

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS DOCTORAL

**RELACIONES ENTRE DIVERSAS
COMUNIDADES DE PROTOZOOS
CILIADOS Y LA CARACTERIZACION
BIOLÓGICA DEL AGUA**

MERCEDES CASTRO DE ZALDUMBIDE

MADRID, MAYO, 1993

I

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**"RELACIONES ENTRE DIVERSAS COMUNIDADES DE PROTOZOOS
CILIADOS Y LA CARACTERIZACION BIOLÓGICA DEL AGUA"**

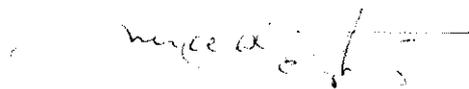
Memoria que para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas presenta D^a Mercedes Castro de Zaldumbide, del Departamento de Biología Animal I (Zoología), Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid, bajo la dirección del Dr. Gregorio Fernandez Leborans, Profesor Titular del Departamento de Biología Animal I (Zoología), Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Complutense de Madrid.

V^o B^o del Director



Fdo: Gregorio Fernandez Leborans

El Interesado



Fdo: Mercedes Castro de Zaldumbide

Madrid, Mayo 1993

AGRADECIMIENTOS

III

En primer lugar, deseo expresar mi mayor agradecimiento al Profesor Gregorio Fernandez Leborans ya que, gracias a su dirección y constante ayuda, así como a su capacidad de comprensión, ha sido posible la realización de la presente Tesis Doctoral.

Al Director del Departamento de Biología Animal I (Zoología) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Complutense de Madrid, Profesor Darío Díaz Cosín, quiero darle las gracias por su constante estímulo científico y apoyo moral, tanto para conmigo como para con los restantes miembros del Departamento. También, gracias, al Profesor Benigno Elvira Payán, del mismo Departamento, por su trato afectuoso y ayuda técnica en todo momento.

A la Dra. M^a del Pilar Gracia Royo, Catedrático de Zoología (Invertebrados, no Artrópodos) de la Facultad de Biología de la Universidad de Barcelona, mi agradecimiento por sus consejos y apoyo continuado para finalizar este Trabajo.

A la DGICYT (MEC), ya que este trabajo se inició gracias al proyecto de investigación: PA86-0184.

Al Dr. J. Grain, Director del Grupo de Zoología y Protistología de la Universidad Blaise Pascal-Clermont II (Complexe Scientifique des Cézeaux) por su amabilidad y sus sugerencias constructivas.

A Isabel Corpas, Rosario Arroyo y Esther Perera, quiero darles las gracias por su comprensión, ánimo y ayuda desinteresada siempre que la he necesitado.

A Paloma Moro y a Apolonia Novillo, mi agradecimiento por su apoyo moral y técnico.

A todos mis compañeros del Laboratorio de Biología General, deseo agradecerles los consejos y amabilidad que me han demostrado en todo momento, todos de una u otra forma han estado siempre dispuestos a prestarme su colaboración.

De todos y cada uno de vosotros he aprendido algo, gracias.

INDICE

	Pag.
INTRODUCCION	1-20
 MATERIAL Y METODOS	
 I. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE MUESTREO. RECOGIDA DE	
MUESTRAS	22-29
 II. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:	
1. <i>Demanda biológica de oxígeno</i>	29-33
2. <i>Oxígeno disuelto</i>	33
3. <i>Temperatura</i>	33-34
4. <i>pH</i>	34
5. <i>Potencial de óxido-reducción</i>	35
 III. PARAMETROS BIOLÓGICOS	
1. <i>Extracción de los protozoos del sedimento</i>	36

VI

2. *Clasificación de los protozoos* 36-38

3. *Contaje de los protozoos* 38-39

4. *Abundancia de los protozoos* 39-40

5. *Estimación de la biomasa* 40

6. *Descripción de los sistemas de grupos*
funcionales 41-42

IV. TRATAMIENTO ESTADISTICO 42-43

RESULTADOS

I. SISTEMA EMBALSE DE NAVACERRADA-RIO NAVACERRADA

1. *Factores físico-químicos* 45-57

2. *Dinámica de las poblaciones*

 2.1. *Densidad y número de especies* 57-73

 2.2. *Biomasa* 73-84

 2.3. *Densidad y biomasa de determinadas*
 especies 85-104

VII

3. *Grupos Funcionales*

3.1. Densidad	104-118
3.2. Número de especies	118-126
3.3. Biomasa	126-137

II. SISTEMA EMBALSE DE LA JAROSA-RIO GUADARRAMA

1. <i>Factores físico-químicos</i>	138-150
--	---------

2. *Dinámica de las poblaciones*

2.1. Densidad y número de especies	151-169
2.2. Biomasa	170-178
2.3. Densidad y biomasa de determinadas especies	178-194

3. *Grupos Funcionales*

3.1. Densidad	194-209
3.2. Número de especies	209-218
3.3. Biomasa	218-230

III. RELACIONES ENTRE LOS GRUPOS FUNCIONALES DE LOS DOS

SISTEMAS	231-247
--------------------	---------

DISCUSION

I. SISTEMA EMBALSE DE NAVACERRADA-RIO NAVACERRADA

1. <i>Factores físico-químicos</i>	249-250
2. <i>Dinámica de las poblaciones</i>	250-251
3. <i>Grupos funcionales</i>	251-255

II. SISTEMA EMBALSE DE LA JAROSA-RIO GUADARRAMA

1. <i>Factores físico-químicos</i>	255-256
2. <i>Dinámica de las poblaciones</i>	256-258
3. <i>Grupos funcionales</i>	258-261

CONCLUSIONES	263-265
-------------------------------	---------

BIBLIOGRAFIA	267-279
-------------------------------	---------

APENDICES

I. Tablas	281-314
II. Lista de especies	316-353

INTRODUCCION

Desde la década de los años 50 ha habido un gran incremento en la utilización de los protozoos en la investigación, lo cual se debe no sólo a los estudios dirigidos directamente hacia el conocimiento de los protozoos mismos, (Grassé, 1952; Grell, 1956; Makinnon y Hawes, 1961; Sandon, 1963; Dogiel, 1965; Kudo, 1966; Pitelka, 1963; Baker, 1969; Vickermann y Cox, 1967), sino también a que dichos organismos proporcionan un excelente material para el estudio de los fenómenos biológicos generales a nivel celular y bioquímico.

Las investigaciones en campos tales como la genética y la ecología, han puesto de manifiesto la importancia de los protozoos en la economía de la naturaleza y la variedad de los sistemas con que la evolución ha dotado a los seres vivos.

Los protozoos constituyen un grupo de organismos que presenta un elevado número de especies (más de 65.000), de las cuales aproximadamente 21.100 son de vida libre (Levine et al., 1980). Estos organismos juegan un importante papel en las cadenas de nutrientes acuáticas (Fenchel, 1987). El modelo clásico de la cadena de nutrientes de los sistemas acuáticos ha sido reemplazado, en parte, por el concepto reciente de "lazo microbiano" (Azam et al. 1983; Graham, 1991). Este concepto indica la existencia de un flujo alternativo de energía a través de los sistemas planctónicos y bentónicos. El lazo microbiano ha sido más estudiado en el plancton del medio marino, pero hay evidencias de su existencia en las zonas de agua dulce (Gifford, 1991). Los grupos implicados en las interacciones tróficas de los lazos microbianos son

las bacterias, los flagelados fagotróficos y los ciliados. Funcionalmente, los protozoos de los sistemas acuáticos son productores primarios, consumidores (Stout, 1981) de bacterias, pequeñas algas, otros protozoos y ciertos metazoos (Porter et al., 1985; Barcina et al., 1991), y son presa de otros organismos (Gifford, 1991). Por otro lado, los protozoos actúan como intermediarios en la remineralización y en el reciclaje de los nutrientes esenciales (Sherr y Sherr, 1984). También son capaces de bioasimilar y transformar diferentes sustancias, entre ellas, determinados contaminantes (Curds, 1982; Lawrence et al., 1989; Krawczynska et al., 1989). La densidad y la biomasa de los protozoos presenta variaciones diurnas (Sime-Nagando y Hartmann, 1991) las cuales, junto con la diversidad de especies y las variaciones estacionales y anuales, podrían ser explicadas según la disponibilidad de nutrientes, las relaciones de depredación y los cambios del medio físico-químico.

Los protozoos de agua dulce viven en condiciones muy variadas, que van desde las aguas de los manantiales hasta las aguas residuales. La temperatura, salinidad, incidencia de la luz, las corrientes y el valor del pH son los factores esenciales que determinan el habitat para cada especie. Sin embargo, sobre las poblaciones de protozoos tiene una influencia decisiva el grado de pureza del agua, como medida de la contaminación producida por sustancias orgánicas que conducen a la degradación bacteriana y que influyen en el contenido en oxígeno del agua, entre otros factores. Esta concepción contribuyó fundamentalmente al desarrollo de los llamados sistemas

saprobicos, que han proporcionado una metodología encaminada a valorar la calidad del agua, de acuerdo con la valencia sapróbica de cada especie en cada clase de saprobiedad (xenosaprobia, oligosaprobia, mesosaprobia y polisaprobia) y su valor indicador (Sladeczek, 1973). Entre los protozoos polisapróbicos que viven en aguas con fuerte putrefacción se encuentran *Euglena viridis*, *Polytoma uvella*, *Bodo putrinus*, *Trimastigamoeba philippinensis*, diversas amebas y *Pelomyxa palustris*, así como los ciliados *Colpidium colpoda*, *Paramecium putrium*, *Caenomorpha medusa* y suctores como *Sphaerophrya soliformis*. Los mesosapróbicos se desarrollan en aguas en las cuales, junto a la desintegración de sustancias orgánicas, tienen lugar también procesos oxidativos; a este grupo pertenecen los flagelados *Euglena*, *Astrasia* y *Peranema trichophorum*, muchas especies del género *Cryptomonas*, *Chilomonas paramecium*, varias especies de *Chlamydomonas*, *Gonium pectorale*, *Synura uvella*, *Bodo saltans*, los rizópodos *Chaos diffluens*, *Astramoeba radiosa*, *Thecamoeba verrucosa*, *Euglypha alveolata* y *Actinosphaerium eichhornii*, los ciliados *Paramecium caudatum*, *Paramecium bursaria*, *Colpoda cucullus*, *Uronema marinum*, *Chilodonela cucullus*, *Litonotus fasciola*, *Urotricha farcta*, *Urocentrum turbo*, *Spirostomum ambiguum*, *Stentor coeruleus*, y *S. polymorphus*, *Didinium nasutum*, *Coleps hirtus*, *Oxytricha fallax*, *Aspidisca lynceus*, *Vorticella campanula* y *Carchesium polypinum*. Los protozoos oligosapróbicos se desarrollan en aguas pobres en sustancias orgánicas y ricas en minerales; a ellos pertenecen, *Ceratium hirundinella*, especies de los géneros

Dinobryon, *Eudorina*, *Volvox*, *Chromulina* y *Mallomonas*, heliozoos del género *Acanthocystis*, y los ciliados *Nassula elegans* y *Dileptus anser*. Todas estas especies podrían "servir" como indicadores de la calidad del agua.

Los factores ecológicos de mayor importancia para la vida de los protozoos son la temperatura, el oxígeno, el pH y la salinidad; si estos factores están dentro de los límites de tolerancia de una determinada especie de protozoo, la existencia o la abundancia de este último dependerá de la cantidad de nutriente disponible. La temperatura más baja que limita la vida activa de los protozoos viene dada por el punto de congelación del agua, habiendo protozoos que crecen y se reproducen a temperaturas muy bajas. La temperatura óptima para la vida de una determinada especie de protozoo parece depender, por lo menos, de su aclimatación. En un estudio experimental sobre *Tetrahymena pyriformis* se halló que, aunque había desarrollo desde 5°C hasta 35°C, el incremento de la población solamente sucedía entre temperaturas entre los 7,5°C y 32,5°C. Un importante factor ambiental que varía con la temperatura es la cantidad de oxígeno disuelto en el agua, que oscila desde 14 mg.l⁻¹ a 0°C hasta 7,5 mg.l⁻¹ a 30°C. El contenido de oxígeno del agua dulce varía estacional y diurnamente, y depende de la importancia de las actividades fotosintetizantes y respiratorias de los organismos que viven en ella. Parece que hay pocos protozoos de vida libre capaces de existir en una absoluta carencia de oxígeno, pero hay muchos que toleran niveles muy bajos de este elemento. Hay algunas especies, entre ellas *Trepomonas agilis*, *Caenomorpha medusula*,

Pelomyxa palustris y *Saprodinium putrinum*, características de ambientes anaerobios de agua dulce, alguna de las cuales como *Trepomonas*, desaparece rápidamente si el agua se airea. Cierta número de formas como *Spirostomum ambiguum*, *Stentor coeruleus*, *Amoeba proteus*, *Actinosphaerium*, *Diffugia*, *Peranema*, y muchas otras más, que suelen encontrarse en lugares con bajos contenidos de oxígeno, pueden también soportar su carencia. El contenido de dióxido de carbono del agua tiende a variar inversamente a la cantidad de oxígeno disuelto. La mayoría de los protozoos toleran ampliamente las bajas concentraciones de dióxido de carbono, pero las elevadas concentraciones son tóxicas para muchas especies, en especial para las que normalmente se encuentran en situaciones bien oxigenadas. Así, las formas de los lagos oligosaprobios, como *Codonella*, *Ceratium hirundinella* y *Synura uvella*, son muy sensibles al dióxido de carbono, mientras que *Paramecium putrinum* y *Polytoma uvella*, característicos de condiciones polisaprobias, toleran elevadas concentraciones de esta sustancia. El contenido de dióxido de carbono en el agua es de importancia vital, ya que es la fuente de carbono para los organismos autótrofos, pero tiene también importancia porque se combina con el agua para formar ácido carbónico, por lo que tiende a rebajar el pH de la misma. En las aguas en las que viven muchas algas, y gracias a las fluctuaciones diurnas de su actividad fotosintética, se observa frecuentemente que el pH del agua aumenta durante el día y desciende por la noche. El pH del ambiente puede variar por otras razones, como la formación de ácidos húmicos y vertidos industriales. La

salinidad es otro factor importante: hay formas que se pueden transferir directamente del agua dulce al agua de mar, como *Cyclidium glaucoma*, y se ha podido cultivar la ameba de agua dulce *Amoeba lacerata* en salinidades superiores a 4,4 %. Sin embargo, la mayoría de las formas presentan una tolerancia mucho menor como, por ejemplo, *Paramecium caudatum*, que puede vivir en una salinidad de aproximadamente el 1,5 %, y *Cryptomonas ovata* var. *palustris*, que no tolera una salinidad mayor de 0.03 %. La luz tiene especial importancia para los organismos fotosintéticos, ya que éstos absorben gran parte de su energía y muchos llevan a cabo migraciones fototácticas tanto positivas como negativas.

Los protozoos son organismos que presentan numerosas ventajas respecto a la valoración de la calidad del agua y en cuanto a los estudios de ecotoxicología, tal y como señalan Cairns (1974), y Dive y Persoonne (1984). Entre estas ventajas se pueden destacar las siguientes:

- . los protozoos combinan mecanismos biológicos y funcionales en una sólo célula.
- . presentan una rápida tasa de crecimiento.
- . pueden ser mantenidos fácilmente en condiciones de laboratorio.
- . tienen una distribución cosmopolita.
- . son muy sensibles a las sustancias tóxicas.
- . constituyen una gran proporción de la biomasa en los sistemas acuáticos.

. requieren la utilización de pequeños contenedores en el laboratorio.

Los estudios de contaminación en zonas dulceacuícolas, utilizando protozoos, son más abundantes que los relativos a las áreas marinas (Curds, 1982; Parker, 1983; Dive y Persoonne, 1984; Dale, 1991). Estos estudios pueden realizarse mediante (Cairns, 1982; Odum, 1984): bioensayos monoespecíficos, bioensayos multiespecíficos y estudios realizados directamente en el campo.

Los criterios de respuesta más utilizados en los bioensayos monoespecíficos de carácter predictivo son: supervivencia, grado de crecimiento, reproducción, fisiología/bioquímica, comportamiento y morfología. Si estos test monoespecíficos se realizan con un carácter valorativo, los criterios de respuesta más utilizados se refieren a los conceptos de especies indicadoras, biosensoras y bioacumuladoras.

Los tests monoespecíficos han sido ampliamente utilizados y aportan una gran cantidad de información sobre la letalidad, crecimiento, sucesos reproductivos, morfología, supervivencia, y comportamiento, pero dejan un vacío a la hora de poder interpretar los efectos en los ecosistemas. Por el contrario, los ensayos multiespecíficos han sido utilizados en menor proporción. The National Research Council Report (1981) indica que los test monoespecíficos podrían tener un mayor valor, si se utilizan en combinación con tests que puedan proporcionar una mayor información sobre las

interacciones de la comunidad y los procesos del ecosistema. Muchos autores critican los tests multiespecíficos arguyendo que no son "interpretables" (Tebo, 1985) o "decisorios" (Mount, 1985). Weiss (1985) indica que los test de comunidad no son adecuados, porque la presencia de especies más sensitivas protege automáticamente a la comunidad. Sin embargo, existen evidencias en sentido contrario, como ha sido puesto de relieve por Cairns (1986). Un problema adicional es la difícil interpretación que presentan algunas técnicas estadísticas utilizadas para analizar la estructura de la comunidad, y los datos sobre la composición en especies. Cairns y Pratt (1989) proponen algunos métodos estadísticos para analizar los resultados de los ensayos multiespecíficos.

Según Niederlehner et al (1990) los test multiespecíficos permiten predecir los efectos de las sustancias tóxicas. Además, permiten la observación directa de los efectos tóxicos en cuanto a ciertas características de las comunidades complejas, como la diversidad. Al considerar muchas especies simultáneamente, se puede establecer de una forma eficiente el rango biológico de sensibilidad al tóxico.

Los métodos de expresión más utilizados realizando observaciones directas en el campo son: los sistemas de los saprobios y los sistemas de grupos funcionales de protozoos.

