorías que presentaron supervivencia (detalladas en la tabla 36) se observa que el efecto de las macrófitas sobre la supervivencia de los ejemplares no grávidos de *Daphnia* fue significativo y negativo ( $p=0,064$ ). En el caso de los ejemplares de *Ceriodaphnia* se observó un efecto de refugio positivo y significativo ( $p=0,05$ ).

El análisis de la varianza realizado sobre los resultados del presente ensayo sólo detectó un significativo efecto de refugio para el caso de la supervivencia de *C. dubia* ( $p=0,01$ ).

### **2.1. Experiencia de predación por parte de predadores vertebrados**

Este experimento (Tabla 23) mostró nuevamente una mortalidad absoluta de las hembras grávidas de *D. spinulata* para todos los acuarios involucrados en el ensayo.

Los ejemplares no grávidos de *Daphnia* se encontraron, además, en muy baja proporción. Éstos sólo sobrevivieron en algunos de los acuarios con cobertura y estuvieron ausentes en los acuarios carentes de ella..

Finalmente, se observó que las ceriodafnias fueron proporcionalmente menos susceptibles a la predación por parte de *C. interruptus* debido a que se encontró en con mayor frecuencia, incluso presentando supervivencia en algunos acuarios carentes de macrófitas. Sin embargo, se observó para esta especie, una importante dispersión de los datos.



Bloque	Acuario	Cobertura	Daphnia		Ceriodaphnia
			(grávidas)	(no grávidas)	
1	1	no	0	0	0
1	2	sí	0	0	0
1	3	no	0	0	0
1	4	sí	0	0	0
2	5	no	0	0	6
2	6	sí	0	1	5
2	7	no	0	0	0
2	8	sí	0	3	3
3	9	no	0	0	0
3	10	sí	0	0	2
3	11	no	0	0	4
3	12	sí	0	1	4
4	13	no	0	0	5
4	14	sí	0	1	2
4	15	no	0	0	12
4	16	sí	0	0	0

**Tabla 23: Resultados de la experiencia de predación con predadores vertebrados.**

Los resultados de esta experiencia sólo detectaron un efecto de refugio estadísticamente significativo para el caso de la predación sobre los ejemplares no grávidos de *D. spinulata*. Este fenómeno se registró tanto para el test "T" como para el análisis de la varianza, ambos con similar grado de significancia ( $p=0,06$ ).

		Experiencia I	Experiencia II
		Predador	Predador
		Palaemonetes (3)	Cheirodon (1)
		Presa	Presa
		Daphnia grávidas (100) Daphnia no grávidas (50) Ceriodaphnia no grávidas (50)	Daphnia grávidas (100) Daphnia no grávidas (50) Ceriodaphnia no grávidas (50)
Test "T"	Daphnias grávidas	p = 0,064 (-)	p = 0,06
	Daphnias no grávidas		
	Ceriodaphnias		
	Individuos totales	p = 0,05	
ANOVA	Daphnias grávidas	p = 0,01	p = 0,06
	Daphnias no grávidas		
	Ceriodaphnias		
	Individuos totales		

**Tabla 24: Resultados de las pruebas realizadas para las experiencias de un testigo sin cobertura, y un tratamiento con cobertura de macrófitas.**

### 3. Conclusiones y discusión.

La ausencia total de hembras grávidas del género *Daphnia* en los recuentos provenientes de estas experiencias de predación pueden significar que el período de tiempo del experimento fue demasiado prolongado para el experimento tal y como fue diseñado. Sin embargo la vulnerabilidad a la depredación de los individuos más visibles que se observó en estos experimentos está en un todo de acuerdo con las ideas expresadas por Brooks y Dodson (1965) y con Reynolds (1994) acerca de las particularidades de los mecanismos visuales de depredación.

Los resultados observados para los tres grupos (*Daphnia* grávidas, *Daphnia* no grávidas y *Ceriodaphnia*) permiten corroborar que la presión de predación elevada puede anular los efectos de refugio que las macrófitas proporcionan a los cladóceros y que, en este sentido, los cladóceros de mayor talla (y con huevos) son los que más rápidamente pierden dicho efecto. Estos hallazgos de depredación por invertebrados se encuentran en concordancia con los que Bertolo *et al* (1999) informaron para casos de depredación por peces en experiencias de clausuras. Un paso adelante en la búsqueda de esta relación sería repetir los ensayos agregando una variación en la densidad de predadores.

# **Consideraciones Finales**

### Consideraciones finales

Una de las características principales que ha mostrado la laguna fue la susceptibilidad a experimentar cambios drásticos en los aspectos físicos, químicos y biológicos como respuesta a eventos climáticos, tanto aquellos que se observaron en el área de influencia de la laguna como otros más remotos. Esta particularidad está relacionada a sus características morfométricas, principalmente su someridad, a la relación que mantiene con otros cuerpos de agua lénticos y lóticos y al clima de la región, que experimenta fluctuaciones interanuales marcadas en el régimen de precipitaciones (Quirós *et al*, 2002; Renella y Quirós, 2006).

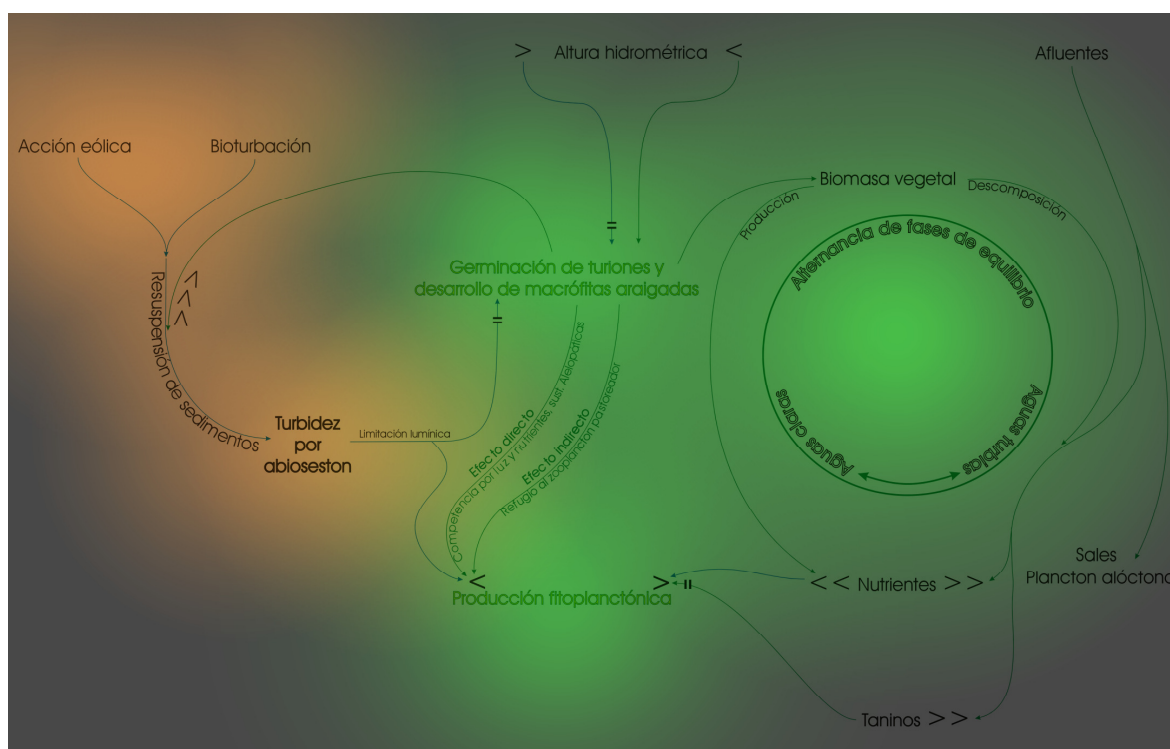
En los dos ciclos anuales analizados, la laguna estuvo sujeta a condiciones climáticas e hidrológicas contrastantes, y como consecuencia de ello las características físicas y químicas del agua de la laguna cambiaron notablemente entre 1997 y 2003. Todo ello determinó marcadas diferencias en los aspectos cualitativos y cuantitativos del plancton en el cuerpo de agua (Tabla 25).