Las primeras apariciones del concepto de los saprobios, se remontan a la segunda mitad del siglo XIX. Kolenati (1848) y Cohn (1853) encontraron que algunos

organismos mostraban cierta relación con la pureza y la contaminación del agua. Cohn (1870) intentó clasificar los organismos acuáticos como indicadores, presentando tres categorías diferenciadas según su relación con la contaminación. Nez (1898) publicó un libro en el que se distinguen cuatro categorías de organismos (de aguas puras, ligeramente contaminadas, contaminadas y muy contaminadas). Posteriormente, Kolwitz y Marsson (1902, 1908, 1909), examinando las aguas de Alemania, formularon en detalle la relación de los organismos con la pureza y contaminación de las aguas; definieron tres zonas: 1) nivel polisapróbico, con un predominio de los procesos reductores; 2) nivel mesosapróbico, con predominio de los procesos oxidativos; 3) nivel oligosapróbico, oxidación completa. Kolkwitz y Marsson (1908, 1909) hicieron una subdivisión del nivel mesosapróbico en un nivel inferior (alfa) y otro superior (beta), añadiendo el nivel de las aguas puras (cataróbico), antitético de la contaminación. Con ello, el sistema se incrementó hasta cinco niveles. Liebmann (1947, 1962), continuó en esta línea, revisando los trabajos de Helfer, Lauterborn, Steinmann, Surbeck y Wetzel. Estableció cuatro clases de saprobiedad, con tres subclases en el nivel polisapróbico. Thienemann (1951), denominó al sistema de los saprobios: sistema Kolkwitz- Marsson-Liebmann. Posteriormente, este sistema fue ampliado y utilizado por muchos autores.

Sramek-Husek (1956) y Sladeczek (1961), extendieron el sistema clásico a contaminaciones especialmente intensas (eusaprobiedad), y también a aguas residuales tóxicas, así como a contaminaciones radioactivas (transaprobiedad). Sladeczek (1973),

definió el concepto de saprobiedad: la saprobiedad es una situación del agua respecto a la cantidad y a la intensidad de la descomposición de la materia orgánica putrescible, tanto de origen autóctono como alóctono. La saprobiedad se desarrolla en dos direcciones básicas, indicadas por la sucesión de las comunidades características. La eutrofización y la contaminación se manifiestan por estados progresivos, y la degradación y la autodepuración por estados regresivos. Las distintas clases de saprobiedad están relacionadas con el régimen de oxígeno, la cantidad de descomponedores y otros factores ambientales. La toxicidad, radioactividad y algunos factores físicos limitantes, son independientes de la saprobiedad. En la bioactividad de un organismo, la saprobiedad implica la suma total de todos los procesos metabólicos. La medida de estos procesos permite el cálculo de los niveles sapróbicos sobre una fase fisiológica.

Hay diversas metodologías de los sistemas de los saprobios. Básicamente consiste en: a) una recogida de los organismos de un área determinada, b) una clasificación de los organismos recogidos y una determinación de su frecuencia y c) una interpretación y representación de los resultados.

Cabe destacar, dentro de los estudios de la calidad del agua de ríos, embalses y lagos que utilizan el sistema de los saprobios, los realizados por los siguientes autores: Schrader (1959), determinó el grado de contaminación de embalses con resultados satisfactorios, utilizando el método de Pantle and Buck (1955). Breitig

(1961), trabajó en la caracterización de las aguas corrientes. Sladeckova y Sládecek (1963), utilizando el método de Zelinka y Marvan (1961) determinaron el grado de contaminación en presas, sobre todo clasificando el perifiton crecido en placas de vidrio. Bereczky (1977, 1980), realizó una caracterización biológica de diversos cursos de agua en Hungría. Madoni (1978), estudió las poblaciones de ciliados de tres ríos asignando un índice sapróbico (Zelinka y Marvan, 1961); utilizó también la lista de especies indicadoras de Sládecek (1973) y el método de Pantle y Buck (1955). Este autor, indica que las poblaciones de ciliados pueden ser indicadoras de la calidad del agua. Haslauer *et al* (1979), estudiaron el sistema Alterbach de la ciudad de Salzburgo, analizaron las influencias de los distintos niveles de agua y de la temperatura sobre la biocenosis de cada tramo. Los hallazgos sinecológicos reflejan la saprobiosis y el estado trófico de las aguas. Realizaron una valoración de la saprobiedad en el análisis faunístico y florístico. También describieron la frecuencia relativa de los grados individuales de saprobiedad en porcentajes de abundancia total y la situación de la contaminación en los cursos de agua.

Fernandez-Leborans y Fernández-Galiano (1979), han estudiado los ciliados del embalse de Santillana (Madrid), mostrando la dinámica de las poblaciones y analizando la calidad biológica del agua; a cada especie se le asigna un valor indicador. Utilizaron el método de Zelinka y Marvan (1961) para la caracterización. Fernandez-Leborans (1982), estudió la ecología de 12 especies de ciliados del río

Manzanares, realizando una clasificación sapróbica de acuerdo con Zelinka y Marvan (1961). Fernandez-Leborans et al. (1981; datos no publicados) estudiaron las comunidades de ciliados del río Alberche (135 Km de recorrido). Los valores de cada zona fueron representados en histogramas respecto a cada estación de muestreo. Se modificó la expresión de carga y pureza relativa de Knöpp (1955), incluyendo en la fórmula la densidad de las especies de ciliados. Se mostró la calidad de las diferentes estaciones, representándolas proporcionalmente respecto a sus distancias de separación real. Se tuvo en cuenta la abundancia total de cada zona sapróbica respecto al conjunto del área estudiada. Madoni (1984), definió la estructura ecológica de algunos cursos de agua del Norte de Italia, utilizando una caracterización sapróbica y empleando un análisis de multivariadas. Las especies de ciliados se clasificaron, midiendo los siguientes parámetros: presión, altitud, tipo de sustrato, anchura del curso de agua, temperatura del agua, dureza, demanda química de oxígeno, amonio, pH y porcentaje de saturación de oxígeno. Con las 77 especies de ciliados encontradas se realizó un análisis factorial de correspondencias, considerando la valencia sapróbica relativa de cada especie (Sladeczek, 1973). Se observó que las especies más significativas se distribuían a lo largo de la curva estructural correspondiente a las mayores contribuciones. Estas especies aparecían ordenadas según el gradiente de calidad del agua, en conformidad con los niveles de saprobiedad blanco de varias especies. Analizando las correspondencias entre las clases de saprobiedad de las especies y los

factores ecológicos, se definieron los caracteres generales de la estructura tipológica de los cursos de agua estudiados. Se mostraron los ecotopos más importantes.

Moro y Fernandez-Leborans (1987) utilizaron una modificación del método de los saprobios para estudiar la evolución de la calidad de la depuración en una planta de fangos activados. Para ello se sustituyó el listado de especies por grupos de organismos, se tuvo en cuenta la abundancia real a partir del total, y se cambiaron los grados saprobios clásicos por clases de caracterización de la depuración (I- VI).

Una buena crítica al sistema de los saprobios ha sido presentada por Sladeczek (1973) pero, aún así, vamos a considerar algunos puntos de interés. El problema que se plantea consiste en asignar una zona saprobica a cada especie. Los diferentes autores y revisores del sistema se corrigen así mismos o a otros, cambiando las especies de zonas aunque, en la mayor parte de los casos, sólo se emplea un medio con cuatro zonas. Las especies que están adaptadas a un espectro ambiental muy corto, se presentan en muchas zonas con una frecuencia muy pequeña, y no pueden tener un gran significado como forma indicadora. Las especies eurioicas, con un espectro ambiental mayor son, al contrario, especies muy abundantes, pero su presencia no se limita a una única zona, por lo que no se puede dar un valor destacado, desde el punto de vista indicador, a su aparición. Sin embargo, este problema de la zonación no es relativamente muy importante, puesto que el sistema de los saprobios se basa en la observación de un gran número de organismos diferentes. Se debe tener en cuenta que

pueden existir determinaciones equívocas (Buck, 1971) y, por ello, sería necesario disponer de una base objetiva para la clasificación de las diferentes especies. Una recopilación sobre los datos relativos a la clasificación en zonas sapróbicas de las especies de protozoos ciliados ha sido llevada a cabo por Foisner et al. (1991, 1992).

Von Tümping (1966) ha indicado que no se puede explicar la reacción o el rendimiento de una biocenosis mediante la suma de sus potencias específicas. La forma de reaccionar presenta muchas interferencias interespecíficas y relaciones con los factores del medio, y no es la suma de las respuestas de sus miembros considerados aisladamente. Las especies serían indicadoras únicamente en el sentido estadístico. Ninguna de ellas es una especie estenoica cuya presencia o abundancia pueda proporcionar suficientes conclusiones. Ello, únicamente sería posible, si después de restar las especies inapropiadas se toman valores de un gran número de especies indicadoras. Teóricamente, se puede pensar que, con la aparición de algunas especies muy características, se pueden obtener buenas conclusiones, pero esto no se puede utilizar como un método. Por otro lado, todavía no se ha investigado la relación que existe entre las especies con las mismas necesidades, ni tampoco las consecuencias que se puedan obtener a partir de su aparición conjunta. Sólomente se conocen las relaciones sinecológicas de una pequeña parte de las especies. Se puede pensar que, teniendo en cuenta la relación entre determinadas especies, se podría obtener el grado sapróbico de varios segmentos de un río, aunque no se conocieran todos los factores

autoecológicos de las especies. Buck (1968), realizó un estudio de 182 especies y encontró que, en los cuaternos, hay millones de posibles relaciones, y sobre los quinternos hay doscientos mil millones. Sólo una pequeña parte de estas relaciones es posible en nuestros ríos, de tal manera que puedan ser utilizadas para la zonación. Otro problema que plantea el método de los saprobios es la identificación taxonómica de las distintas especies, que, a veces, requiere técnicas especiales.

Teniendo en cuenta lo citado anteriormente, el sistema de los saprobios podría ser empleado adecuadamente utilizando los protozoos ciliados como indicadores, si:

- Se realiza una buena identificación taxonómica a nivel de especie.
- Se estudia la dinámica de las poblaciones, considerando también las variaciones temporales de las distintas especies.
- Se analizan los factores bióticos directamente relacionados con la comunidad de protozoos ciliados y su dinámica, con un especial énfasis sobre los aspectos tróficos.
- Se establecen las características autoecológicas de las especies de ciliados implicadas (límites de tolerancia, etc.).
- Se tienen en cuenta los datos obtenidos sobre un adecuado número de zonas, para distribuir a cada especie en clases sapróbicas.
- Se unifiquen los criterios con objeto de obtener una metodología práctica de valoración de la calidad del agua.

El sistema de los saprobios, según Cairns et al. (1982) tiene una baja capacidad

predictiva y requiere un constante reajuste, debido a la aparición de nuevos contaminantes. El sistema sapróbico, sin embargo, es utilizable, aunque poco comprensible, para valorar la carga contaminante más que para examinar los cambios estructurales y funcionales de las comunidades de algas y protozoos.

Stoessel (1989) realizó la evaluación de la calidad del agua, utilizando ciliados y bacterias filamentosas. Encontró cuatro comunidades típicas: 1) las de aguas no contaminadas, en las que se encontraban pequeños ciliados; 2) las de aguas ligeramente contaminadas, donde predominaban los peritricos y las bacterias; 3) las de aguas moderadamente contaminadas, con material orgánico presente, en las que pueden desarrollarse los peritricos, algunas especies de hymenostomados y *Sphaerotilus*; 4) las de aguas contaminadas, donde se puede encontrar la característica comunidad de *Sphaerotilus*.

En los últimos años, las técnicas para la identificación y cuantificación tanto de bacterias como de protozoos han mejorado considerablemente. Ello implica que, en los estudios de contaminación, no sólo se tengan en cuenta a los ciliados sino también al resto de los microorganismos presentes.

Munawar y Weisse (1989) sugieren que las características estructurales y funcionales del lazo microbiano pueden operar de forma diferente en ambientes contaminados respecto a los que no lo están. Proponen el uso del picoplancton autotrófico como un indicador de la contaminación ambiental.

Pratt y Cairns (1985) han descrito un sistema de grupos funcionales de protozoos para estudiar el papel de estos organismos en diversos ecosistemas. También han analizado los cambios producidos en la estructura y función de una comunidad bajo los efectos del cadmio. Los grupos funcionales están basados en los hábitos de nutrición. Estos autores indican algunas ventajas del uso de estos grupos:

- 1) Se reduce la dificultad en la identificación de algunos taxones poco conocidos.
- 2) Se simplifica la información sobre la estructura de la comunidad.
- 3) Se elimina la confusión que resulta de la identificación de taxones con funciones redundantes.
- 4) Para los observadores experimentados, se reduce la necesidad de generar datos estructurales.
- 5) Se incrementa la precisión del muestreo, debido a que se disminuye el tiempo de análisis por muestra, y se puede aumentar el número de muestras observadas.
- 6) Se incrementa el número de individuos obtenidos en las muestras.

Estos sistemas de grupos funcionales pueden ser utilizados para el estudio de las comunidades planctónicas y bentónicas. Presentan la ventaja adicional de que, en estudios de contaminación, pueden permitir valorar los cambios funcionales provocados por un determinado cuadro contaminante. Sin embargo, estos autores sólo han tenido

en cuenta el número de especies presentes en las distintas categorías de grupos funcionales. Nosotros hemos querido ampliar la aplicación de estos sistemas de grupos funcionales mediante la aplicación de otros parámetros de expresión, tales como la densidad y la biomasa de cada especie. Madoni (1989), utilizó una variación del método de Pratt y Cairns (1985), en el estudio de la estructura de la comunidad y el estado trófico del microbentos del lago Suiviana (Italia), haciendo referencia a la comunidad de ciliados.

Otros autores utilizan grupos funcionales, basados en diferentes clases de tamaño (Gates y Lewg, 1984). Este método tiene el inconveniente de que una misma clase de tamaño pueda estar incluida en distintos niveles tróficos.

Finlay et al. (1988), han propuesto una clasificación de los ciliados y flagelados planctónicos atendiendo a sus modos (mecanismos) de nutrición. Estos autores describen dos tipos de clasificación en grupos funcionales: 1) protozoos fotoautótrofos y protozoos heterótrofos, hallando la relación R : heterótrofos/fotoautótrofos y 2) considerando tres grupos principales: a) filtradores b) ciliados filtradores con alimentación raptorial secundaria c) raptores (predadores), y otros subgrupos. La selectividad en la alimentación presenta varios inconvenientes. Fenchel (1968) indica que los ciliados intersticiales presentan una selectividad en función de las características del aparato alimentario. Los protozoos sólo toman un tipo determinado de nutriente en función de la competencia. Hay escasos datos sobre el modo de alimentación y la

selectividad nutricional de los protozoos, y deberían realizarse más estudios sobre ello. La utilización de los grupos funcionales basados en las características de la nutrición para valorar o predecir determinados estados de contaminación, presenta ciertos inconvenientes en cuanto al incompleto conocimiento de la autoecología de las especies y en cuanto a la aplicación práctica.

El estudio de los protozoos presenta dificultades derivadas del muestreo y de la enumeración de los organismos. En este trabajo hemos utilizado un método que incluye procesos de fijación, sedimentación, submuestreo del sobrenadante y centrifugación, obteniéndose resultados satisfactorios. Respecto a los diferentes grupos taxonómicos de protozoos se ha estimado la abundancia, biomasa y composición en especies. Para obtener una representación de la dinámica de la relación conjunta poblaciones de protozoos-nutrientes en la comunidad, se ha elegido un sistema de clasificación en *grupos funcionales*.

Con objeto de contribuir al conocimiento de las comunidades de protozoos de algunas zonas acuáticas, y con el fin de comprobar la representatividad y la eficacia de la utilización de grupos funcionales de estos organismos, se ha realizado un estudio de dos sistemas embalse-río.

MATERIAL Y METODOS

I. CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE MUESTREO. RECOGIDA DE MUESTRAS.

Las cuatro estaciones estudiadas se encuentran en la Sierra de Guadarrama, frente montañoso de la zona septentrional de la Comunidad de Madrid. Esta Sierra pertenece al Sistema Central y es el resultado de la reactivación tectónica de una antigua penillanura, producida durante el Terciario Inferior; está formada principalmente por granitos, gneises, pizarras y cuarcitas de edad Paleozoica, y además, aparecen adosados al macizo cristalino pequeños restos de materiales mesozoicos (arenas, margas y calizas). El relieve actual de la sierra es relativamente moderno, con fallas dominantes prehercínicas y hercínicas de dirección NE-SO y NO-SE, siendo consecuencia de los movimientos alpinos del Carbonífero-Permíco.

Todas las estaciones estudiadas tienen una litología semejante, corresponde a un gran macizo formado por rocas ígneas y metamórficas. Sus rocas graníticas se agrupan en dos conjuntos:

- rocas adamelíticas y granodioritas: rocas plutónicas con granos minerales observables a simple vista y entre los minerales más comunes, además del cuarzo, feldespato potásico y biotita, se encuentran cordierita y hornblenda.
- granitos y leucogranitos tardíos: los granitos son gruesos (5-10 mm) con adamelitas y están formados por cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita con illmenita.

Los leucogranitos tardíos conforman rocas graníticas de grano fino, contienen cuarzo, albita, feldespatos potásico y biotita y, localmente, cordierita, andalucita y moscovita.

En todo el sector de la sierra aparecen también rocas filonianas, son filones y diques formados, generalmente, por cuarzo, microgranitos, aplitas y pegmatitas.

Atendiendo a factores climáticos (temperatura, precipitación e insolación) y topográficos (altitud y pendiente) podemos distinguir en la sierra dos zonas: la alta sierra y la falda. Las cuatro estaciones estudiadas pertenecen a esta última zona, aunque el embalse de La Jarosa participa también de la alta sierra.

La alta sierra tiene relieve de alta montaña, con alturas superiores a los mil metros y pendientes generalmente fuertes. La precipitación media anual varía entre 800 y 2000 mm, con una temperatura media anual de 9-10° C; el grado de insolación es 4-4.3 Kwh/m²/día. Las faldas tienen relieves más suaves, la altitud varía entre 800 y 1000 metros, la precipitación media anual oscila entre 600 y 800 mm, con una temperatura media anual entre 11-12 ° C, y la insolación es, en general, de 3.7 a 4 Kwh/m²/día.

La red hidrográfica es tributaria del río Tajo por su margen norte, con dirección predominante N-S desde sus nacimientos en la Sierra, y está compuesta por los ríos Jarama, Guadarrama y Alberche como afluentes principales.

Las muestras fueron recogidas mensualmente de enero a diciembre de

1988 en las siguientes zonas (Figs. 1a, 1b y 1c):

Figuras 1a, 1b y 1c.

Zonas de estudio:

- . Embalse de Navacerrada
- . Río Navacerrada
- . Embalse de La Jarosa
- . Río Guadarrama

Consideraciones en la Figura 1c:

- 1: rocas ígneas (granitos, adamellitas y granodioritas)
- C: bosque de coníferas
- F: bosque de frondosas
- L: ladera
- M: matorral
- P: paramera serrana
- p: pastizal
- R: rampa
- Rr: relieve residual

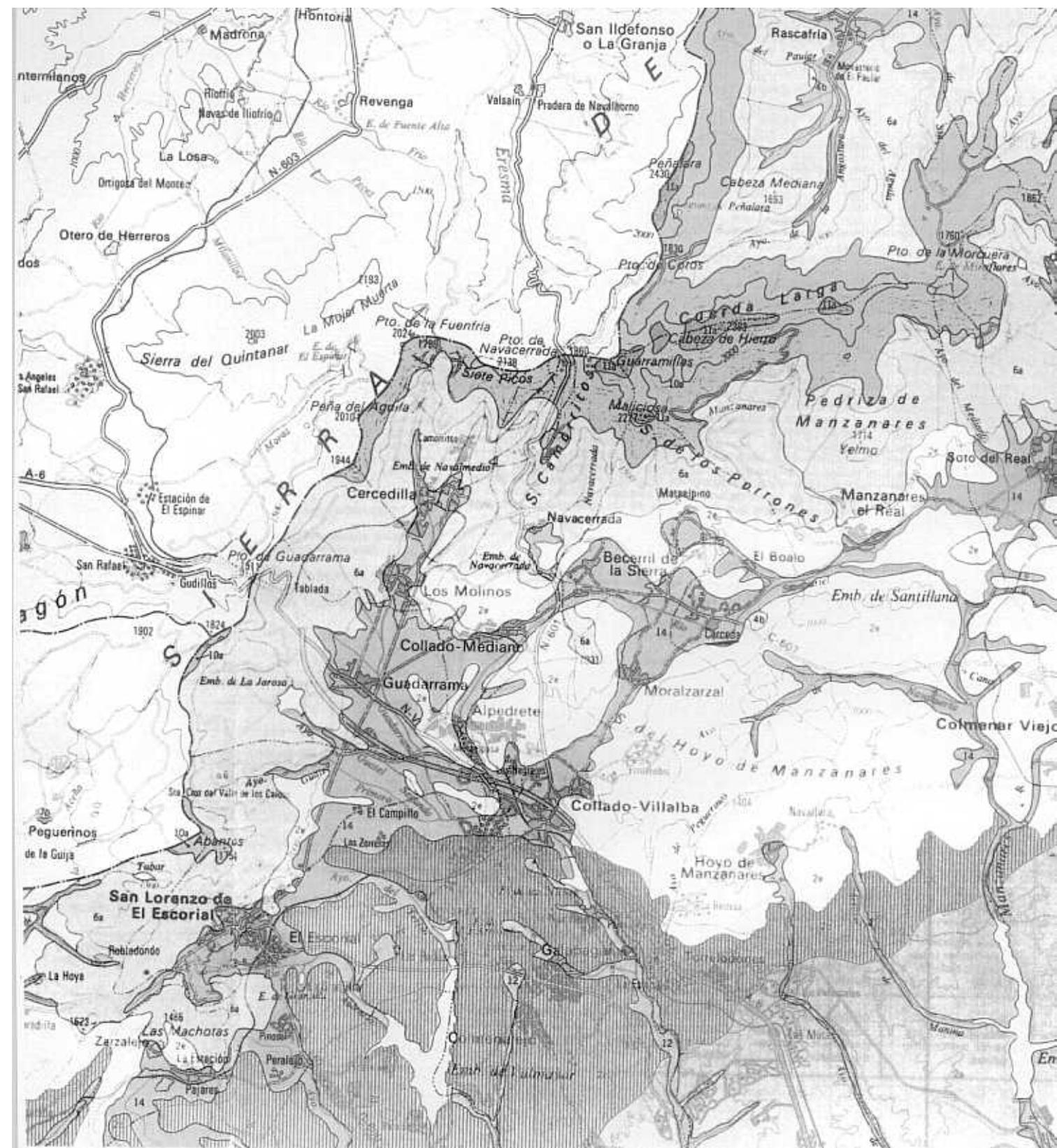


Figura 1b



Figura 1c

- Embalse de Navacerrada. Está situado a 53 Kms de Madrid, tiene una presa de 42 metros de altura y una capacidad de 11 Hm³. Las coordenadas de la zona de muestreo son: 4° 00' 02'' W y 40° 42' 44'' N. Su fisiografía es de rampa y relieve residual, forma parte de la falda de la sierra; la vegetación predominante es de matorral y melojar.

- Río Navacerrada. La zona estudiada dista de Madrid unos 55 Kms; su caudal medio anual es de 0.6 m³/seg. y la aportación total anual de 19.09 Hm³. Las coordenadas geográficas de la zona de muestreo son: 3° 57' 30'' W y 40° 42' 03'' N. La fisiografía es de rampa y relieve residual (falda de la sierra). En su entorno se encuentran bosques de frondosas (quejigo, rebollo y fresno), así como pastizales.

- Embalse de La Jarosa. Se encuentra a 50 Kms de Madrid, la altura de la presa es de 46 metros y la capacidad del embalse de 7 Hm³. Las coordenadas geográficas de la zona de muestreo son: 4° 08' 48'' W y 40° 40' 0'' N. Su fisiografía es de alta sierra y ladera, factores que determinan la temperatura, pluviometría y grado de insolación; está situado entre pinares, fresnedas, melojares, matorrales y pastizales.

- Río Guadarrama. Las muestras fueron recogidas a unos 40 Kms de Madrid, (entre Galapagar y Villalba); su caudal medio y aportación total anuales son respectivamente de 0.6 m³/seg. y 17.8 Hm³. La zona de muestreo tiene una longitud de 4° 03' 42'' W y una latitud de 40° 31' 10'' N. La zona es de rampas, en las que abundan fresnedas, encinares, alcornocales, pastizales y matorral, también existen

pinares de repoblación artificial.

Los muestreos se realizaron en la zona adyacente a la orilla hasta 1 m de profundidad; se recogió también el sedimento junto con el agua sobreyacente dragando en cada zona. Las muestras se han obtenido a intervalos de 1 m desde la orilla mediante botellas de apertura controlada.

Las muestras se guardaron en recipientes de polietileno de 1 litro de capacidad para su posterior análisis. Cada recipiente contenía aproximadamente 300 ml de sedimento y 700 ml de agua. Se tomaron tres réplicas por cada punto de muestreo. Las muestras fueron mantenidas a 4° C hasta su llegada al laboratorio.

La metodología utilizada para los análisis físico-químicos corresponde a la descrita clásicamente (A.P.H.A., 1989; Rodier, 1978).

II. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

1. *Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅).*-

Es un parámetro que se utiliza para determinar la cantidad de materia orgánica biodegradable que contiene el agua a examinar. Su medida se basa en la oxidación de dicha materia orgánica y en la valoración del consumo de oxígeno disuelto para dicha oxidación (Andrews, 1977; Fujie *et al*, 1988; A.P.H.A., 1989). La

degradación la realizan los microorganismos aerobios que se desarrollan en unas condiciones y medio determinados. Las transformaciones bioquímicas de las materias orgánicas se realizan en dos etapas: en la primera se degrada la materia carbonada, esta degradación dura alrededor de 20 días a 20°C y en la segunda etapa se degradan los compuestos orgánicos nitrogenados, se pone de manifiesto alrededor de los diez primeros días de la incubación a 20°C y requiere un periodo muy largo de tiempo, más de 80 días. El tiempo requerido para la degradación completa de la materia orgánica obliga a establecer, con fines prácticos, un convenio para su evaluación, fijándose unas condiciones experimentales de temperatura a 20°C +/- 1°C, y un tiempo de incubación de cinco días en la oscuridad. Pueden existir sustancias o elementos inhibidores de la actividad metabólica bacteriana, como los metales pesados.

Se supone que el oxígeno consumido se debe exclusivamente al proceso de degradación de las sustancias orgánicas, por mecanismos biológicos; pero esta es una suposición de la que raras veces se comprueba su veracidad, ya que puede haber un consumo adicional de oxígeno debido a las bacterias nitrificantes, oxidando amoníaco a nitritos, o puede haber un consumo adicional de oxígeno debido a la presencia de sustancias reductoras, ya sean orgánicas o inorgánicas. Los resultados que se obtienen son un combinado de acciones químicas y biológicas; no obstante, la DBO₅ constituye una indicación importante de la calidad del agua y su comportamiento respecto a la degradación. Generalmente es necesario diluir la muestra para su incubación y el agua

de dilución deberá tener los nutrientes necesarios para que los microorganismos puedan desarrollar su actividad.

Para evitar la obtención de datos erróneos, la determinación de la DBO₅ de una muestra, debe realizarse antes de las dos horas desde la toma de muestras. Si es necesario superar este tiempo, las muestras deben conservarse refrigeradas a 4°C o incluso a temperatura más baja. En ningún caso se superaron las 24 horas entre la toma de muestras y la determinación. Las muestras con pH extremos, se ajustaron a un pH próximo a la neutralidad.

Para la preparación del agua de dilución se empleó agua destilada de la máxima pureza, exenta de cloro, cloraminas, y materia orgánica. El agua de dilución se conservó en recipientes esmerilados, manteniéndose cerrados para su saturación de oxígeno. En un frasco adecuado se vertió el volumen deseado de agua destilada y se le añadió 1 ml de cada una de las soluciones amortiguadoras de tampón fosfato, sulfato magnésico, cloruro cálcico y cloruro férrico por cada 1000 mililitros de agua; el agua fue aireada mediante difusores. Una vez conocida la dilución mediante la determinación previa del oxígeno inicial y de la DBO estimada, se pipeteaba sin burbujear el volumen de la muestra deseada, en matraces aforados de 500 ml. Se tomaron tres diluciones de cada muestra, en el entorno de la DBO supuesta. El agua de dilución se introdujo con extremo cuidado en los matraces con objeto de no alterar la saturación de oxígeno. Los recipientes de incubación se llenaron con el contenido de los matraces de muestra

diluida hasta rebosar, tapándolos inmediatamente. Se determinó el oxígeno disuelto en uno de los recipientes y se incubaron los otros a 20°C, en oscuridad y durante cinco días. Pasados estos se determinó el oxígeno disuelto en las muestras diluidas, e igualmente el contenido en oxígeno disuelto del agua de dilución, antes de realizar las incubaciones.

El oxígeno disuelto inicial se calculó por la fórmula:

$$OX_I = OX_{\text{dilucion}} \cdot (Vf - Vm / Vf) + OX_{\text{muestra}} \cdot Vm/Vf$$

La DBO₅ expresada en mg.l⁻¹ de oxígeno consumido se obtuvo:

$$DBO_5 = (OX_I - OX_{II}) \cdot Vf / Vm$$

siendo:

OX_I = Oxígeno disuelto inicial antes de la incubación, (mg.l⁻¹)

OX_{II} = Oxígeno disuelto a los cinco días de incubación, (mg.l⁻¹)

Vf = Volumen del recipiente de dilución, (ml)

Vm = Volumen de la muestra incubada, (ml)

Se consideró el ensayo correcto, cuando el consumo de oxígeno estaba

comprendido entre el 40 y el 60% del oxígeno inicial contenido en la muestra antes de su incubación.

2. *Oxígeno disuelto (O_2).*-

Los niveles de oxígeno disuelto en aguas de cualquier naturaleza, dependen de la actividad física, química y biológica que se desarrolla en ellas (Arthur, 1984; Chandra, 1987; Dang, 1989; Huang, 1984; Palm, 1980; Ros, 1988; Sampol, 1989; Sürücü, 1990).

Existen dos métodos para la determinación del oxígeno disuelto (A.P.H.A., 1989): el método iodométrico, basado en procesos de oxidación y el método electrométrico que se basa en la propiedad del oxígeno de difundirse a través de una membrana. Este último método fué el utilizado en nuestro trabajo, por su rapidez y por permitir realizar las medidas "in situ", ya que no era preciso la preparación de las muestras. El aparato de medida fue un oxigenómetro modelo Bowater BOM.

3. *Temperatura (T).*-

La temperatura es una de las constantes físicas que tienen gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el agua y

determina la evolución o tendencia de sus propiedades, ya sean físicas, químicas o biológicas. Una temperatura elevada implica la aceleración de la putrefacción y por tanto un aumento de la demanda de oxígeno, con lo que disminuye paralelamente la solubilidad de éste. Es importante resaltar que la temperatura, siempre que sea posible, conviene medirla "in situ", ya que un cambio en este parámetro puede alterar la actividad biológica de la muestra.

La temperatura fue tomada con el mismo equipo que el utilizado para la medida del oxígeno disuelto.

4. pH.-

El pH de origen natural en las aguas depende del contenido de anhídrido carbónico en relación con la mineralización total. El carbonato cálcico condiciona el pH del agua a causa de que es capaz de reaccionar con el dióxido de carbono disuelto para formar bicarbonato cálcico soluble, produciendo un sistema tampón.

La determinación del pH se hizo "in situ", inmediatamente después de haberse recogido las muestras, ya que puede sufrir grandes variaciones en el transcurso del tiempo.

Se utilizó, para la medida de este parámetro, un pHmetro modelo Crison Digilab.

5. *Potencial de óxido-reducción.*-

Electroquímicamente, toda oxidación o reducción corresponde a una variación de tensión. La medida del potencial de óxido-reducción o potencial redox se basa en la tensión de una pila formada por un electrodo normal de hidrógeno y otro formado por una lámina de platino sumergido en una solución con cantidades iguales de ambos iones a una misma concentración. El potencial redox varía con el pH, la concentración de oxígeno disuelto y la temperatura, parámetros que deben tenerse en cuenta al considerar los resultados. Este parámetro se determinó con el mismo aparato utilizado para medir el pH.

III. PARAMETROS BIOLOGICOS.-

Diversos autores han estudiado las comunidades de protozoos en distintas zonas acuáticas (Aida et al., 1988; Alonso et al., 1981; Antonietti et al., 1980; Augustin et al., 1989; Caron et al., 1988; Curds, 1969; 1970a, 1970b, 1973, 1982; Fernández-Galiano y Fernandez-Leborans, 1981; Inamori, 1991; Kinner y Curds, 1987; Madoni y Ghetti, 1981; Macek, 1989; Stössel, 1987), distribuidos en grupos funcionales (Madoni y Antonietti, 1984; Pratt y Cairns, 1985; Finlay et al., 1988) y la observación de cambios en estas poblaciones como respuestas a las variaciones del

medio. La distribución de los organismos encontrados en grupos funcionales, permite simplificar el proceso para determinar la abundancia y actividad de los protozoos.

1. *Extracción de los protozoos del sedimento.*

Se realizó tomando un volumen de 900 ml de muestra (previamente agitada), que fue vertido en una probeta de 1000 ml, conteniendo 100 ml de formaldehído al 30%. Se dejó reposar durante 30-45 minutos. De la mitad inferior de la probeta se tomaron 400 ml, que fueron centrifugados en tubos de 100 ml de capacidad, durante 30-45 minutos a 10-15°C y 100 g. El precipitado fue colectado, centrifugando en tubos de 10 ml durante 10-15 minutos a 100 g. El precipitado final se extrajo para su posterior tratamiento y observación microscópica.

2. *Clasificación de los protozoos.*

Se realizó mediante el análisis al microscopio óptico de las muestras (X 400, X 1.000) "in vivo", en campo claro y en contraste de fases. Se utilizaron diversas técnicas de fijación y tinción según el grupo de protozoos a identificar:

a) Técnicas de impregnación argéntica, para el estudio de la morfología e identificación de los protozoos ciliados,

a1) Protargol (Tuffrau, 1967)

a2) Carbonato de Plata (Fernandez-Leborans y Castro de Zaldumbide, 1986; Fernandez-Leborans, 1990). A un volumen de muestra, entre 5-10 ml, se añadieron cuatro gotas de formaldehído al 35-40%, manteniéndose tres minutos en agitación suave, en un vaso de precipitados cerrado de 50 ml de capacidad. Se añadieron diez gotas de piridina y veinticinco gotas de peptona al 4% (la peptona, para su mejor conservación, debe contener diez gotas de formaldehido por cada 50 ml de peptona). Se añadieron 10-15 ml de agua destilada, 3 ml de carbonato de plata amoniacal. Se calentó en un baño termostático a 65°C, hasta que apareció una coloración castaña oscura. Entonces, se añadió inmediatamente (para impedir que prosiguiera la reacción), 2 ml de una solución de tiosulfato sódico al 4%.

Se realizaron preparaciones permanentes a partir de las tinciones obtenidas. Este método permite la conservación de las preparaciones, donde se encuentran las especies encontradas. El método consiste en la utilización de portaobjetos con una ligera capa de albúmina-glicerizada, la posterior coagulación de la albúmina mediante etanol-formaldehido 8:2, y la deshidratación e inclusión subsecuentes. El proceso fue el siguiente:

- Preparación de los portaobjetos: una vez bien limpios y secos, se les añadió una fina capa de albúmina-glicerizada, que se extendió uniformemente, dejándose secar a temperatura ambiente.

- Preparación de la muestra: el material impregnado fue lavado mediante centrifugación con agua destilada tres veces a 100g durante 10 min. El precipitado fue transferido a los portaobjetos anteriormente preparados. Las preparaciones se situaron en una placa de histología a 45°C, hasta que se hubo evaporado casi todo el líquido, añadiéndose sobre los ejemplares una solución de etanol 90%-formaldehído (8:2). Antes de que evaporase totalmente esta solución, se retiraron las preparaciones y se introdujeron en una cubeta histológica, deshidratándose progresivamente, mediante etanol 90% (cinco minutos), etanol absoluto (cinco minutos) y xilol (cinco minutos). Las preparaciones se incluyeron en Bálsamo de Canadá.

b) Las coloraciones con lugol, naranja de acridina y azul de cresilo han sido utilizadas para identificar las especies de protozoos flagelados.

c) Las técnicas descritas por Page (1988) se han usado para el estudio de las amebas.

3. Contaje de los protozoos.

Se realizó a la microscopía óptica utilizando el método LDM (Lackey Drop Microtransect, A. P. H. A., 1989). Se empleó un cubreobjetos de 22x22 mm graduado en franjas. Se contó el número de campos que tiene una franja, a 100

aumentos, que eran un total de 12.

- . El número total de campos fue de 144
- . El área del cubreobjetos fue de 484 mm²
- . El área de una franja era de 40.3 mm²
- . Se calculó el número de individuos por mililitro aplicando la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ ind. ml}^{-1} = C \text{ At/As S V}$$

siendo:

C = número de organismos contabilizados

At = área del cubreobjetos, en mm²

As = área de una franja, en mm²

S = número de franjas contabilizadas

V = volumen de la muestra bajo el cubreobjetos, en ml

Para S = 12, At/As.S es aproximadamente igual a uno. Este procedimiento disminuye los errores estadísticos y facilita el conteo. Se realizaron diluciones cuando las densidades de los organismos fueron muy elevadas.