Asimismo, el cuerpo de agua experimentó un cambio en su estado trófico, ya que en ausencia de macrófitas la concentración de nutrientes (fósforo total y fósforo reactivo soluble) fue sensiblemente mayor (Gabellone *et al*, 2000) lo cual era esperable por el papel que desempeñan las macrófitas en la reducción de los fenómenos de resuspensión y carga interna (Søndergaard *et al*, 2003; Horpila y Nurminen, 2005). Sin embargo, la tendencia de los nutrientes y la ausencia de macrófitas no fue acompañada por un aumento en la producción fitoplanctónica como hubiera sido esperable (Jepesen *et al*, 1998<sup>a</sup>).

	1997~1998	2002~2003
Altura hidrométrica (m)	1,64 (1,20 - 2,50)	2,06 (1,75 - 2,55)
Oxígeno disuelto (mg/l)	5,37 (0,20 - 11,12)	8,40 (0,10 - 12,54)
Temperatura (°C)	17,1 (9,4 - 25)	17,5 (7,4 - 30,7)
pH	8,64 (6,23 - 10,20)	8,25 (7,16 - 9,55)
Conductividad (µS/cm)	1.743 (695 - 4.340)	1001,63 (756,5 - 1.620)
Turbidez (NTU)	s/d	88,73 (21 - 251)
Secchi (m)	0,46 (0,20 - 1,00)	0,31 (0,15 - 0,50)
SS totales (mg/l)	0,037 (0 - 0,174)	0,0598 (0,0124 - 0,229)
SS inorg (mg/l)	0,024 (0 - 0,12)	0,0412 (0,0012 - 0,194)
SS org (mg/l)	0,013 (0 - 0,055)	0,0179 (0,0066 - 0,1027)
Nitratos más Nitritos (µg/l)	188,21 (64,70 - 497,00)	s/d
TP (µg/l)	245,05 (110,56 - 570)	420 (130 - 1.400)
PRS (µg/l)	152,42 (22,50 - 374)	230 (20 - 670)
Clorofila a (µg/l)	75,01 (6,00 - 219,60)	28,40 (0 - 118,50)
MO disuelta (Abs <sub>440</sub> )	0,058 (0 - 0,142)	0,08 (0,02 - 0,24)
Polifenoles solubles (mg/l)	2,18 (0,76 - 6,25)	2,26 (0,29 - 5,24)
Testacea (ind/l)	17,94 (0 - 146,5)	60,37 (0 - 519,60)
Ciliata (ind/l)	119,37 (0 - 1.484)	304,52 (3,6 - 1.887,60)
Rotifera (ind/l)	533,25 (6,50 - 3.470)	379,54 (19,20 - 1.489,20)
Cladocera (ind/l)	12,28 (0 - 111,5)	23,28 (0 - 142,08)
Copepoda (ind/l)	202,80 (0 - 898,5)	135,57 (18,12 - 522,72)
Zooplankton total (ind/l)	885,64 (81 - 3.802,64)	903,28 (76,68 - 2.362,32)
Rotifera (µgPS/l)	12,35 (0 - 48,21)	9,23 (0,51 - 41,31)
Cladocera (µgPS/l)	13,79 (0 - 211,80)	41,36 (0 - 230,05)
Copepoda (µgPS/l)	171,84 (0 - 1.866,01)	129,35 (20,03 - 452,65)
Zooplankton total (µgPS/l)	197,97 (0,19 - 2.097,80)	179,93 (30,18 - 506,40)
Clorophyta (ind/l)	6.115.918 (0 - 24.071.000)	271.520 (3.200 - 1.035.600)
Cryptophyta (ind/l)	1.259.606 (0 - 21.760.000)	45.520 (0 - 321.600)
Cyanophyta (ind/l)	19.214.638 (0 - 80.013.000)	74.920 (0 - 427,200)
Diatomea (ind/l)	1.243.819 (0 - 5.860.600)	160.493 (1.600 - 516.800)
Euglenophyta (ind/l)	273.144 (0 - 3.305.000)	20.280 (0 - 225.600)
Fitoplancton Total (ind/l)	28.623.121 (799.000 - 119.766.000)	572.733 (62.800 - 1.376.000)

**Tabla 25: Valores de parámetros físicos, químicos y biológicos de la laguna en ambos ciclos anuales.**

En relación con lo anterior, la diferencia visible más sobresaliente entre los dos períodos estudiados fue la colonización del cuerpo de agua por macrófitas sumergidas. Ello ocurrió sólo en el primero de los ciclos anuales, y comprendió su desarrollo, apogeo y posterior declinación. Como consecuencia se generó una alternancia de fases de aguas claras (máxima transparencia coexistente con las macrófitas sumergidas) y turbias (previa a la colonización).

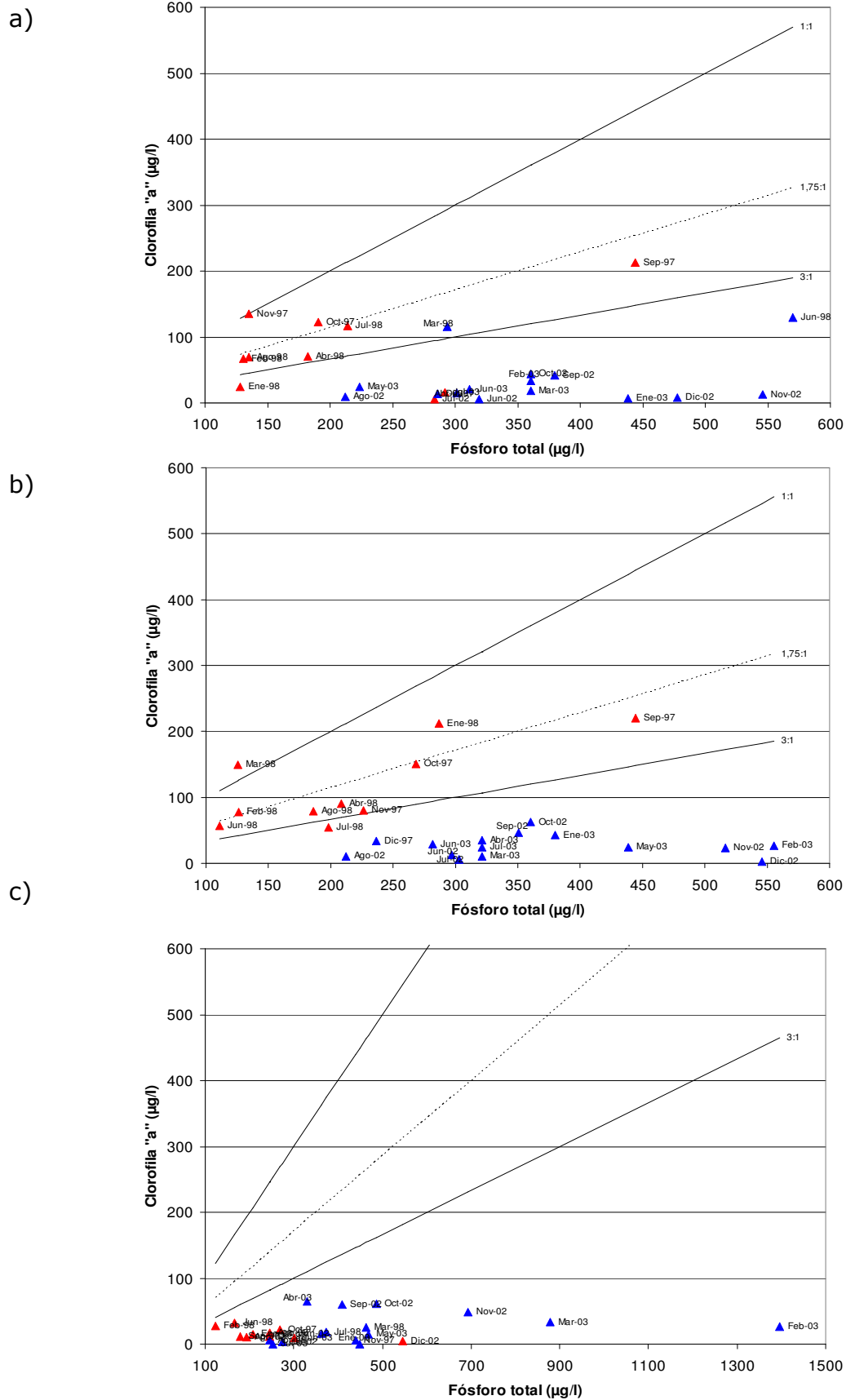


**Fig. 167: Alternancia de fases registrada en el primer período de estudio (iluminado en verde) y su contraste con la turbidez por sedimentos que caracterizó a todo el segundo período (en marrón).**

A diferencia de lo anterior el segundo ciclo anual no presentó macrofitas sumergidas ni alternancia de fases, y la laguna mostró un estado permanente de elevada turbidez, incluso en los niveles superficiales de la columna de agua (Fig. 167). Sin embargo, y en contraste con numerosas referencias bibliográficas que ponen énfasis en la elevada densidad fitoplanctónica como causante de la turbidez en ausencia de macrofitas (Jepesen *et al*, 1998<sup>a</sup>; Quirós *et al*, 2002; Scheffer y van Nes, 2007) las fases turbias, que incluyeron parte del primer ciclo y la totalidad del segundo ciclo anual, no se caracterizaron por una elevada concentración de clorofila "a" ni por una elevada densidad algal, sino por una elevada concentración de sólidos en suspensión, en su mayoría de naturaleza inorgánica, originados en la resuspensión de los sedimentos de la laguna. Fases semejantes de turbidez por sólidos resuspendidos fueron descriptas por Nurminen (2003).

Los dos ciclos anuales se diferenciaron también por la relación existente entre los nutrientes (PT) y la biomasa fitoplanctónica estimada por la concentración de clorofila "a" (Fig. 168). La posible causa es que la abundancia de sólidos en suspensión fue tan marcada en el segundo ciclo anual que provocó una inhibición lumínica sobre el fitoplancton. Así en el segundo ciclo anual los valores de clorofila "a" fitoplanctónica fueron cinco veces menores y los de abundancia numérica total del fitoplancton estuvieron dos órdenes de magnitud por debajo de los del primer ciclo anual en el sector central de la laguna. Este descenso fue muy acentuado, a pesar de la elevada concentración de nutrientes (los cuales nunca fueron limitantes), de la ausencia de macrófitas (que inhiben el crecimiento fitoplanctónico) y de la escasez de zooplancton pastoreador.

En el sector adyacente al arroyo El Totoral esta diferenciación no existió (Fig. 168c), y en ambos períodos la biomasa del fitoplancton estimada por la concentración de clorofila "a" fue baja. La causa de este fenómeno fue que aquí los aportes provenientes del arroyo consistieron en aguas ricas en materia orgánica soluble, con sustancias inhibidoras para el crecimiento del fitoplancton producidas por la gran cantidad de macrófitas que colonizó el arroyo en todo momento. Li y Hu (2005) entre otros, observaron el efecto de dichas sustancias sobre el fitoplancton a nivel de la membrana plasmática de las células, con lo cual puede decirse que obran directamente como inhibidoras de la producción primaria. Por su parte Drakare *et al* (2003) señalan que la materia orgánica disuelta propicia un medio ventajoso para el bacterioplancton por sobre el fitoplancton y eventualmente puede afirmarse que en un ambiente rico en materia orgánica disuelta es de esperar un predominio de la producción bacteriana por sobre la fitoplanctónica.





Estos fenómenos de inhibición de la producción primaria cuyas consecuencias se hacen notables al comparar las abundancias de los grandes grupos fitoplanctónicos y zooplanctónicos en los dos períodos anuales enmascararon la relación positiva que se esperaba según las afirmaciones de Lau y Lane (2002) entre los nutrientes y la clorofila "a".

Con relación al comportamiento de las variables en función del espacio, en ambos períodos, la diferenciación en la dimensión vertical fue escasa, tanto para los parámetros físico ~ químicos como para los biológicos. Dicha falta de diferenciación es esperable en lagos someros que no se estratifican. Esta restricción se acentuó en el segundo ciclo, en que la acción eólica combinada con la falta de macrófitas sumergidas provocó una mayor mezcla en la columna de agua.

En cuanto a la dimensión horizontal, los eventos hidrológicos registrados en el primer ciclo anual incidieron en forma asincrónica y con aportes cualitativamente disímiles en ambos extremos del eje longitudinal de la laguna. Eso generó la entrada de agua con características químicas diferentes, y plancton alóctono. La relevancia de estos aportes fue mayor en los sectores de desembocadura de los cuerpos de agua que se comportaron como afluentes y efluentes. En contraste con lo anterior, en el segundo ciclo anual no existieron afluencias significativas de agua proveniente de los cuerpos adyacentes, por falta de precipitaciones importantes en las cuencas respectivas. Así, la diferenciación físico ~ química y planctónica en la escala horizontal fue mucho menos marcada en el segundo período, lo que resalta la importancia de las variables externas en los procesos de estructuración de las características del cuerpo de agua.

Sobre la base de los resultados obtenidos pueden reconocerse múltiples factores que obraron como fuerzas estructurantes de la comunidad zooplanctónica:

- El aporte de materia orgánica soluble por parte de los cuerpos vinculados a la laguna fue un factor poderoso que, en los momentos en que su magnitud fue mayor, condujo a un crecimiento en la importancia de los protistas lo cual concuerda con lo expresado por Arndt (1993) y Carrick (2005) quienes señalan el predominio de la producción bacteriana por sobre la fitoplanctónica en presencia de altas concentraciones de materia orgánica disuelta, y además el papel de los ciliados como enlace entre la producción bacteriana y la producción metazooplanctónica.
- La biomasa fitoplanctónica de la laguna fue otro factor que afectó al zooplancton. Si bien el seston estuvo disponible como alimento, existen indicios experimentales en el sentido de que es de bajo valor nutritivo para los cladóceros (Ferrão-Filho *et al*, 2005), afectando su tamaño, su fecundidad y el tamaño de la descendencia. Por otra parte, Levine *et al* (2005) sostiene que los rotíferos y las larvas nauplii de copépodos son menos vulnerables a la depredación por otros zooplanctontes en presencia de elevados valores de turbidez. En la laguna de Monte, sin embargo, en el segundo ciclo anual se registraron valores más elevados de cladóceros, y más bajos de rotíferos y larvas nauplii.
- En el zooplancton de la laguna predominaron, en líneas generales las formas planctónicas. Sin embargo existieron factores que impulsaron un incremento proporcional de las formas de hábitos de vida diferentes. Uno de ellos fue el aumento de la heterogeneidad ambiental en el

momento de mayor colonización por parte de la macrófita sumergida.

En concordancia con lo observado por José de Paggi (1993), la existencia de macrófitas favoreció la riqueza específica del zooplancton por presencia de rotíferos y cladóceros de hábitos perifíticos, los cuales alcanzaron cierta importancia numérica e incluso dominaron en el número de especies aportadas. Por otra parte, en el segundo ciclo anual existió un factor que homogeneizó al ambiente, como lo fue el efecto mecánico seguido de la resuspensión de sedimentos y mezcla de aguas. En ese momento, alcanzaron su mayor importancia las amebas testáceas de hábitos principalmente bentónicos, en el aspecto numérico y de riqueza específica (Cardoso & da Motta Marques, 2004).