4. *Abundancia de los protozoos.*

Se expresa en individuos por mililitro. Se utilizaron seis réplicas por cada muestra. Las distintas especies se han clasificado en: protozoos ciliados y protozoos no ciliados.

5. *Estimación de la biomasa.*

Se halló a partir del biovolumen, utilizando los siguientes factores de conversión encontrados en la literatura:

- 0.582 $\text{pg} \cdot \mu\text{m}^{-3}$ peso seco para los protozoos ciliados (Baldock y Sleigh, 1988).
- 0.147 $\text{pg} \cdot \mu\text{m}^{-3}$ peso seco para los protozoos no ciliados: sarcodinos y flagelados (Baldock et al., 1983).

La biomasa se expresó en $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ de peso seco. El biovolumen de las especies se calculó teniendo en cuenta la semejanza de las células a figuras geométricas, hallando previamente sus dimensiones lineales con la ayuda de un ocular micrométrico. Los valores del biovolumen de cada especie se obtuvieron a partir de la observación de al menos 10 células. La variabilidad estacional del tamaño de la célula, en cada grupo, no era significativamente mayor que la variación de tamaño observada en el mismo grupo de células en una sola muestra. Se ha tenido en cuenta que la fijación y la tinción producen una disminución aproximada del 20% del volumen celular (Brownlee, 1982).

6. Descripción de los sistemas de grupos funcionales.

Las distintas especies de protozoos se han clasificado en grupos funcionales según el sistema descrito por Pratt y Cairns (1985), el cuál se basa en los hábitos de alimentación. Se distinguen seis grupos:

- GRUPO P: Autótrofos fotosintéticos. Fitoflagelados que son productores primarios. Nutrición holofítica. No se ha subdividido este grupo para las formas que son heterótroficas respecto a ciertos nutrientes. También se incluyen las formas con zoochlorelas, p. ej. *Paramecium bursaria*.

- GRUPO B: Bacterívoros-detrítvoros. Formas holozoicas que se alimentan de bacterias y partículas detríticas con bacterias asociadas. No se diferencian las especies que son selectivamente bacterívoras de las que simplemente ingieren partículas en un rango de tamaño determinado.

- GRUPO S: Saprótrofos. Formas holozoicas que se alimentan de moléculas disueltas en el medio.

- GRUPO A: Algívoros. Formas holozoicas que se alimentan de algas, especialmente diatomeas y pequeños filamentos.

- GRUPO N: Omnívoros-no selectivos. Organismos holozoicos que no presentan una aparente preferencia por una variedad de alimento. Muchos son de gran tamaño y se alimentan tanto de algas como de material detrítico-bacteriano.

- GRUPO R. Predadores (Raptores). Formas holozoicas que se alimentan de otros protozoos no fotosintéticos o de taxones superiores (p. ej. rotíferos). Este grupo incluye especies raptoras comunes, p. ej. *Didinium*, *Trachelius*.

Además de las listas de especies clasificadas en grupos funcionales por Pratt y Cairns (1985), se han utilizado diferentes datos bibliográficos para completar la clasificación de las especies en estos grupos funcionales (Lee et al., 1985, Finlay et al., 1988).

IV. TRATAMIENTO ESTADISTICO.-

Los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos y biológicos fueron procesados mediante el programa estadístico STATGRAPHICS (Statistical Graphics System). Dos tipos de análisis fueron utilizados:

- Análisis de correlación. Este tipo de análisis ofrece una visión de las relaciones entre variables. En general, los coeficientes de correlación muestran la asociación entre dos variables, oscilando entre +1 y -1. Una correlación positiva indica que las variables varían en la misma dirección, mientras que una negativa indica lo contrario. Una correlación de cero indica que las variables son estadísticamente independientes. Cada coeficiente aparece con un nivel de significación, basado en la distribución t-Student. Si éste es pequeño, indica que existen correlaciones

significativas; el valor tomado como indicador es el menor de 0.05. (p: nivel de significación estadístico; r: coeficiente de correlación lineal).

- Análisis de componentes principales. Los componentes principales son las variables Y, combinación lineal de las variables observadas X_j , con la propiedad de tener varianza máxima. Las variables corresponden a cada uno de los parámetros en estudio, tanto físico-químicos como bióticos, y las observaciones representan los muestreos efectuados en cada sistema embalse-río.

La finalidad de los componentes principales es la de simplificar la estructura de los datos, sin obedecer a un modelo fijado "a priori", para poder explicar, en pocos componentes, la mayor parte de la información que contienen las variables. Para realizar este análisis, se han introducido las variables directamente, excluyendo la entrada en forma matricial o por correlaciones.

RESULTADOS

I. SISTEMA EMBALSE DE NAVACERRADA-RIO NAVACERRADA

1. Factores físico-químicos.-

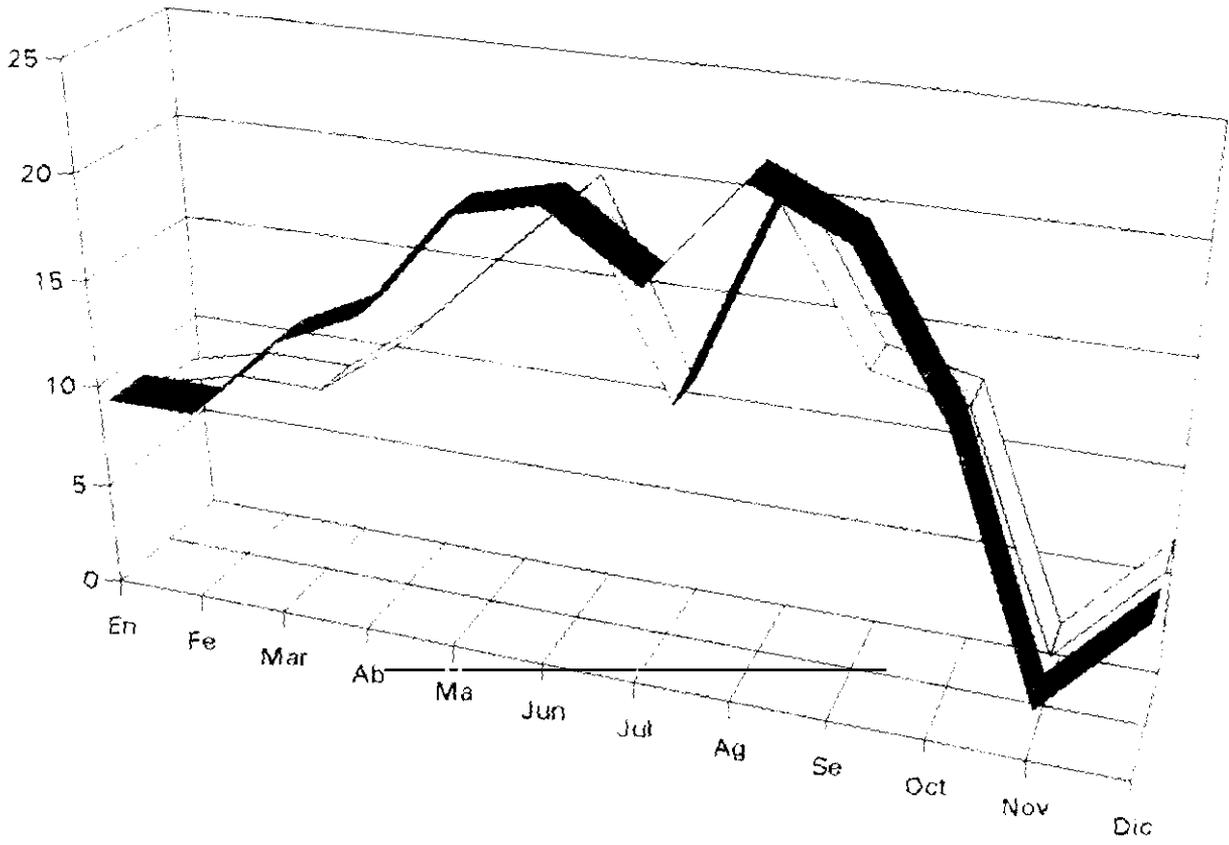
En las Tablas I y IX (Apéndice I) se observan las variaciones de los factores estudiados en las dos estaciones: embalse de Navacerrada y río Navacerrada.

En relación con la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), se observó que fue aumentando gradualmente, tanto en el embalse de Navacerrada como en el río Navacerrada, desde enero (9°C en el embalse y 8°C en el río) hasta agosto, donde se encontraron los dos máximos (23°C en el embalse y 21°C en el río). A partir de este muestreo, la temperatura del agua descendió hasta alcanzar el valor mínimo (2°C) en noviembre, en las dos estaciones estudiadas. En diciembre la temperatura ascendió hasta 7°C , tanto en el embalse como en el río Navacerrada (Fig. 2).

El pH, en el embalse de Navacerrada, presentó valores débilmente ácidos, oscilando entre 6.4 (valor mínimo, marzo) y 6.9; el valor 7, sólo fue superado en enero (7.5). En cambio, en el río Navacerrada se obtuvieron tres valores claramente alcalinos (8.1, máximo en agosto; 7.3 y 7.0 en el junio y noviembre, respectivamente); el valor mínimo (6.2) se presentó en febrero (Fig. 3).

El potencial de óxido-reducción, en el embalse de Navacerrada, osciló

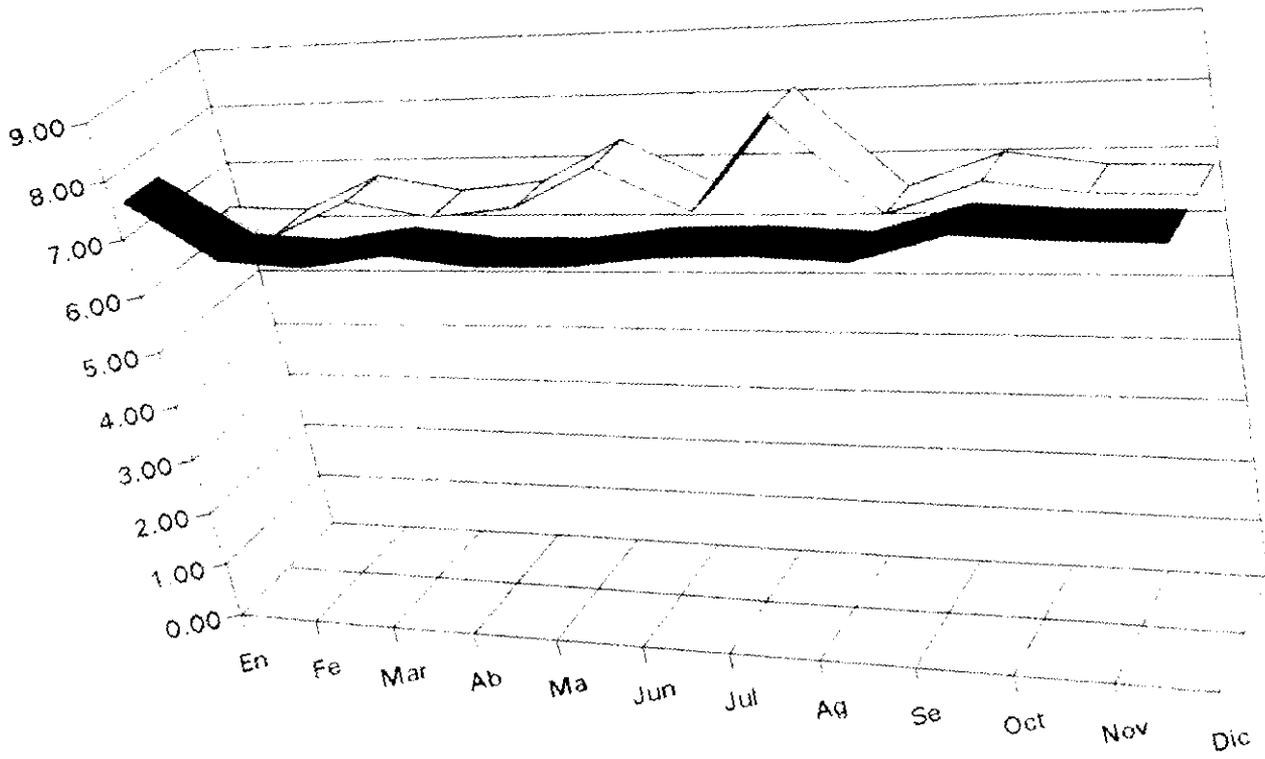
TEMPERATURA (°C)



■ Embalse Navacerrada □ Río Navacerrada

Figura 2

pH



■ Embalse Navacerrada □ Río Navacerrada

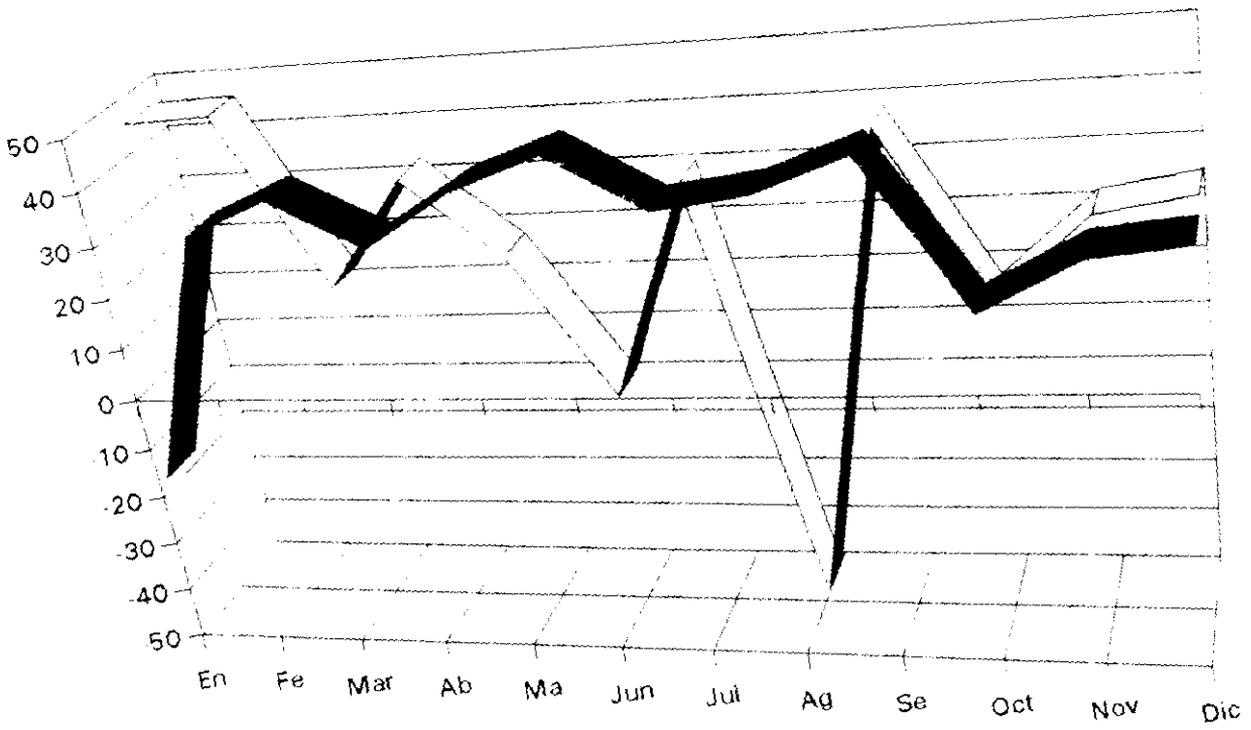
Figura 3

entre 12.9 mV en octubre y 42.4 mV en junio, dentro de los potenciales positivos; el único valor de potencial negativo (-17.5 mV) se observó en enero, que precisamente correspondió al pH más alcalino (7.5) en ese mismo muestreo. En el río Navacerrada, los potenciales positivos oscilaron entre 7.1 mV en octubre, muestreo en el que el pH fue de 7.0, y 45.9 mV en febrero. Los dos potenciales negativos (-49.9 mV en agosto y -9.8 mV en junio) coincidieron con los dos valores de pH más alcalinos (8.1 y 7.3) correspondientes a los muestreos realizados durante los meses de agosto y junio, respectivamente (Fig. 4).

En cuanto a la DBO_5 , en el embalse de Navacerrada, alcanzó el mayor valor (7.1 mg.l^{-1}) en junio cuando el potencial fue más elevado (42.4 mV) y el mínimo (0.1 mg.l^{-1}) en octubre, en el que se observó el menor potencial positivo (12.9 mV). Con respecto al río Navacerrada, la DBO_5 alcanzó el valor máximo (3.6 mg.l^{-1}) en octubre (muestreo en el que el potencial tuvo el valor más bajo, 7.1 mV, dentro de los valores positivos y un pH de 7.0) y el valor mínimo (0.2 mg.l^{-1}), en enero y febrero, donde los potenciales positivos tuvieron los valores más elevados (45.5 mV y 45.9 mV respectivamente) y los pH, los valores mínimos encontrados (6.3 y 6.2), (Fig. 5).