- Una de las posibles explicaciones de la menor densidad del metazooplancton en el segundo ciclo anual puede estar con relación al aumento en la presión de depredación por parte de los peces planctívoros. Según Grossman *et al* (2002) existió una pérdida de pejerreyes jóvenes en los últimos meses del ciclo anual. De esa forma existiría en el segundo ciclo anual un faltante proporcional de pejerreyes adultos, ictiófagos y una menor presión de depredación de éstos sobre otros peces planctófagos. A esto pudo contribuir el efecto de la turbidez del segundo ciclo, que según De Robertis (2003) afecta en mayor medida a la planctivoría que a la ictivoría. De tal modo es probable que el zooplancton haya estado bajo una mayor presión de depredación en el segundo ciclo anual tratado (2002-2003).
- Con relación a la depredación como factor que incide sobre la estructura del zooplancton, las experiencias realizadas en microcosmos (realizadas con especies de depredadores y presas presentes en la

laguna estudiada) arrojaron indicios de que la presión de depredación puede ser considerable incluso en sectores con presencia de macrófitas cuando están involucrados peces planctívoros de hábitos más litorales. Por otra parte, se observó que las formas más visibles (por tamaño y coloración) sufren las mayores pérdidas por causa de la depredación, incluso dentro de una misma especie (citar). Al igual que lo expresado por De Robertis (2003), la turbidez no mostró ser un factor atenuante de la planctivoría dentro de los valores que usualmente se observaron en el ambiente natural.

- Depredación selectiva sobre los zooplanctontes de mayor talla como la observada por Borks y Dodson (1965) explica algunos de los cambios estructurales del zooplancton, como la pérdida de importancia de los cladóceros, principalmente los de gran talla, hacia el verano, momento de eclosión de la mayoría de los peces, con relación a un aumento marcado en la planctivoría. Este fenómeno, concordante con las observaciones de Alekseev y Lampert (2004) ocurrió en ambos ciclos anuales y tuvo como complemento un aumento en la importancia de los rotíferos, liberados en verano de la competencia con los cladóceros quienes de otro modo los excluirían por mayor capacidad de filtrado y consecuentemente menor umbral de concentración de partículas alimenticias (Broks y Dodson, 1965; Mac Isaac y Gilbert, 1989).
- Los claros indicios de migraciones verticales y horizontales observados *in situ* se interpretan como fenómenos de evasión ante el riesgo de predación (Burks *et al*, 2001; Burks *et al*, 2002; Easton y Gophen, 2003; Winder *et al*, 2003). Dada la ausencia de macrófitas y de gradientes físico químicos, este hallazgo es consistente con la hipótesis

de que el principal motor de este comportamiento en lagos someros y polimícticos es el fotoperíodo (Muluk y Beklioglu, 2005; Hansson *et al*, 2007).

# **Bibliografía**

**Bibliografía**

- Abrantes, N., S. C. Antunes, M. J. Pereira & F. Gonçalves. 2005. Seasonal Succession of cladocerans and phytoplankton and their interactions in a shallow eutrophic lake (Lake Vela, Portugal). *Acta Oecologica* 29: 54-64.
- APHA. 1995. Standard methods for analysis of water and wastewater. 19 Ed. American Public Health Association, Washington D.C.
- Alekperov, I. & N Snegovaya. 1999. Specific Composition and Number of Testaceous Amoebae (Testacea Lobosia, Protozoa) of Ganli-Gol Lake. *Tr. J. of Zoology* 23: 313-319
- Alekseev, V. & W. Lampert. 2004. Maternal effects of photoperiod and food level on life history characteristics of the cladoceran *Daphnia pulicaria* Forbes. *Hydrobiologia* 526: 225-230
- Amoros, C. 1984. A practical introduction to the taxonomy of freshwater organisms. 5. Crustaceans cladocerans. *Bull. Soc. Linn. Lyon* 53: 72-107
- Ardohain, D., N. A. Gabellone, M.C. Claps, L. C. Solari & C. Suárez. 2000. Influencia de la dinámica hidrológica sobre algunas características físico-químicas del agua de la laguna de Monte (Pdo. de San Miguel del Monte, Bs. As.). *Diversidad y Ambiente* 1: 21-27.
- Ardohain, D. M., H. H. Benítez, M. C. Claps & N. A. Gabellone. 2005. Estructura y dinámica de rotíferos planctónicos en dos lagunas pampásicas: similitudes y diferencias. *Biología Acuática* 22:7-18.
- Arndt, H. 1993. Rotifers as predators on components of the microbial web (bacteria, heterotrophic flagellates, ciliates) - a review. *Hydrobiologia* 255/256: 231-246.

- Arora, J. & N. K. Merha. 2003. Seasonal dynamics of rotifers in relation with physical and chemical conditions of the river Yamuna (Delhi), India. *Hydrobiología* 491: 101-109.
- Baca, R. M. & S. Trelkeld. 2000. Inland dissolved salt chemistry: statistical evaluation of bivariate and ternary diagram models for surface and subsurface water. *J. Limnol* 59 (2): 156-166.
- Basu, B. K., J. Kalff & B. Pinel-Alloul. 2000. The influence of macrophyte beds on plankton communities and their export from fluvial lakes in the St Lawrence River. *Freshwater Biology* 45 :373-382.
- Beklioglu, M. & B. Moss. 1996<sup>a</sup>. Mesocosm experiments on the interaction of sediment influence, fish predation and aquatic plants with the structure of phytoplankton and zooplankton communities. *Freshwater Biology* 36:315-325.
- Beklioglu, M. & B. Moss. 1996<sup>b</sup>. Existence of a macrophyte dominated clear water state over a very wide range of nutrient concentrations in a small shallow lake. *Hydrobiologia* 337: 93-106.
- Benítez, H. H. & M. C. Claps. 2000. Zooplankton de una laguna pampásica (Monte) y su afluente (El Totoral). Caracterización estructural en un ciclo anual. *Diversidad y ambiente* 1: 87-95.
- Bertolo, A., G. Lacroix, F. Lescher-Moutoué & S. Sala. 1999. Effects of Physical refuges on fish-plankton interactions. *Freshwater Biology* 41:795-808.
- Berzinš, B. & B. Pejler. 1989. Rotifer occurrence in relation to temperature. *Hydrobiologia* 175:223-231.
- Bick, H. 1972. Ciliated Protozoa. World Health Organization, Geneva. 198 pp.
- Bini, L. M., L. Cardoso Galli Vieira, J. Machado & L. F. Machado Velho. 2007. Concordance of Species Composition Patterns among Microcrustaceans,



- Rotifers and Testate Amoebae in a Shallow Pond. Internat. Rev. Hydrobiol. 92: 9-22.
- Boltoskoy, A., A. Dippolito, M. Fogetta, N. Gómez & G. Álvarez. 1990. Laguna de Lobos y su afluente: limnología descriptiva, con especial referencia al plancton. Biología acuática 14:1-38.
- Bottrell, H, A. Duncan, Z. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larsson & T. Weglenska. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. Norw. J. Zool. 24: 419-456.
- Bourrelly, P. 1968. Les algues d' eau douce. Tomo II: les algues jeunes et brunes, Boubée & Cie, Paris.
- Bourrelly, P. 1970. Les algues d' eau douce Tomo III: les algues bleues et rouges. Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Boubée & Cie, Paris.
- Bourrelly, P. 1975. Les algues d' eau douce. Tomo I: les algues vertes. Boubée & cie Paris.
- Bozelli, R. L. 1994. Influences of suspended inorganic matter on carbon ingestion and incorporation rates of two tropical cladocerans, *Diaphanosoma birgei* and *Moina minuta*. Arch. Hydrobiol. 142 (4): 451-465.
- Brooks, J. L. & S. I. Dodson. 1965. Predation, body size and composition of plankton. Science 150: 28-35.
- Burks, R. L., E. Jeppesen & D. M. Lodge. 2001. Littoral zone structures as *Daphnia* refugia against fish predators. Limnol. Oceanogr. 46(2): 230-237.