La concentración de oxígeno disuelto alcanzó el máximo en septiembre (8.4 mg.l^{-1}), en el río Navacerrada y el mínimo (2.8 mg.l^{-1}) en agosto en el embalse de Navacerrada, muestreo en el que se alcanzó en esta estación el valor más alto de la temperatura del agua (23°C). El resto de los valores de la concentración de oxígeno

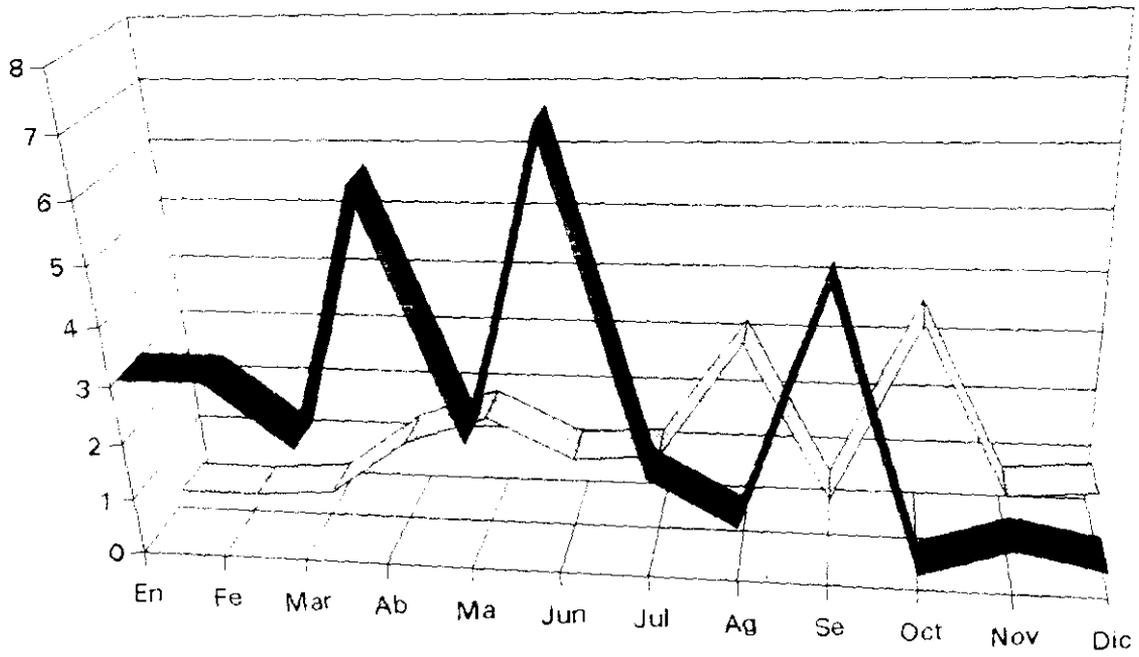
POT (mV)



■ Embalse Navacerrada □ Río Navacerrada

Figura 4

DBO5 (mg/l)



■ Embalse Navacerrada □ Río Navacerrada

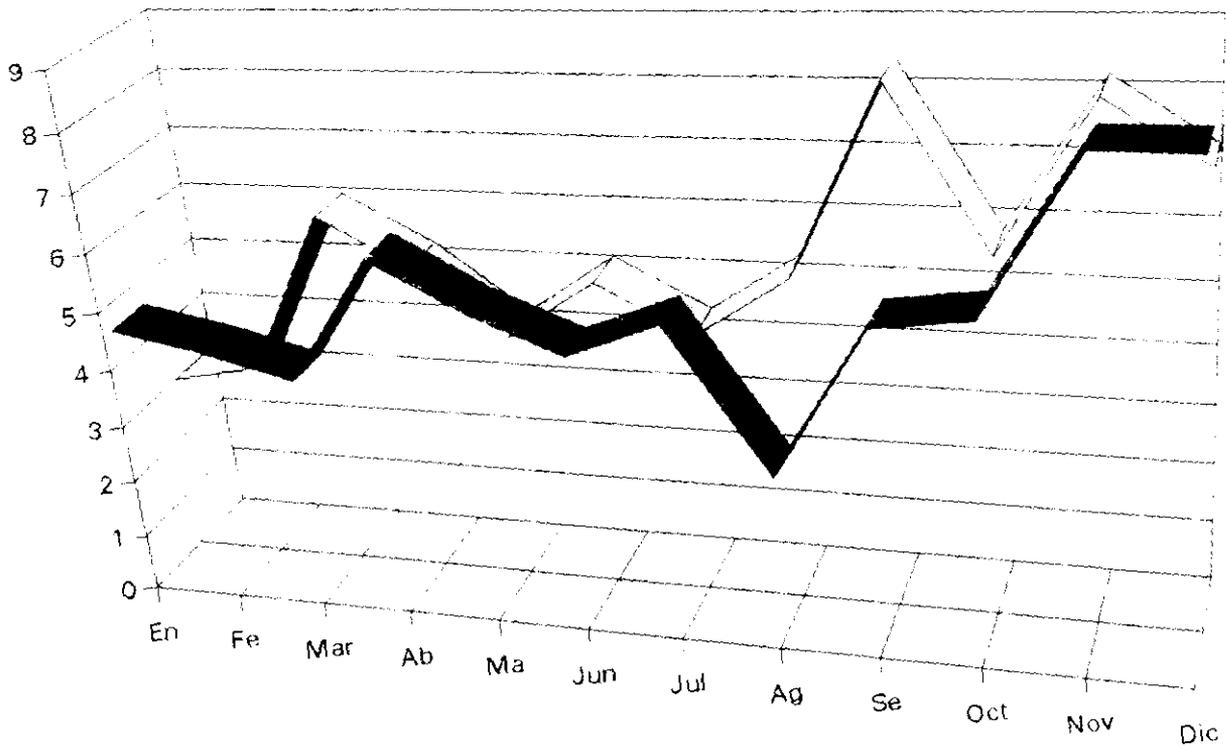
Figura 5

oscilaron entre los anteriormente citados, tanto en el embalse de Navacerrada como en el río Navacerrada (Fig. 6).

El análisis de los componentes principales de los factores físico-químicos, en el embalse de Navacerrada mostró que, respecto al primer componente (54.8 % de varianza explicada) el potencial de óxido-reducción y el pH fueron los más importantes; les siguieron el oxígeno disuelto en relación al segundo componente (22.9 % de varianza) y la DBO₅ en el tercer componente (16.1 % de varianza). Con relación a los muestreos, los más significativos fueron: el de enero respecto al primer componente y el de noviembre respecto al segundo componente (Tabla 1, Fig. 7). Se observó que el pH y el potencial de óxido-reducción estaban negativamente correlacionados entre sí ($r = -0.974$; $p < 0.01$).

En el río Navacerrada, el análisis de los componentes principales indicó que, los dos primeros componentes ocupaban el 85.4 % de la variabilidad total. Respecto al primer componente (62.6% de varianza explicada), la temperatura del agua, el pH y la DBO₅ tuvieron valores parecidos, siendo más elevada la cifra del pH; sin embargo, el potencial de óxido-reducción presentó un alto valor negativo. Con relación al segundo componente (22.7 % de varianaza) el más significativo fue el oxígeno disuelto. Teniendo en cuenta los muestreos, el más importante fue el de agosto respecto al primer componente y respecto al segundo componente destacaron los muestreos de los meses de noviembre y septiembre (Tabla 2, Fig. 8). Los tres factores: pH, la DBO₅

O2 (mg/l)



■ Embalse Navacerrada □ Río Navacerrada

Figura 6

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Temperatura	0.497623	-0.346116	-0.127608
pH	-0.525417	-0.422564	0.095494
POT	0.522078	0.451882	-0.106876
DBO ₅	0.31057	-0.209721	0.916334
O ₂	-0.327551	0.673397	0.351435

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-3.01982	-2.40618
Febrero	0.268217	0.14694
Marzo	0.87813	0.166872
Abril	0.536476	0.089157
Mayo	1.12786	0.335873
Junio	2.18755	-0.277786
Julio	0.476491	0.129281
Agosto	1.30363	-1.0924
Septiembre	1.50784	0.060277
Octubre	-1.26993	-0.375288
Noviembre	-2.20629	1.69666
Diciembre	-1.79015	1.52659

Tabla 1

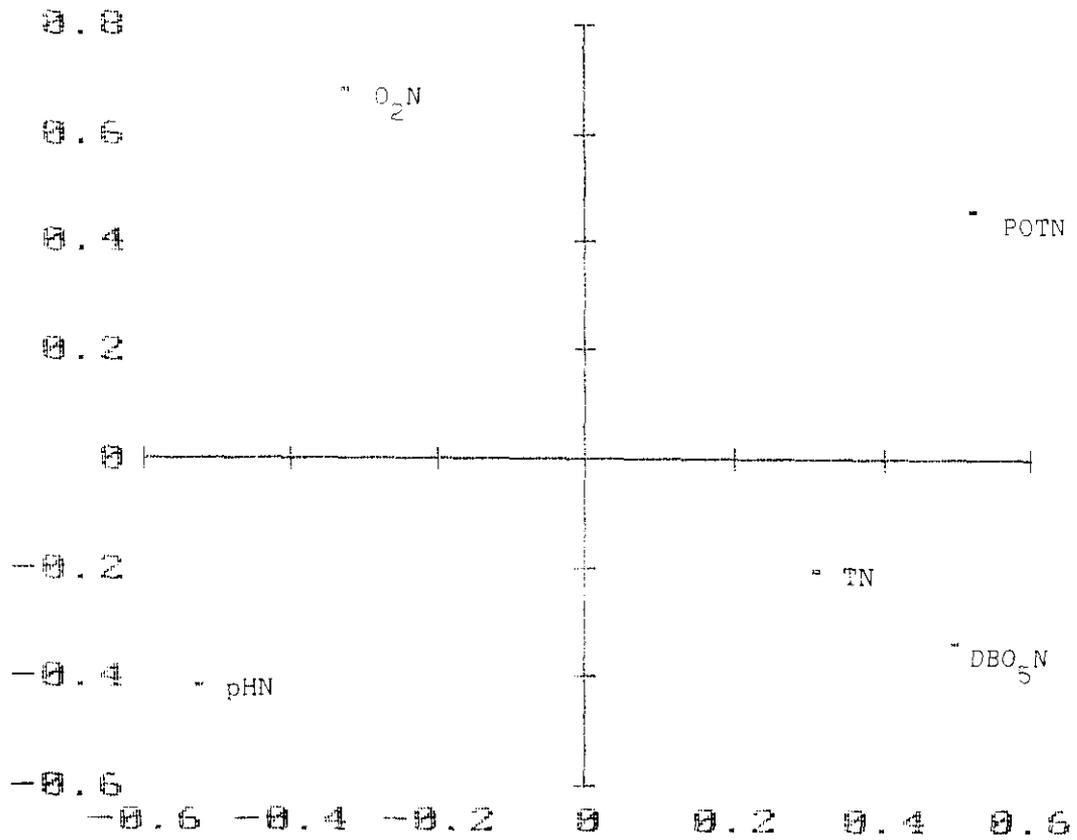


Fig. 7. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la temperatura (TN), pH (pHN), potencial de óxido-reducción (POTN), demanda biológica de oxígeno (DBO₅N) y oxígeno disuelto (O₂N).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Temperatura	0.447344	-0.346501	-0.505862
pH	0.536534	0.193251	-0.140854
POT	-0.541275	-0.096952	0.155109
DBO ₅	0.467377	-0.050045	0.830745
O ₂	0.024391	0.91142	-0.100336

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-1.9005	-1.30863
Febrero	-1.88464	-1.24006
Marzo	-0.526761	0.499618
Abril	-0.564731	-0.32626
Mayo	0.41914	-1.06458
Junio	1.71942	-0.41798
Julio	-0.563028	-0.686958
Agosto	4.31674	-0.035203
Septiembre	-0.799209	1.23511
Octubre	1.53449	0.10779
Noviembre	-1.06082	2.05101
Diciembre	-0.710115	1.18614

Tabla 2

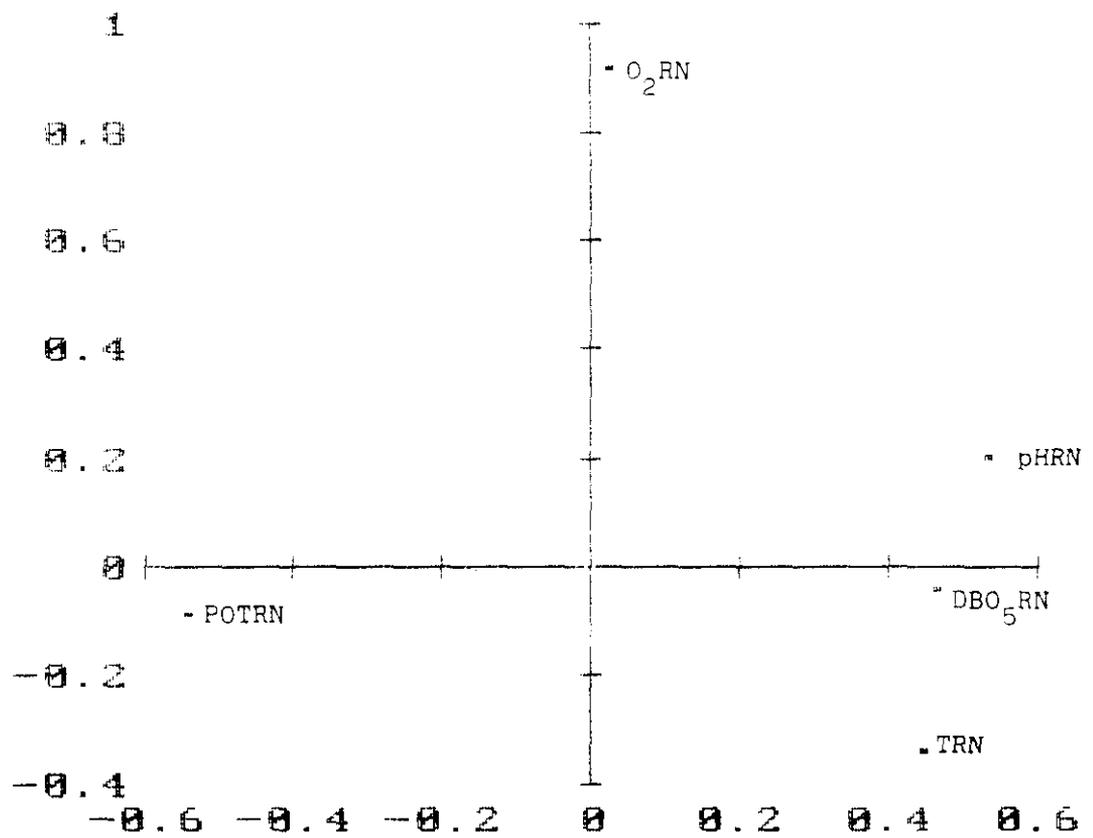


Fig. 8. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la temperatura (TRN), pH (pHRN), potencial de óxido-reducción (POTRN), demanda biológica de oxígeno (DBO_5,RN) y oxígeno disuelto (O_2,RN).

y la temperatura del agua, estuvieron relacionados entre sí ($r: 0.690$; $p < 0.01$ y $r: 0.559$; $p < 0.05$) y, a su vez, estuvieron correlacionados negativamente con el potencial de óxido-reducción ($r: -0.987$; $p < 0.01$). El oxígeno disuelto no estuvo relacionado con el resto de los factores pero destacó por su contribución respecto a los demás vectores.

2. Dinámica de las poblaciones.-

2.1 Densidad y número de especies.

En el estudio realizado durante el año, del sistema embalse de Navacerrada-río Navacerrada, se ha observado la densidad de individuos y el número de especies, así como el porcentaje respecto al total de los muestreos, relativo a los protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados (Apéndice I, Tablas II, III, X y XI).

Como se puede apreciar en la figura 9, en el embalse de Navacerrada, el valor máximo de la abundancia de protozoos, se observó en septiembre, con 796 ind.ml^{-1} (18.4%) y el valor mínimo en junio, (193 ind.ml^{-1} , 4.4%). En el río Navacerrada, los valores de la abundancia oscilaron entre 317 ind.ml^{-1} (16.0%) en agosto y 81 ind.ml^{-1} (4.0%) en abril. Al comparar las dos estaciones, se observó que la abundancia de individuos protozoos por mililitro, fue mayor en todos los muestreos

ABUNDANCIA (ind. / ml.)

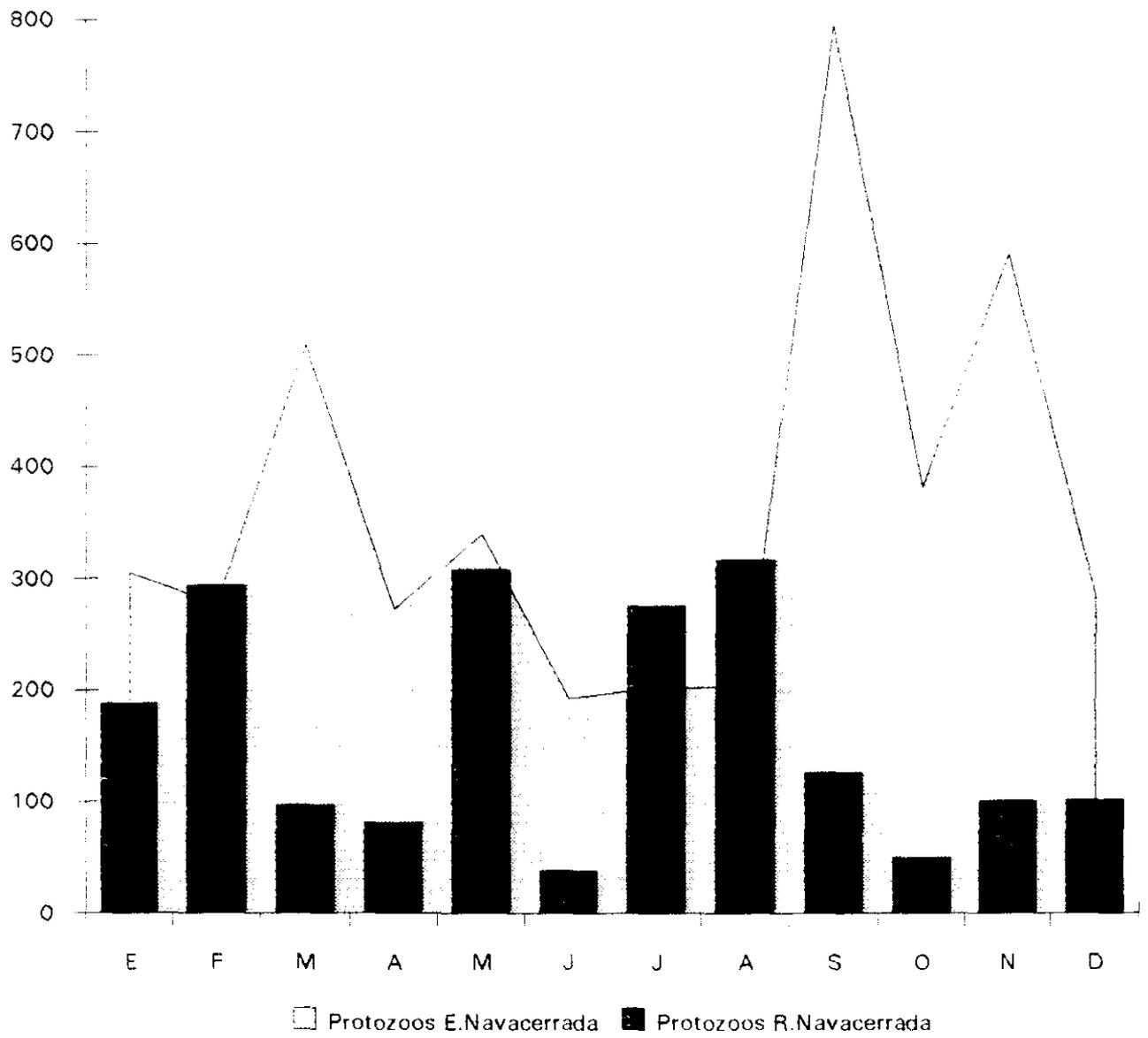


Figura 9

en el embalse de Navacerrada, salvo tres excepciones, durante los meses de febrero, julio y agosto (294, 276 y 317 ind.ml⁻¹) en el río Navacerrada, y 277, 202 y 203 ind.ml⁻¹ en el embalse de Navacerrada, respectivamente. En la figura 10 se observa que, el número de especies de protozoos, en el embalse de Navacerrada, osciló entre 25 (15.6%) en septiembre y 4 (2.5%) en agosto. En el río Navacerrada los valores máximos (13, 18.3%) y mínimos (1, 1.4%) se apreciaron en los muestreos de febrero y octubre, respectivamente. Al comparar las dos estaciones se observó que, el número de especies fue mayor en todos los muestreos, en el embalse de Navacerrada, salvo en febrero y agosto, muestreos en los que los valores fueron mayores en el río Navacerrada (13 y 10 en el río, 11 y 4 en el embalse, respectivamente).