- Burks, R. L., D. M. Lodge, E. Jeppesen & T. D. Lauridsen. 2002. Diel horizontal migration of zooplankton: costs and benefits of inhabiting the littoral. *Freshwater Biology*. 47: 343-365.
- Cardoso, L. S de & da Motta Marques, D. 2004. Structure of the zooplankton community in a subtropical shallow lake (Itapeva Lake – South of Brazil) and its relationship to hydrodynamic aspects. *Hydrobiologia* 518:123-134.
- Carrick, H. 2005. An under-appreciated component of biodiversity in plankton communities: the role of protozoa in lake Michigan (a case study). *Hydrobiologia* 551:17-32
- Castro, B. B., S. C. Antunes, R. Pereira, A. M. V. M. Soares & F. Gonçalves. 2005. Rotifer community structure in three shallow lakes: seasonal fluctuations and explanatory factors. *Hydrobiologia* 543:221-232.
- Claps, M. C., N. A. Gabellone & H. H. Benítez. 2002. Vertical distribution of zooplankton in a pampean shallow lake. . *Verh. Internat. Verein Limnol.* 28 (2): 1032-1036.
- Claps, M. C., N. A. Gabellone & H. H. Benítez. 2002. Vertical distribution of zooplankton in a pampean shallow lake. . *Verh. Internat. Verein Limnol.* 28 (2): 1032-1036.
- Claps, M. C., N. A. Gabellone & H. H. Benítez. 2004. Zooplankton biomass in an eutrophic shallow lake (Buenos Aires, Argentina): Spatio temporal variations. *Ann. Limnol.- Int. J. Lim.* 40 (3): 201-210.
- Claps, M. C., N. A. Gabellone & H. H. Benítez. 2007. Seasonal changes in vertical distribution of rotifers in a shallow eutrophic lakes. *Fundamental and applied limnology*. En revisión.

- Commins, M & Salt, G. 1988. Some patterns of predation and prey selection by the rotifer *Asplanchna girodi* in replicate outdoor tanks. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 2028-2032.
- Coops, H., M. Beklioglu & T. L. Crisman. 2003. The role of water-level fluctuations in shallow lake ecosystems ~ workshop conclusions. Hydrobiologia 506-509:23-27.
- Cryer, M & Townsend, C R.; 1989. Generation time of *Acanthocyclops robustus* in relation to food availability and temperature in a shallow eutrophic lake. Hydrobiologia. 182:93-97.
- Currie D., Dilworth~Christie, P. & Chapleau, F. 1999. Assessing the strength of top-down influences of plankton abundances in unmanipulated lakes. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 427-436.
- Dangavs, N. V. 1973. Estudios geológicos en la laguna de San Miguel del Monte. Rev. Museo La Plata (Geología) 8: 1-313
- Daniel, W. W. 1994. Bioestadística: base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed Limusa. Mexico D.F. 667 pp.
- Demott, 1998.
- De Robertis, A., C. H Ryer, A. Veloza & R. D. Brodeur. 2003. Differential effects of turbidity on prey consumption of piscivorous and planktivorous fish. Can J. Fish Aquat. Sci. 60:1517-1526.
- Diéguez, M. 1997. Estrategias morfológicas de rotíferos planctónicos frente a la depredación por invertebrados. Trabajo de tesis para optar por el título de Doctor en Biología. Centro Regional Universitario Bariloche. Universidad del Comahue. 178 pp.
- Dománico, A. 1998. Edad y crecimiento de la tararira *Hoplias malabaricus* *malabaricus* en la laguna de San Miguel del Monte. (Pcia. de Bs. As.) y

- comparación con otros ambientes lénticos pampásicos. *Hidrobiología* M.A.C.N. "Bernardino Rivadavia". Tomo VIII (4): 31-41.
- Drakare, S., Blomqvist, P., Bergström, A & Jansson, M. 2003. Relationships between picophytoplankton and environmental variables in lakes along a gradient of water colour and nutrient content. *Freshwater Biology* 48: 729-740.
- Duggan, I. 2001. The ecology of periphytic rotifers. *Hydrobiologia* 446/447: 139-148.
- Duggan, I. C., J. D. Green, K. Thompson & R. J. Shiel. 1998. Rotifers in relation to littoral ecotone structure in Lake Rotomanuka, North Island, New Zealand. *Hydrobiologia* 387/388: 179-197.
- Duggan, I; J. Green; K. Thompson and R. Shiel. 2001. The influence of macrophytes on the spatial distribution of littoral rotifers. *Freshwater Biology* 46:777-786.
- Dumont H, I. Van der Velde & S Dumont. 1975. The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia* 19: 75-97
- Easton, J. & M. Gophen. 2003. Diel variation in a vertical distribution of fish and plankton in lake Kinneret: a 24-h study of ecological overlap. *Hydrobiologia*, 421: 91-100.
- Fabián, D. & L. Cruz Pizarro. 1997. Variación espacial y temporal del zooplancton en un lago monomítico eutrófico (Lago Tonton, Uruguay). *Bulletin of Plankton Society of Japan. Limnetica* 13 (1): 55-68.

- Fernández Cirelli, A. & P. Miretzky. 2004. Ionic relations: a tool for studying hydrogeochemical processes in pampean shallow lakes (Buenos Aires, Argentina). *Quaternary International* 114:113-121.
- Ferrão-Filho, A. S., M. S. Arcifa & C. Filetto. 2005. Influence of seston quantity and quality on growth of tropical cladocerans. *Braz. J. Biol.* 65 (1) 77-89.
- Fileto, C., M. S. Arcifa, A. S. Ferrão-Filho & L. H. S. Silva. 2004. Influence of phytoplankton on growth and reproduction of tropical cladocerans. *Aquatic Ecology* 38: 503-514.
- Flöder, S. & Sommer, U. 1999. Diversity in planktonic communities: An experimental test of the intermediate disturbance hypothesis. *Limnol. Oceanogr.*, 44 (4): 1114-1119.
- Foissner, W., H. Berger & J. Schaumburg. 1999. Identification and Ecology of Limnetic Plankton Ciliates. Bartels and Wernitz, München. 793 pp.
- Gabellone, N. & Gómez, N. 1998. Diatom and phosphorus fractions in recent sediment of San Miguel del Monte pond (Argentina). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 36: 1551-1554
- Gabellone, N.A., L. Solari, M.C. Claps, M. Mac Donagh, H. Benítez D. Ardohain & G. Ruiz. 2000. Estado trófico de la laguna San Miguel del Monte (Pdo de San Miguel del Monte, Buenos Aires). *Diversidad y Ambiente* 1: 29-35.
- Gabellone, N.A., L. Solari & M.C. Claps. 2001. Planktonic and physico-chemical dynamics of a markedly fluctuating backwater pond associated with a lowland river (Salado River, Buenos Aires, Argentina). *Lakes and reservoirs* 6 (2): 133-142.

- Gabellone, N.A., L. Solari & D. Ardohain. 2002. Change of the trophic status of a pampean shallow lake: causes and consequences. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 1626-1629.
- Gaedke, U., A. Seifried & R. Adrian. 2004. Biomass Size Spectra and Plankton Diversity in a Shallow Eutrophic Lake. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 89: 1–20.
- Gannon, J. E. 1971. Two counting cells for the enumeration of zooplankton microcrustacea. *Trans. Amer. Micros. Soc.* 90: 486-490.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In Raberhorst's L. Kryptogamen Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweizerland 14: 1-1196
- Germain, H. 1981. Flore des diatomées. Société Nouvelle des Editions Boubée. 444 p.
- Ghadouani, A., B. Pinel-Alloul & E. E. Prepa. 2003. Effects of experimentally induced cyanobacterial blooms on crustacean zooplankton communities. *Freshwater Biology* 48: 363–381.
- Gilbert, J. J. & Bogdan, K. 1981 Selectivity of *Polyarthra* and *Keratella* for flagellate and aflagellate cells. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 1515–1521.
- Gilbert, J. 1996. Effect of food availability on the response of planktonic rotifers to a toxic strain of the cyanobacterium *Anabaena flos-aquae*. *Limnol.. Oceanogr.* 41: 1565-1572
- Gilbert, J. J. & S. E. Hampton. 2001. Diel vertical migrations of zooplankton in shallow, fishless pond: a possible avoidance-response cascade induced by notonectids. *Freshwater biology*, 46: 611-621.
- Gliwicz, Z. 1990. Food thresholds and body size in cladocerans. *Nature* 343 (6529): 638-640.

- Gómez, N. 1995. Observations of diatom composition in a pampean lagoon: San Miguel del Monte, province of Buenos Aires, Argentina. *Gayana (Botánica)* 52: 83-88.
- González Sagrario, M. & E. Balseiro. 2003. Indirect enhancement of large zooplankton by consumption of predacious macroinvertebrates by littoral fish. *Arch. Hydrobiol.* 158 (4): 551-574.
- Grosman, F., P. Sanzano & D. Agüeria. 2002. Aspectos bioecológicos del pejerrey *Odontheistes bonaerensis* de la laguna de Monte. *Rev. Mus. Cienc. Nat.* 4: 12-23.
- Guarrera, S. 1962. Estudios limnológicos de la laguna San Miguel del Monte (Prov. De Buenos Aires, Argentina), con especial referencia al fitoplancton. *Rev. Museo de La Plata (N.S.) (Bot.)* 9: 125-174.
- Gulati, R. D. 1990. Structural and grazing responses of zooplankton community to biomanipulation of some Dutch water bodies. *Hydrobiologia* 200/201: 99-118.
- Gulati, R. & R. Demott. 1997. The role of food quality for zooplankton: remarks on the state-of-the-art, perspectives and priorities. *Freshwater Biology*. 38: 753-768.
- Gyllstro, M., L.-A. Hansson, E. Jeppesen, F. García-Criado, E. Gross, K. Irvine, T. Kairesalo, Kornijow. M. R. Miracle, M. Nykänen, T. Nöges, S. Romo, D. Stephen, E. Van Donk and B. Moss. 2005. The role of climate in shaping zooplankton communities of shallow lakes. *Limnol. Oceanogr.* 50: 2008-2021
- Haberman, J. & R. Laugaste. 2003. On characteristics reflecting the trophic state of large and shallow Estonian lakes (L. Peipsi, L. Võrtsjärv). *Hydrobiologia* 506-509: 737-744.

- Hansson, L.A., E. Becares, M. Fernández-Aláez, C. Fernández-Aláez, T. Kairesalo, M. R. Miracle, S. Romo, D. Stephen, K. Vakkilainen, W. van de Bund, E. van Donk, D. Balayla and B. Moss. 2007. Relaxed circadian rhythm in zooplankton along a latitudinal gradient. *Oikos* 116: 585-591.
- Hessen, D. O. 1989. Factors determining the nutritive status and production of zooplankton in a humic lake. *Journal of Plankton Research*. 11 (4): 649-664.
- Izaguirre, I. & A. Vinocur (1994<sup>a</sup>) Typology of shallow lakes of the Salado river basin (Argentina), based on phytoplankton communities. *Hydrobiologia* 277: 49-62.
- Izaguirre, I. & A. Vinocur (1994<sup>b</sup>) Algal assemblages from shallow lakes of the Salado river basin (Argentina). *Hydrobiologia* 289: 57-64.
- Jeppesen, E., Martin. Søndergaard, Morten Søndergaard & K. Christoffersen. 1998<sup>a</sup>. The structuring role of submerged macrophytes in lakes. Springer. 423 pp.
- Jeppesen, E., T. L. Lauridsen, T. Kairesalo & M. R. Perrow. 1998<sup>b</sup>. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton interactions in lakes. The Structuring Role of *Submerged Macrophytes in Lakes* (eds E. Jeppesen, M. Søndergaard and K. Christoffersen), pp. 91-114. Springer, New York.
- Jeppesen, E., Martin Søndergaard, Morten Søndergaard, K. Christoffersen, J. Theil-Nielsen & K. Jürgens. 2002. Cascading trophic interactions in the littoral zone: an enclosure experience in shallow lake Stigsholm, Denmark. *Archiv Hydrobiol* 153 (4): 533-555.
- 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 (1): 53-63.



- José de Paggi, S. 1995. Vertical distribution and diel migration of rotifers in a Paraná River floodplain lake. *Hydrobiologia*. 310: 87-94.
- Kahl, A. 1930-35. Urtiere oder Protozoa I: Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) eine Bearbeitung der freilebenden und ectocommensalen Infusorien der Erde, unter Ausschluss der marinen Tintinnidae. 866 p. En: Die Tierwelt Deutschlands (Dahl. Ed.) Fisher, Jena.
- Komarek, J. & B. Fott, 1983. Das phytoplankton des Susswassers. Die Binnengewasser 16: 1-1044.
- Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Radertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. Stuttgart. 629 pp.
- Kuczyńska-Kippen, N. 2001. Diurnal vertical distribution of rotifers (Rotifera) in the Chara zone of Budzyskie Lake, Poland. *Hydrobiologia* 446/447: 195-201.
- Kuczyńska-Kippen, N. 2003. The distribution of rotifers (Rotifera) within a single *Myriophyllum* bed. *Hydrobiologia* 506/509: 327-331.
- Lau, S. S. S & S. N. Lane. 2002. Nutrient and grazing factors in relation to phytoplankton level in a eutrophic shallow lake: the effect of low macrophyte abundance. *Water Research* 36: 3593-3601.
- Lee, J. S. Hunter & E. Bovee (Eds.). 1985. An illustrated guide to the Protozoa. Allen Press. 629 p.
- Levine. S. N., R. F. Zehrer & C. W. Burns. 2005. Impact of resuspended sediment on zooplankton feeding in Lake Waiholo, New Zealand. *Freshwater Biology* 50:1515-1536.
- Li, F. M., & H. Y. Hu. 2005. Isolation and Characterization of a Novel Antialgal Allelochemical from *Phragmites communis*. *Applied and Environmental Microbiology*. 71 (11) 6545-6553.

- Lürling, M. 2006. Investigation of a rotifer (*Brachionus calyciflorus*)-green alga (*Scenedesmus pectinatus*) interaction under non- and nutrient-limited conditions. *Ann. Limnol.* 42(1):9-17.
- Mac Isaac, H. J. & J. J. Gilbert. 1989. Competitios between rotifer and cladocerans of different body sizas. *Oecología* 81:295-301.
- Mac Donagh M. E., Ruiz G. , Solari L. C. , Gabellone N. A. 2000. Fitoplancton de una laguna de moderada eutrofía en la provincia de Buenos Aires. *Diversidad y Ambiente* 1: 37-43.
- Mac Isaac, H. J. & J. J. Gilbert. 1989. Competition between rotfers and cladocerans of different body sizes. *Oecologia* 81:295-301.
- Mazzeo, N., L. Rodríguez-Gallego, C. Kurk, M. Meerhoff, J. Gorga, G. Lacerot, F. Quintans, M. Loureiro, D. Larrea & F. García Rodríguez. 2003. Effects of *Egeria densa* planch beds on a shallow lake without piscivorous fish. *Hydrobiologia* 506/509:591-602.
- Mc Cauley, E. The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples: 228-265. En: J. Downing and F. Rigler ( Eds.). *A manual on methods for the assessment of secundary productivity in fresh waters.* Blackwell Sc. Publ. 501 pp.
- Medina-Júnior, P. B. & Rietzler, A. C. 2005. Limnological study of a pantanal saline lake. *Braz. J. Biol.*, 65: 651-659.
- Meijer, M. I., Jeppesen, E., Van Donk, E., Moss, B., Scheffer, M., Lammens, E., Van Nes, E., Van Berkum, J., De Jong, G., Faafeng, B. & J. Jensen. 1994. Long-term responses to fish-stock reduction in small shallow lakes: interpretation of five-years results of four biomanipulation cases in the Netherlands and Denmark. *Hydrobiologia* 275/276 457-466.