Respecto a la abundancia de los protozoos ciliados, en el embalse de Navacerrada, la mayor cifra se encontró en septiembre, con 348 ind.ml⁻¹ (16.4%) y la menor, 78 ind.ml⁻¹ (3.6%) en agosto. En el río Navacerrada, los valores variaron entre 317 ind.ml⁻¹ (26.8%) en agosto y 32 ind.ml⁻¹ (2.7%) en septiembre. La abundancia de protozoos ciliados fue mayor en todos los muestreos en el embalse de Navacerrada, salvo en el de agosto (317 in.ml⁻¹, 26.8% en el río Navacerrada y 78 ind.ml⁻¹, 3.6% en el embalse de Navacerrada) y fue en este muestreo, donde se observó la mayor abundancia en el río y la menor en el embalse, con relación a los protozoos ciliados (Fig. 11). Respecto al número de especies de protozoos ciliados (Fig. 12), las cifras mayores se observaron en el embalse de Navacerrada (16, 15.6%) en el muestreo de

Nº ESPECIES PROTOZOOS

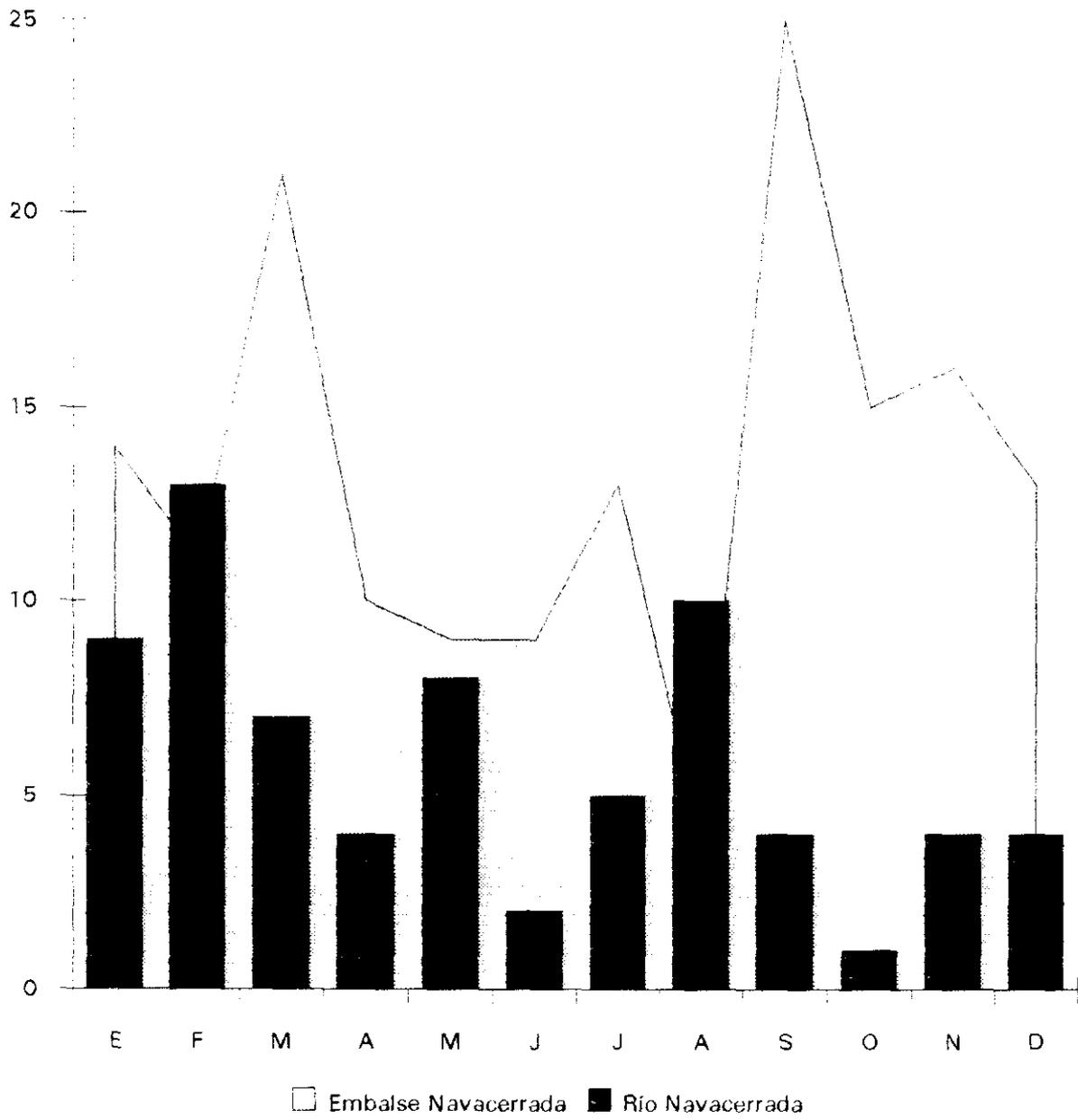


Figura 10

ABUNDANCIA (ind. / ml.)

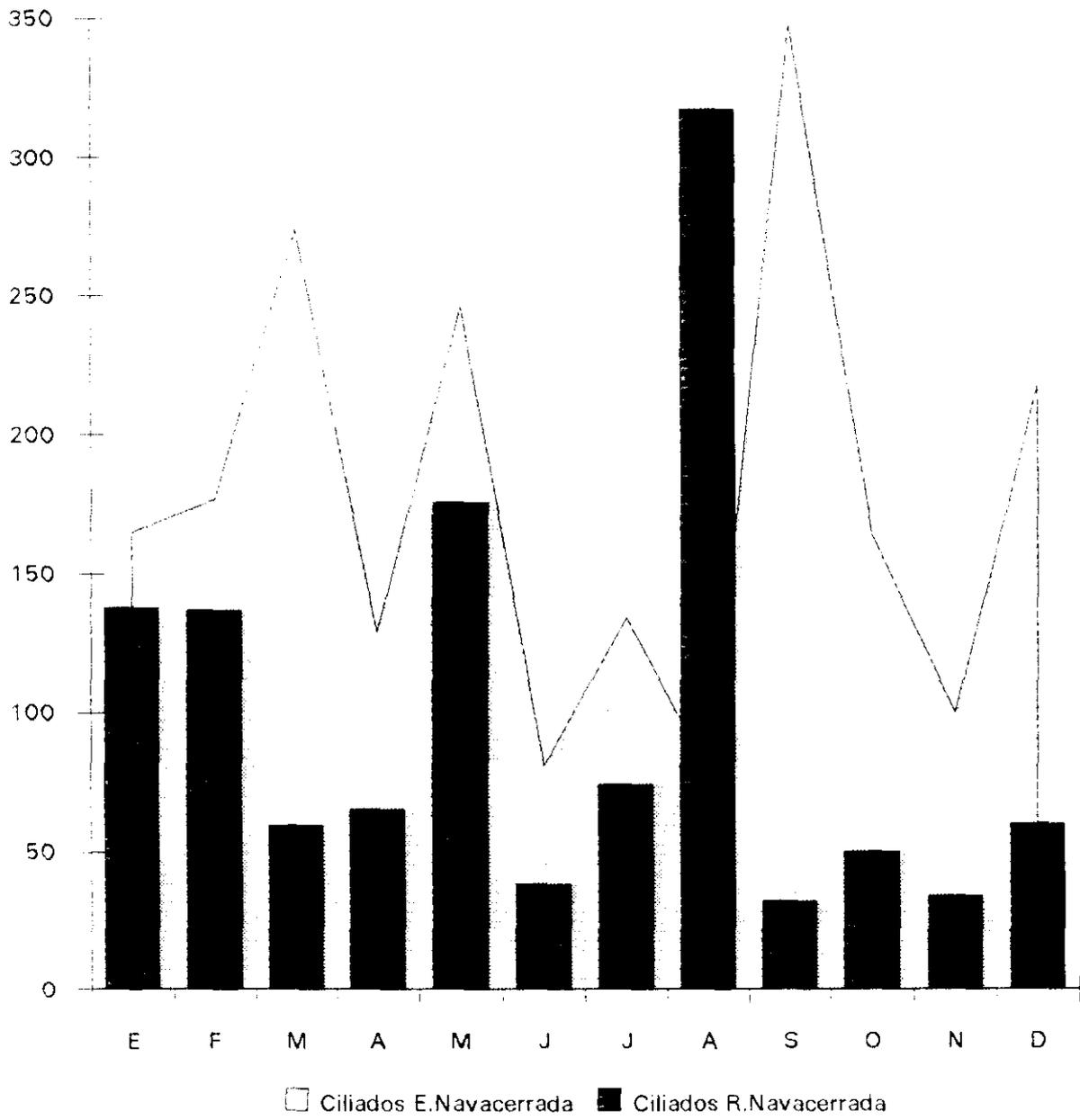


Figura 11

Nº ESPECIES CILIADOS

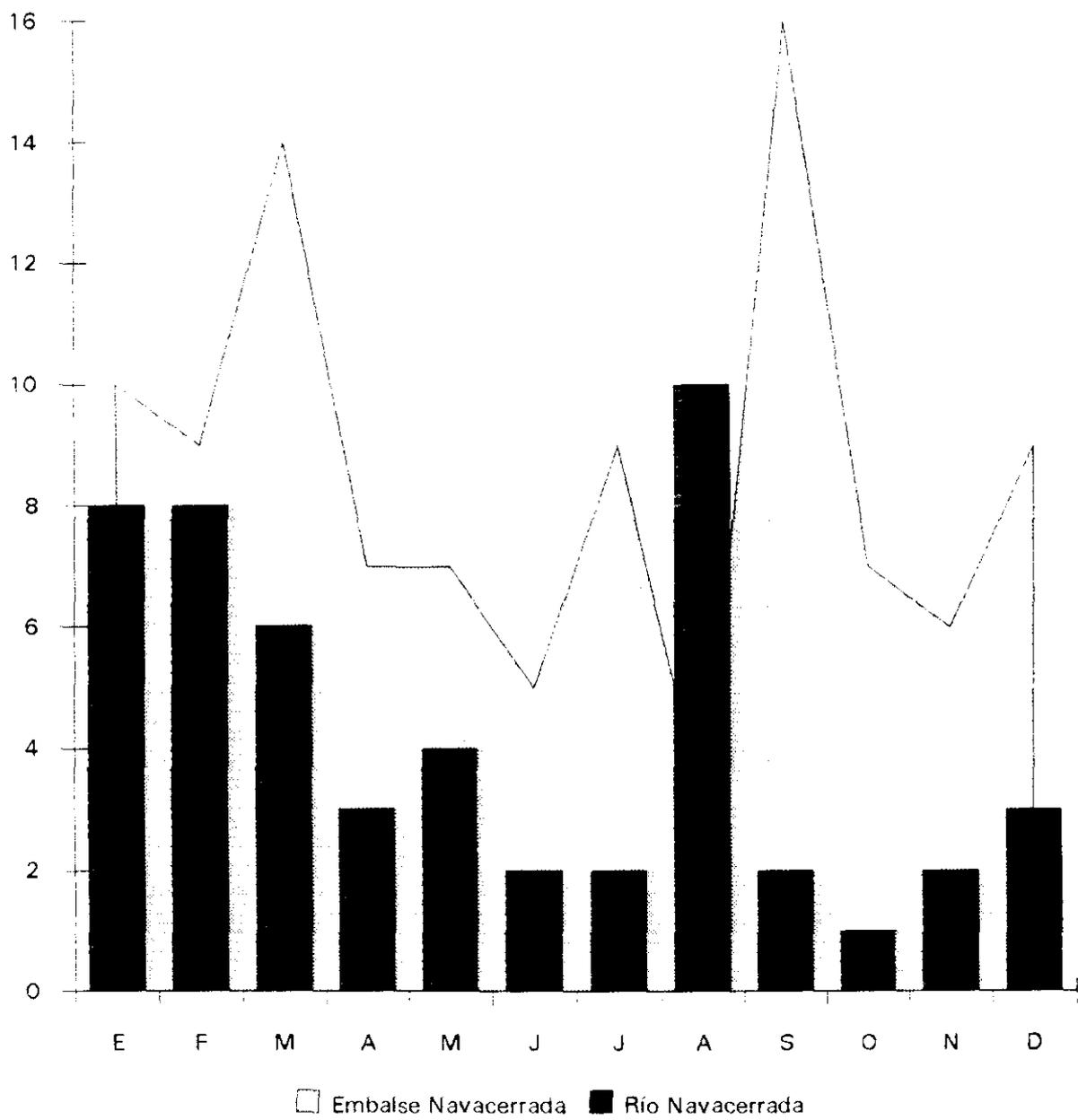


Figura 12

septiembre, y en el río Navacerrada (10, 19.6%) en el de agosto; los menores valores se presentaron en el mes de agosto (3, 2.9%), en el embalse y en octubre (1, 1.9%), en el río. El número de especies de ciliados, fue superior en todos los muestreos en el embalse de Navacerrada con relación a los del río Navacerrada, excepto en agosto, en el que el número fue mayor en el río (10) que en el embalse (3).

En la figura 13 se muestra la abundancia de protozoos no ciliados; las mayores cifras se observaron en noviembre (491 ind.ml⁻¹, 22.2%), en el embalse de Navacerrada, y 202 ind.ml⁻¹, 25.3% en julio, en el río Navacerrada. Las cifras de menor abundancia oscilaron entre 68 ind.ml⁻¹ (3.0%) en los muestreos de julio y diciembre, en el embalse de Navacerrada y 16 ind.ml⁻¹ (2.0%) en el río Navacerrada, en el mes de abril. La abundancia de los no ciliados fue mayor en los muestreos de febrero, mayo y julio en el río Navacerrada respecto al embalse de Navacerrada. La figura 14 indica el número de especies de no ciliados en el embalse y en el río Navacerrada; los valores oscilaron en el embalse entre 10 (17.2%) en noviembre, y 1 (1.7%) en agosto; en el río Navacerrada, lo hicieron entre 0 (0.0%) en los meses de junio, agosto y octubre, y 5 (25.0%) en febrero. Al establecer una comparación entre las dos estaciones, se observó que, salvo en los muestreos de febrero y mayo en los que el número de especies fue mayor en el río Navacerrada (5 y 4 en el río, 2 y 2 en el embalse, respectivamente) que en el embalse de Navacerrada, en el resto de los muestreos, la cifra fue superior en el embalse con respecto al río.

ABUNDANCIA (ind. / ml.)