- Michels, E., K. Cottenie, L. Neys & L. De Meester. 2001. Zooplankton on the move: first results on the quantification of dispersal of zooplankton in a set of interconnected ponds. *Hydrobiologia* 442: 117-126,
- Mitteilung, K. 1988. Soluble humic substances from Chascomús pond (Argentina) Factors influencing distribution and dynamics. *Arch. Hydrobiol.* 111 (3): 467-473.
- Modenutti, B.E. & M.C. Claps. 1986. Ciliados dulceacuícolas de Argentina. III: Ciliophora - Peritricha. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral* 17 (1): 71-78.
- Mohr, S. & R. Adrian. 2002. Effects of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus rubens* on a manipulated freshwater microbial community. *Journal of Plankton Research* 24 (1): 25-31.
- Moss, B., R., Kornijow & G. J. Measey. 1998. The effect of nymphaeid (*Nuphar lutea*) density and predation by perch (*Perca fluviatilis*) on the zooplankton communities in a shallow lake. *Freshwater Biology* 39: 689-697.
- Muluk, C. B. & M. Beklioglu. 2005 Absence of typical diel vertical migration in *Daphnia*: varying role of water clarity, food and dissolved oxygen in Lake Eymir, Turkey. *Hydrobiologia* 537 (1-3): 125-133.
- Muyllaert, K., S. Declerck, Van Wichelen, J., De Messter, L. & Vyverman, W. 2006. An evaluation of the role of daphnids in controlling phytoplankton biomass in clear water versus turbid shallow lakes. *Limnologia* 36: 69-78.
- Neschuk, N. C. 2001. Limnología del Río Salado (Buenos Aires) y el uso de la tierra en su cuenca. Trabajo de Tesis para la obtención del grado de Doctor en Ciencias Naturales (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 225 pp.

- Nogrady, T. 1993. Rotifera. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Coordinating Editor: H. J. F. Dumont. Vol. 1. The Hague. The Netherlands. SPB Academics. 142 pp.
- Nogrady, T. & H. Segers. 2002. Rotifera. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Coordinating Editor: H. J. F. Dumont. Vol. 6. The Netherlands. Backhuys Publishers. 264 pp.
- Nurminen, L. K. L. & J. A. Horppila. 2002. A diurnal study of the filter feeding zooplankton: Effect of emergent macrophytes, pH and lake trophy. *Aquat. Sci.* 64: 198-206.
- Nurminen, Leena. 2003. Role of macrophytes in a clay~turbid lake; Implications of different life forms on water quality. Trabajo de Tesis. Faculty of Agriculture and Forestry of the University of Helsinki. 37 pp.
- Olivier, S. R. 1962. Los cladóceros argentinos. *Rev. Museo La Plata (Nueva Serie) Sección Zoología* 7: 173-269.
- Ooms-Wilms, A. L., G Postema & D. Gulati. 1999. Population dynamics of planktonic rotifers in Lake Loosdrecht, the Netherlands, in relation with their potential food and predators. *Freshwater Biology* 42: 77-97.
- Pace, M. L. & J. D. Orcutt, Jr. 1981. The relative importance of protozoans, rotifers and crustaceans in a freshwater zooplankton community. *Limnol Oceanogr.* 26 (5): 822-830.
- Paggi, J. C. 1995. Biodiversidad del zooplancton en los ecosistemas acuáticos continentales de la región Neotropical: revisión de las especies del género *Notodiaptomus* Kiefer (Copepoda, Calanoidea). Trabajo de Tesis

- para la obtención del grado de Magister en el campo de Ecología Acuática Continental. Universidad Nacional del Litoral. 127 pp.
- Pastore, P. M., N. M. Tur & M. T. Marrone. 1995. Biomasa y productividad primaria de macrófitos no emergentes de una laguna y su afluente (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Rev. Brasil. Biol.* 55 (2): 267-281.
- Patrick, R. & C. Reimer. 1966. The diatoms of United States. Vol. 1. Monogr. Ac. Nat. Scies. Philadelphia 13.
- Patrick, R. & C. Reimer. 1972. The diatoms of United States. Vol. 2. Part I Monogr. Ac. Nat. Scies. Philadelphia.
- Pätsch, B. 1974. Die aufwuchsciliaten des naturlehrparks haus wildenrath.
- Pejler, B & B. Berzinš. 1989. On choice of substrate and habitat in brachionid rotifers. *Hydrobiologia* 186-187:137-144.
- Pejler, B & B. Berzinš. 1993<sup>a</sup>. On choice of substrate and habitat in bdelloid rotifers. *Hydrobiologia* 255/256:333-338.
- Pejler, B & B. Berzinš. 1993<sup>b</sup>. On the ecology of Colurellidae (Rotifera). *Hydrobiologia* 263:61-64
- Pejler, B & B. Berzinš. 1994. On the ecology of Lecanidae (Rotifera). *Hydrobiologia* 273:77-80
- Quirós, R. 1988. Relationships between air, temperature, depth, nutrients and chlorophyll in 103 argentinian lakes. *Ver. Internat. Verein. Limnol.* 23:647-658.
- Quirós, R., J. J. Rosso, A. Rennella, A. Sosnovsky y M. Boveri. 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas. *Inerciencia* 27 (11): 584-591.

- Reid, J. 1985. Clave de identificacao e lista de referencias bibliograficas para as especies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoidea (Crustacea, Copepoda). Bolm. Zool. Univ. Sao Paulo 9: 17-143.
- Rennella, A. M. & R. Quirós. 2006. The effect of hydrology on plankton biomass in shalow lakes of the Pampa Plane. Hydrobiología 556: 181-191.
- Reynolds C. S. 1994. The ecological basis for the successful biomanipulation of aquatic communities. Arch Hydrobiol 130 (1): 1-33.
- Ringuelet, R. A. 1958. Los Crustáceos Copépodos de las Aguas Continentales de la República Argentina, Sinopsis Sistemática. Contribuciones Científicas. Serie Zoología. 1 (2). 126 pp.
- Ringuelet, R. A. 1968. Tipología de las lagunas de la provincia de Buenos Aires. La limnología regional y los tipos lagunares. Physis 28 (76): 65-76.
- Ringuelet, R. A., Moreno, I. & Feldman, E. 1972. El zooplancton de las lagunas de la Pampa Deprimida y otras aguas superficiales de la llanura bonaerense (Argentina). Physis 74 187-200
- Roche, K. 1990. Prey features affecting ingestion rates by *Acanthocyclops robustus* (Copepoda: Cyclopoida) on zooplankton. Oecologia 83:76-82.
- Rodriguez Capítulo, A., A. C. Paggi, I. I. César & A. C. Paola. 1994. Estudio ecológico del zoobentos de la laguna San Miguen del Monte (Buenos Aires, Argentina). Tankay 1 (1994):177-179.
- Rüttner-Kolisko, A. 1974. Planktonic rotifers: biology and taxonomy. Die Binnengewasser (Suppl). 26: 1-146.