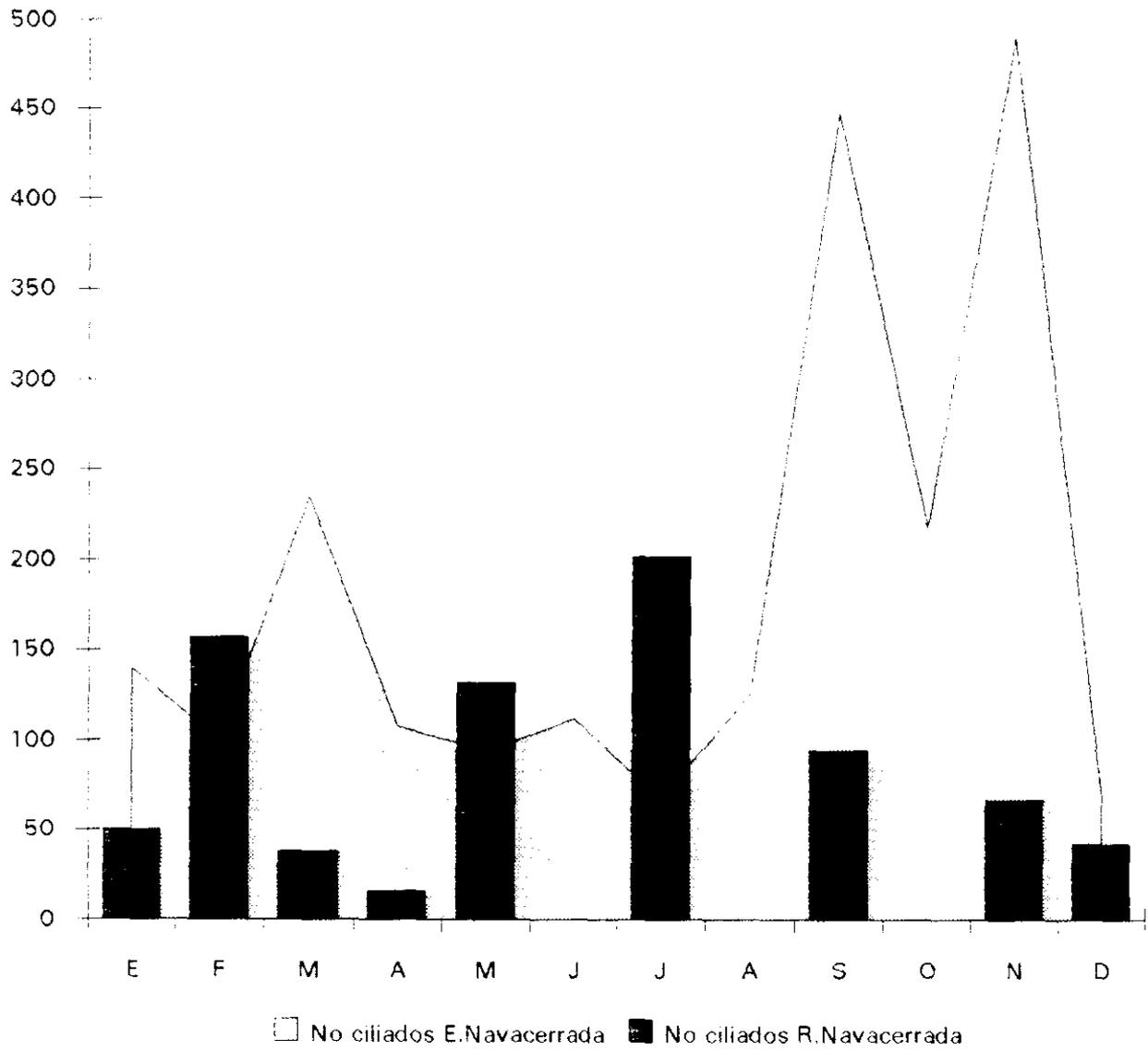


Figura 13

Nº ESPECIES NO CILIADOS

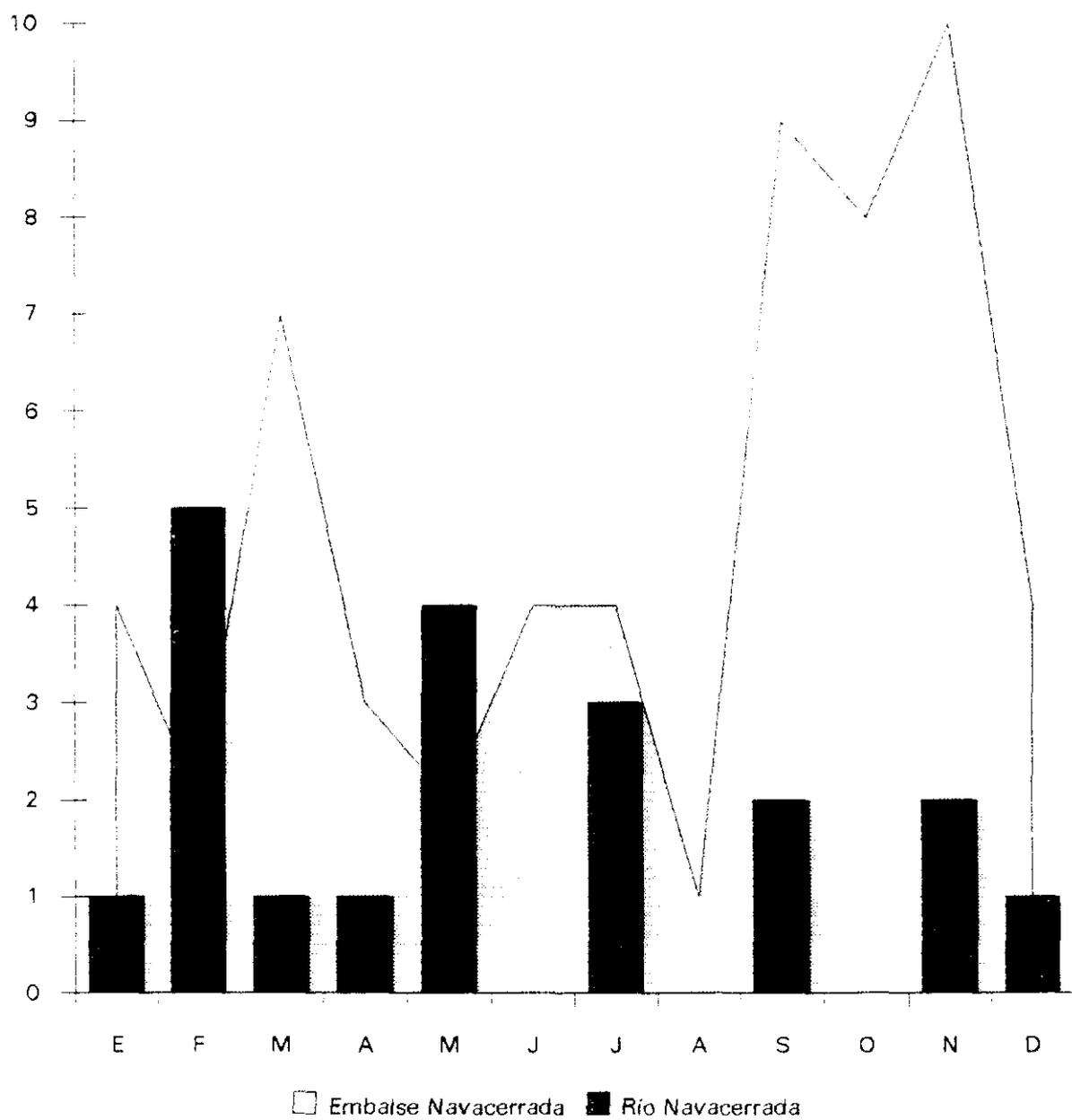


Figura 14

El análisis de los componentes principales respecto a la abundancia de protozoos, ciliados y no ciliados en el embalse de Navacerrada, mostró que, con relación al primer componente (75.6% de varianza) la variable más importante correspondió a los protozoos, mientras que en el segundo componente (24.3% de varianza) dominaron los protozoos no ciliados. Con relación a los muestreos, los más significativos fueron: el de septiembre respecto al primer componente y el de noviembre respecto al segundo componente (Tabla 3). En la figura 15 se observa que la relación más importante fue la existente entre los protozoos y los protozoos no ciliados ($r: 0.904; p < 0.05$).

En el río Navacerrada, el análisis de los componentes principales respecto a la abundancia de individuos, indicó que, al igual que en el embalse de Navacerrada, dominaron los protozoos en el primer componente (76.2 % de varianza) y los protozoos no ciliados en el segundo componente (23.7% de varianza). En cuanto a los muestreos, el de agosto fue el más significativo respecto al primer componente, y el de julio respecto al segundo (Tabla 4, Fig. 16). Se observó que la correlación existente entre los protozoos y los protozoos no ciliados era menor que en el embalse ($r: 0.776; p < 0.01$).

En relación con el número de especies de protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados, el análisis de los componentes principales en el embalse de Navacerrada, indicó que, respecto al primer componente (81.6% de varianza) los más

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Protozoos	0.661946	0.084191	0.744808
Ciliados	0.477219	-0.813592	-0.33216
No ciliados	0.578005	0.575309	-0.578732

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.439386	-0.090944
Febrero	-0.631488	-0.382851
Marzo	1.30745	-0.694309
Abril	-1.02108	0.105544
Mayo	-0.029554	-1.06034
Junio	-1.44114	0.576065
Julio	-1.27888	-0.120352
Agosto	-1.37026	0.662448
Septiembre	3.62474	-0.44032
Octubre	0.145462	0.267039
Noviembre	1.62457	2.0905
Diciembre	-0.490444	-0.912483

Tabla 3

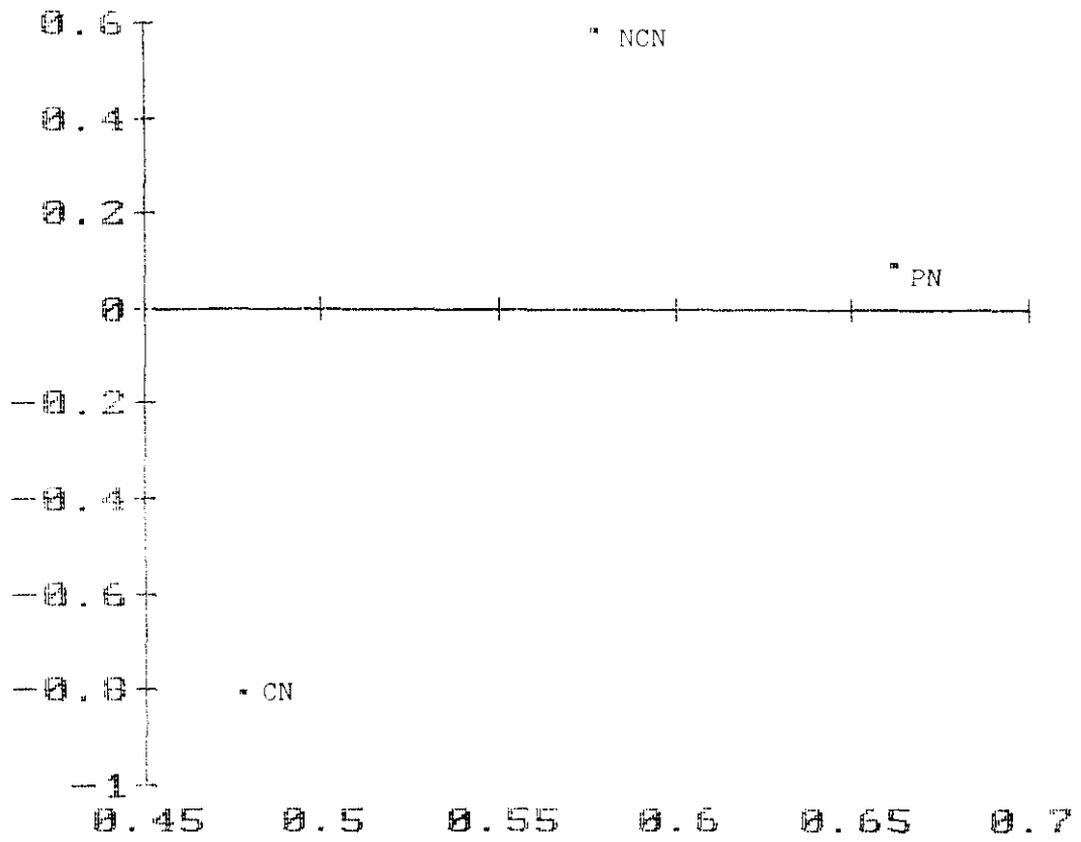


Fig. 15. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales, teniendo en cuenta la densidad de los protozoos (PN), protozoos ciliados (CN) y protozoos no ciliados (NCN).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Protozoos	0.802828	0.148776	-0.57735
Ciliados	0.530258	-0.620881	0.57735
No ciliados	0.27257	0.769657	0.57735

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.360894	-0.453577
Febrero	1.59367	0.935275
Marzo	-0.880566	-0.129991
Abril	-1.05323	-0.450658
Mayo	1.84622	0.37589
Junio	-1.61617	-0.493837
Julio	1.23946	1.89854
Agosto	2.27444	-2.18431
Septiembre	-0.604588	0.757308
Octubre	-1.44883	-0.566545
Noviembre	-0.891291	0.39626
Diciembre	-0.820014	-0.0843573

Tabla 4

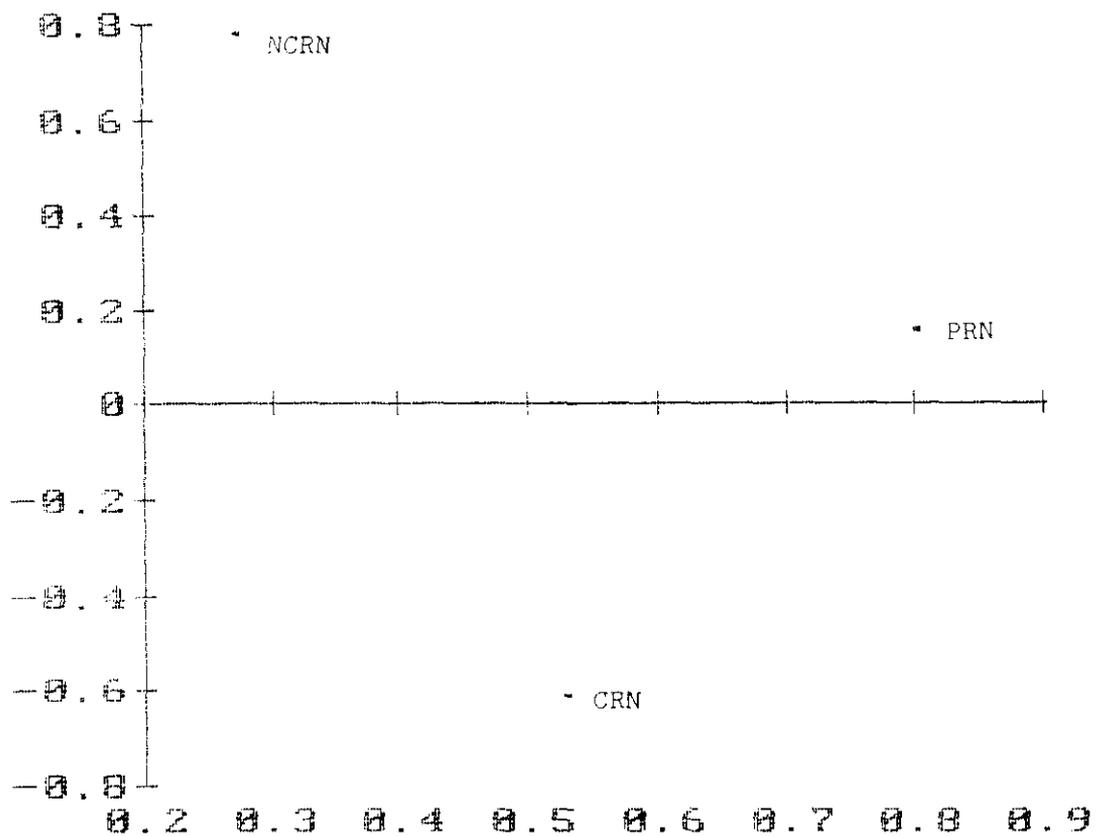


Fig. 16. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales, teniendo en cuenta la densidad de los protozoos (PRN), protozoos ciliados (CRN) y protozoos no ciliados (NCRN).

importantes fueron los protozoos y respecto al segundo componente (18.3% de varianza) las especies de protozoos no ciliados. En relación con los muestreos los más significativos eran: el de septiembre respecto al primer componente y el de noviembre respecto al segundo componente (Tabla 5). Como se puede apreciar (Fig. 17), en el embalse de Navacerrada, los protozoos ciliados y los protozoos no ciliados estaban correlacionados con los protozoos (especies de protozoos ciliados-especies de protozoos, $r: 0.883$, $p < 0.05$; especies de protozoos no ciliados-especies de protozoos, $r: 0.816$, $p < 0.05$). El análisis de los componentes principales, en el río Navacerrada, indicó que, respecto al primer componente (86.0% de la varianza) las especies de protozoos eran las más importantes, seguidas de las de los protozoos no ciliados, en el segundo componente (13.9% de varianza). En cuanto a los muestreos, el más significativo fue el de febrero, respecto al primer y segundo componentes (Tabla 6). En la figura 18 se muestra la representación de los dos primeros componentes principales; el análisis de regresión respecto a especies de protozoos-especies de protozoos ciliados, en el río Navacerrada mostró un $r: 0.890$, $p < 0.01$.

2.2 *Biomasa.*

Se calcularon también, los valores de biomasa respecto al número de protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados en las dos estaciones, así como,

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies protozoos	0.70935	2.89211E-3	0.70485
Especies ciliados	0.552147	-0.62386	-0.553112
Especies no ciliados	0.438129	0.781531	-0.444132

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.439386	-0.0909442
Febrero	-0.631488	-0.382851
Marzo	1.30745	-0.694309
Abril	-1.02108	0.105544
Mayo	-0.029554	-1.06034
Junio	-1.44114	0.576065
Julio	-1.27888	-0.120352
Agosto	-1.37026	0.662448
Septiembre	3.62474	-0.44032
Octubre	0.145462	0.267039
Noviembre	1.62457	2.0905
Diciembre	-0.490444	-0.912483

Tabla 5

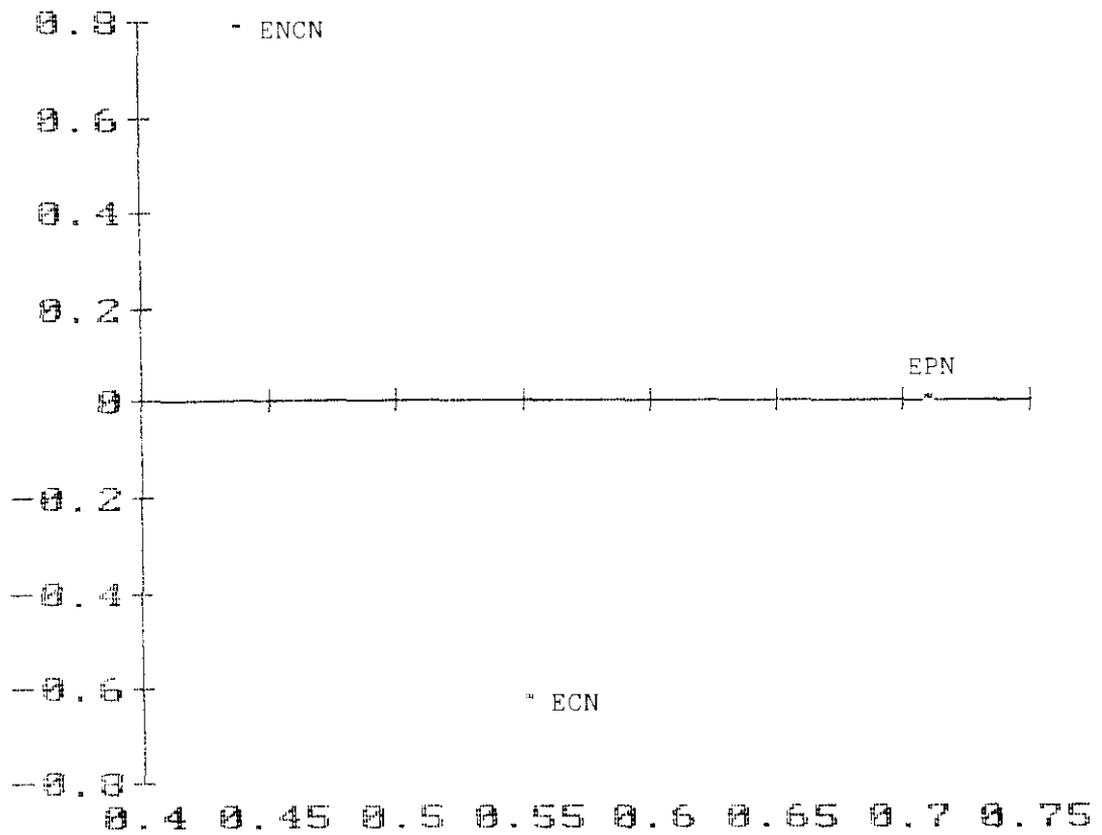


Fig. 17. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales, teniendo en cuenta el número de especies de: protozoos (EPN), protozoos ciliados (ECN) y protozoos no ciliados (ENCN).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies protozoos	0.768795	0.274992	-0.57735
Especies ciliados	0.622548	-0.5283	0.57735
Especies no ciliados	0.146248	0.803292	0.57735

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	1.39265	-0.754295
Febrero	2.62666	1.54789
Marzo	0.540211	-0.556643
Abril	-0.738441	-0.260165
Mayo	0.613289	1.36765
Junio	-1.47316	-0.736885
Julio	-0.54765	0.989753
Agosto	1.93658	-1.52749
Septiembre	-0.856154	0.414207
Octubre	-1.89938	-0.638059
Noviembre	-0.856154	0.414207
Diciembre	-0.738441	-0.260165