- Ruttner-Kolisko, A. 1977. Suggestions for biomass calculations of plankton rotifers. Arch. Hydrobiol. 8:71-76.
- Sarma, S. S. S., E. L. Pavón-Meza & S. Nandini. 2004. Comparative population growth and life table demography of the rotifer *Asplanchna girodi* at different prey (*Brachionus calyciflorus* and *Brachionus havanaensis*) (Rotifera) densities. Hydrobiologia 491: 309-320.
- Scheffer, M. 1990. Multiplicity of stable states in freshwater systems. Hydrobiologia 200/201: 475-786.
- Scheffer, M., S. H. Hosper, M-L Meijer, B Moss & E Jeppeen. 1993. Alternative equilibria in Shallow Lakes. TREE 8: 275-279.
- Scheffer, M. & E. van Nes. 2007. Shallow lakes theory revisited: various alternative regimes driven by climate, nutrient, depth and lake size. Hydrobiología 584: 455-466.
- Schriver, P., J. Bogestrand, E. Jeppesen & M. Søndergaard. 1995. Impact of submerged macrophytes on fish-zooplankton-phytoplankton interactions: large scale enclosure experiments in shallow eutrophic lakes. Freshwater Biology 33:255-270.
- Segers, H. 1995. Rotifera. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world. Vol. 2: The Lecanidae. The Netherlands. SPB Academics. 226 pp.
- Serrano Martín, L. 1992. Efectos de los compuestos polifenólicos, taninos y ligninas, sobre las comunidades planctónicas de lagunas peridunares del Parque Nacional Doraña. Memoria para optar por el grado de Doctora en Biología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. 153 pp.
- Sendra, E. & D. Colautti. 1997. Procedimiento metodológico para el estudio del crecimiento de los pejerreyes de agua dulce. Caso de *Odontesthes*

- bonariensis bonariensis* de la laguna de San Miguel del Monte. *Natura Neotropicalis* 28: 105-115.
- Sinistro, R., M. L. Sanchez, M. C. Marinote & I. Izaguirre. 2007. Experimental study of the zooplankton impact on the trophic structure of phytoplankton and the microbial assemblages in a temperate wetland (Argentina). *Limnologica* 37: 88-99.
- Smiley, E. & A. Tessier. 1998. Environmental gradients and the horizontal distribution of microcrustaceans in lakes. *Freshwater Biology* 39: 397-409.
- Smirnov, N. & B. Timms. 1975. A revision of the Australian Cladocera. *Rec. Aust. Mus. Suppl.* 1: 1-132.
- Solari, L. C., M. C. Claps & N. A. Gabelone. 2002<sup>a</sup>. River-backwater pond interactions in the lower basin of Salado River (Buenos Aires, Argentina). *Arch. Hydrobiol.* 141 (1-2): 99-119.
- Solari, L., Mac Donagh M. E. & G. Ruiz. 2002<sup>b</sup>. Vertical distribution of phytoplankton in a pampean shallow lake. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28: 1362-1365.
- Solari L. C. , Gabelone N. A. , Mac Donagh M. E. & G. Ruiz. 2003. Estructura y dinámica del fitoplancton en la cuenca de una laguna pampásica (San Miguel del Monte, Buenos Aires, Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 38 (1-2): 65-73.
- Sommer, U., F. Sommer, B. Santer, E. Zöllner, K. Jürgens, C. Jamieson, M. Boersma & K. Gocke. 2003. *Daphnia* versus copepod impact on summer phytoplankton: Functional compensation at both trophic levels. *Oecología* 135: 639-647.
-



- Søndergaard, M., J. P. Jensen and E. Jeppesen. 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lake. *Hydrobiologia* 506-509: 135-145.
- Soto, D., & S. H. Hurlbert. 1991. Long-term experiments on calanoid-cyclopoid interactions. *Ecol. Monogr.* 61: 245–265.
- Starkweather, P. 1981. Trophic relationships between the rotifers *Brachionus calyciflorus* and the blue-green alga *Anabaena flos-aquae*. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 21: 1507-1514.
- Sterner, R. W. 1989. The role of grazers in phytoplankton succession. En Sommer, U (ed.), *Plankton Ecology : Succession in plankton communities*. Springer Verlag, pp. 107-170.
- Talling, J. F. 2003. Phytoplankton–zooplankton seasonal timing and the 'clear-water phase' in some English lakes. *Freshwater Biology* 48: 39–5.
- Tell, G. & V. Conforti. 1986. *Euglenophyta pigmentadas de la Argentina*. J. Cramer. Berlín, Stuttgart. 301 pp.
- Thackeray, S. J., D. Glen George, R. I. Jones, & I. J. Winfield. 2004. Quantitative analysis of the importance of wind-induced circulation for the spatial structuring of planktonic populations. *Freshwater Biology* 49: 1091-1102.
- Timms, R. M. & B. Moss. 1984. Prevention of growth of potentially dense phytoplankton populations by zooplankton grazing, in presence of zooplanktivorous fish, in a shallow wetland ecosystem. *Limnol. Oceanogr.*, 29 (3):472-486.
- Vijberg, J. 1989. Culture techniques for studies on the growth, development and reproduction of copepods and cladocerans under laboratory and *in situ* conditions: a review. *Freshwater biology* 21: 317-313.

- Vucetich, M. C. 1973. Estudio de tecamebinos argentinos, en especial los del dominio pampásico. Rev. Museo La Plata (Nueva Serie) Sección Zoología 11: 287-332.
- Walker, K. F. 1981. A synopsis of ecological information on the saline lake rotifer *Brachionus plicatilis*, Müller, 1786. Hydrobiologia 81:159-167.
- Walseng, B., D. O. Hessen, G. Halvorsen & K. Schartau. 2006. Major contribution from littoral crustaceans to zooplankton species richness in lakes. Limnol. Oceanogr. 51: 2600-2606.
- Weithoff, G., N. Walz & U. Gaedke. 2001. The intermediate disturbance hypothesis – Species diversity or functional diversity? Journal of Plankton Research. 23 (10): 1147-1155.
- Wiackowski, K., A. Ventelä, M. Moilanen, V. Saarikari, K. Vuorio & J. Sarvala. 2001. What factors control planktonic ciliates during summer in a highly eutrophic lake? Hidrobiologíá 443:43-57.
- Williamson, C. & Gilbert, J. 1980. Variation among zooplankton predators: The potential of Asplanchna, Mesocyclops, and Cyclops to attack, capture, and eat various rotifer prey. En Kerfoot, W. (ed), Evolution and Ecology of Zooplankton Communities. University Press of New England, pp. 509-517.
- Winder, M., M. Boersma & P. Spaak. 2003. On the cost of vertical migrations: are feeding conditions really worse at greater depths?. Freshwater Biology 48: 383-393.
- Wissel, B. & C. W. Ramacharan. 2003. Plasticity of vertical distribution of crustacean zooplankton in lakes with varying levels of water colour. J. Plankton Res. 25: 1047-1057.

- Xi, Y. L., Liu, G. Y. & Jin, H. J. 2002 Population growth, body size, and egg size of two different strains of *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifera) fed different algae. *J. Freshwater Ecol.* 17: 185-190.
- Yoshida, T., J. Urabe & J. Elser. 2003. Assessment of 'top-down' and 'bottom-up' forces as determinants of rotifer distribution among lakes in Ontario, Canada. *Ecological Research* 18: 639-650
- Zaleski, M. & M.C. Claps. 1999. First record of some epiphytic ciliates for Argentina. *Natura Neotropicalis* 30: 77-84.
- Zaleski, M. & M.C. Claps. 2000. Ciliados indicadores de la calidad de agua de la laguna San Miguel del Monte (Buenos Aires). *Diversidad y Ambiente* 1: 45-51.
- Zaleski, M. & M.C. Claps. 2001. First record of some peritrich ciliates for San Miguel del Monte pond (Buenos Aires, Argentina). *Gayana* 65: 39-49.