Tabla 6

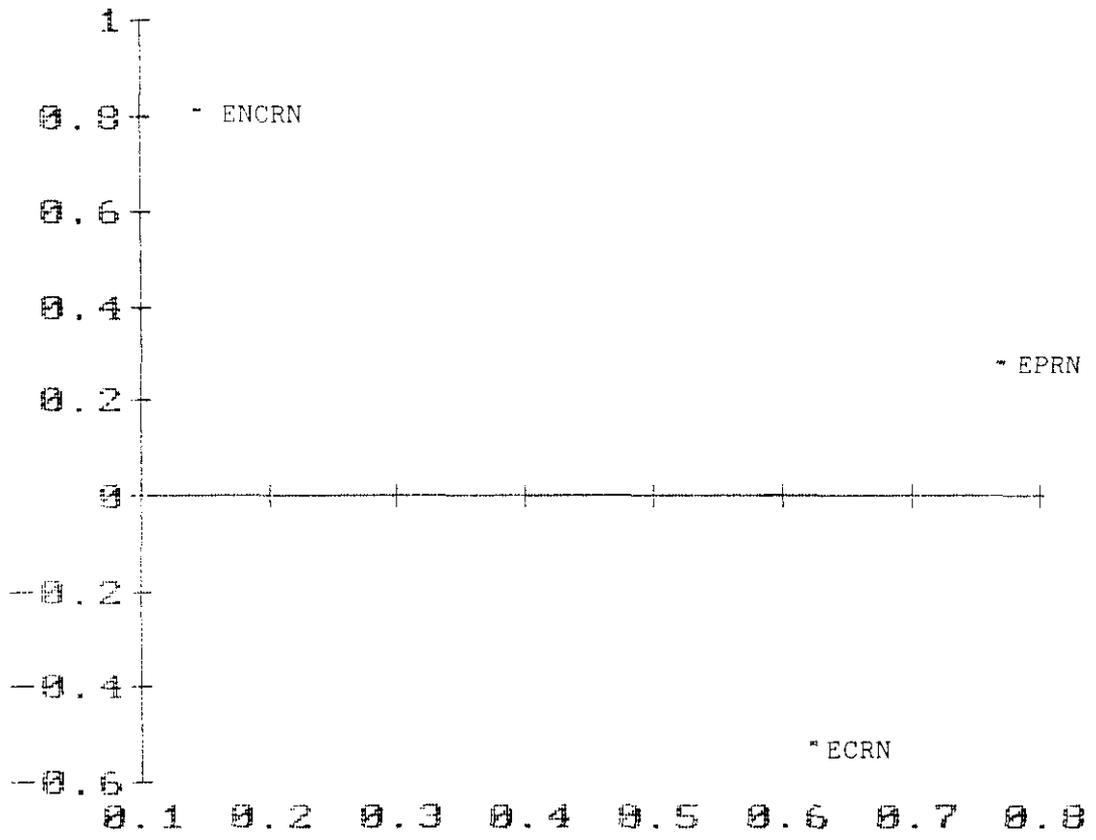


Fig. 18. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales, teniendo en cuenta el número de especies de: protozoos (EPRN), protozoos ciliados (ECRN) y protozoos no ciliados (ENCRN).

los porcentajes respectivos correspondientes al total de los muestreos (Apéndice I, Tablas IV y XII); en la figura 19 se muestra la biomasa de protozoos en el embalse de Navacerrada y en el río Navacerrada; en el río, se observaron las cifras mayor y menor del sistema embalse-río (83280.4 mg.m⁻³, 95.0% en el mes de marzo, y 2.2 mg.m⁻³, 0.002% en el mes de octubre). En el embalse de Navacerrada, los valores oscilaron entre 33915.6 mg.m⁻³ (33.2%) y 61.7 mg.m⁻³ (0.06%) en los muestreos de noviembre y agosto, respectivamente. La biomasa de protozoos fue más elevada en todos los muestreos en el embalse de Navacerrada, salvo en los de enero, marzo y agosto que fue superada por la del río Navacerrada.

Respecto a la biomasa de protozoos ciliados (Fig. 20), los valores más elevados se encontraron, en el embalse de Navacerrada en el mes de julio, (4853.8 mg.m⁻³, 24.5%), y en el río Navacerrada en enero (2670.2 mg.m⁻³, 51.4%), mientras que, los mínimos (32.4 mg.m⁻³, 0.16% embalse; 2.2 mg.m⁻³, 0.04% río) se presentaron en los muestreos correspondientes a los meses de noviembre y octubre, respectivamente. Los valores del río fueron superiores a los del embalse en los muestreos de enero, marzo, junio y agosto.

En la figura 21 se observan los datos de los protozoos no ciliados, encontrados en ambas estaciones. Destaca la biomasa del mes de marzo (82080.0 mg.m⁻³, 99.5%), en el río Navacerrada; en el embalse de Navacerrada el valor máximo se produjo en noviembre (33883.1 mg.m⁻³, 41.4%). El valor mínimo (0.1 mg.m⁻³,

BIOMASA (mg. / m3)

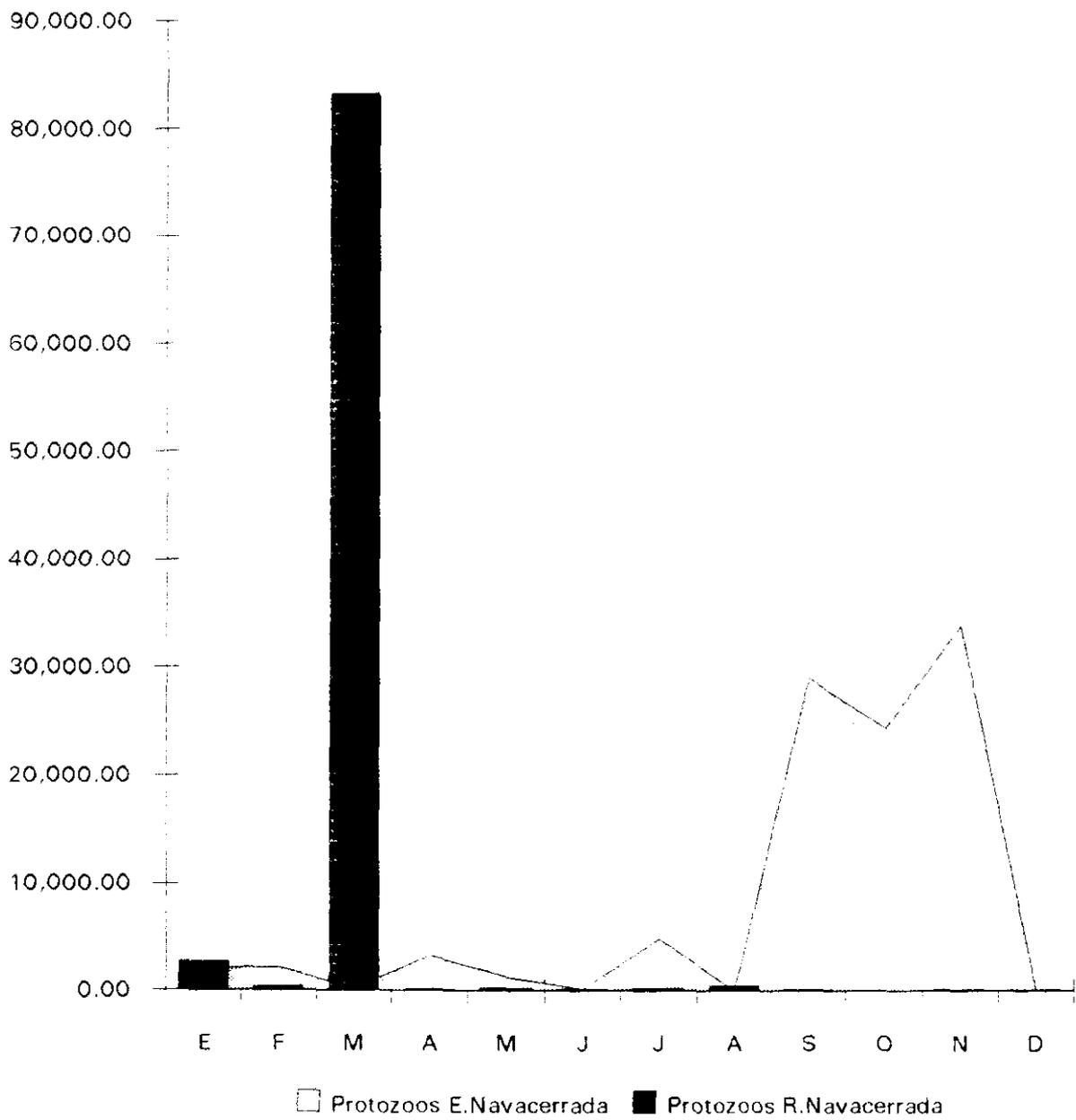


Figura 19

BIOMASA (mg. / m3)

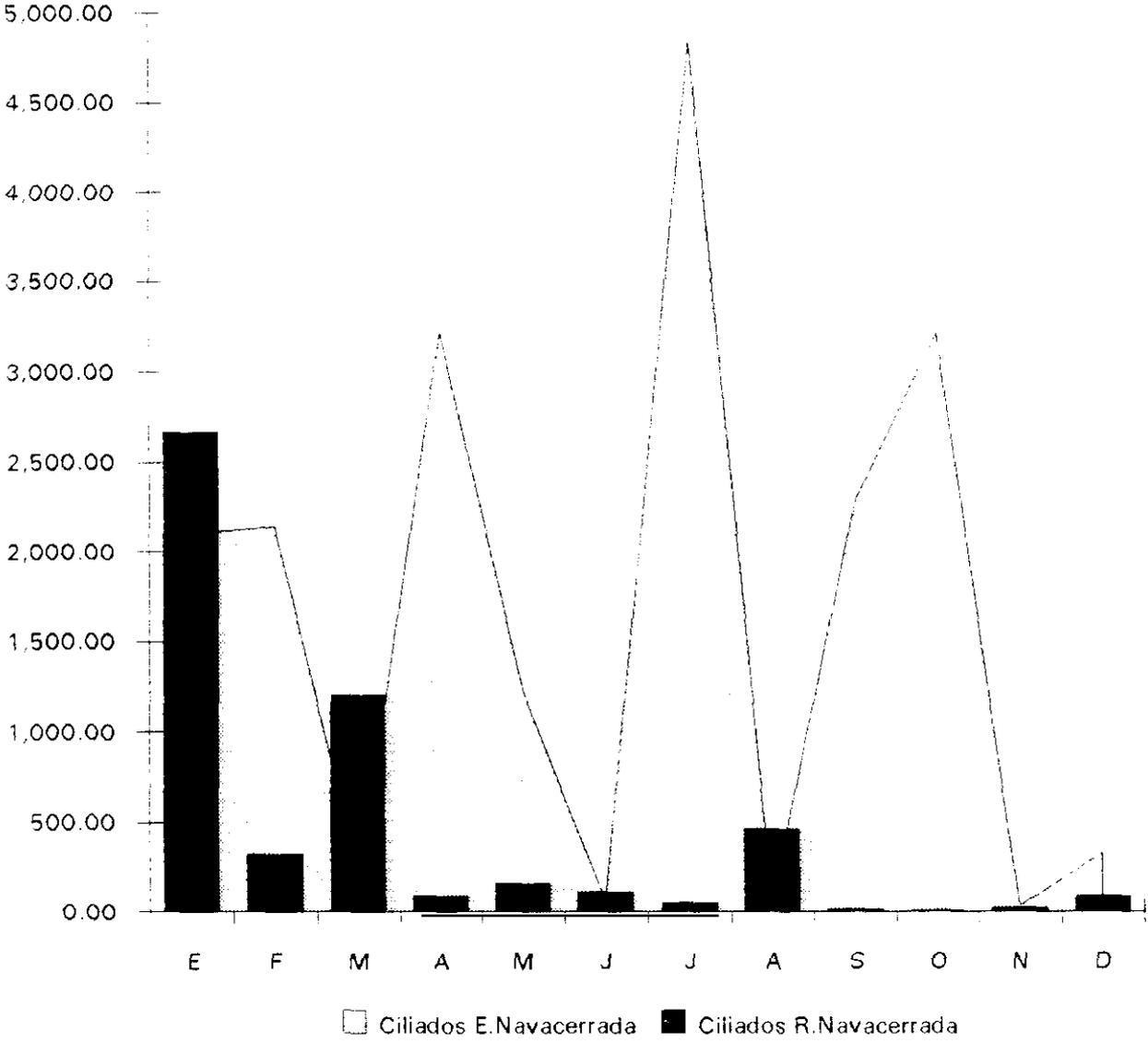


Figura 20

BIOMASA (mg. / m3)

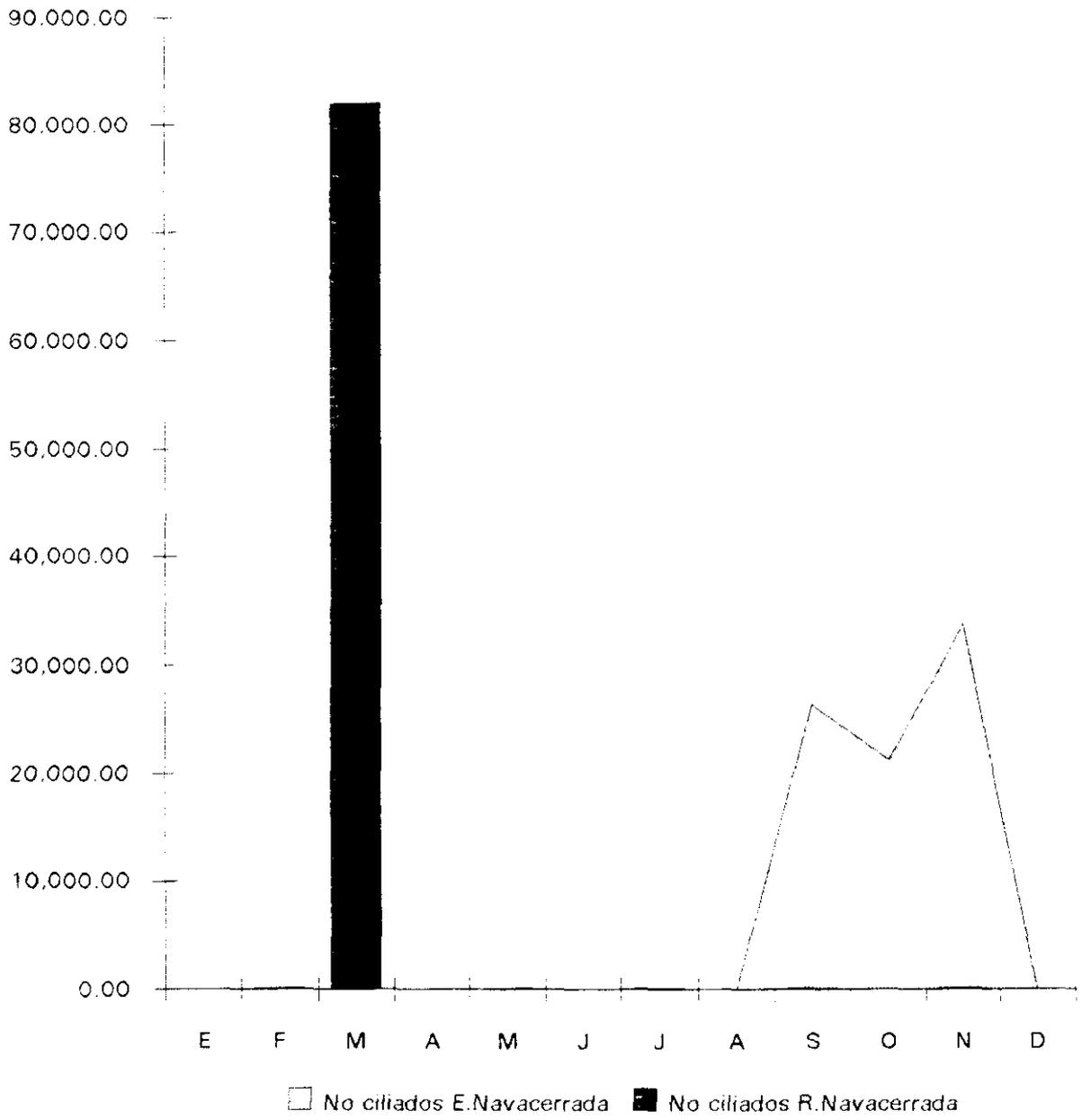


Figura 21

0.0001%) fue el mismo en las dos estaciones (muestreo de mayo en el embalse, muestreo de enero en el río). En los muestreos de los meses de febrero, mayo y julio, las biomásas de los protozoos no ciliados fueron superiores en el río a las del embalse.

El análisis de los componentes principales respecto a la biomasa de: protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados, en el embalse de Navacerrada, indicó que, con relación al primer componente (66.5% de varianza) dominaron los protozoos, y respecto al segundo componente (33.4% de varianza), los protozoos ciliados. Los muestreos más importantes fueron: el de noviembre y el de julio respecto al primer y segundo componentes (Tabla 7). En la figura 22 se observa la representación gráfica de estas tres biomásas; las que corresponden a los protozoos y a los protozoos no ciliados estaban altamente correlacionadas, ($r: 0.991; p < 0.05$).

En el río Navacerrada, el análisis de los componentes principales de los tres tipos de biomasa, reflejó, al igual que en el embalse de Navacerrada, la importancia de los protozoos (primer componente, 72.5% de varianza) y de los protozoos ciliados (segundo componente, 27.4% de varianza). Los muestreos más significativos fueron los de marzo y enero en relación con el primer y segundo componentes, respectivamente (Tabla 8). En la figura 23 se observa la representación de las biomásas en el río Navacerrada; también en esta estación, igual que ocurrió en el embalse, se presentó una correlación, y en este caso más fuerte, entre la biomasa de los protozoos y la biomasa de los protozoos no ciliados ($r: 0.999; p < 0.05$).

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa protozoos	0.707713	0.019134	0.70624
Biomasa ciliados	0.062150	0.994072	-0.089112
Biomasa no ciliados	0.703761	-0.10703	-0.702329

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.719462	0.337107
Febrero	-0.716073	0.359709
Marzo	-0.896469	-0.857974
Abril	-0.605333	1.03777
Mayo	-0.801929	-0.208585
Junio	-0.907371	-0.944838
Julio	-0.450633	2.06161
Agosto	-0.913413	-0.948117
Septiembre	2.27017	0.263605
Octubre	1.76094	0.882757
Noviembre	2.86535	-1.2028
Diciembre	-0.885778	-0.780244

Tabla 7

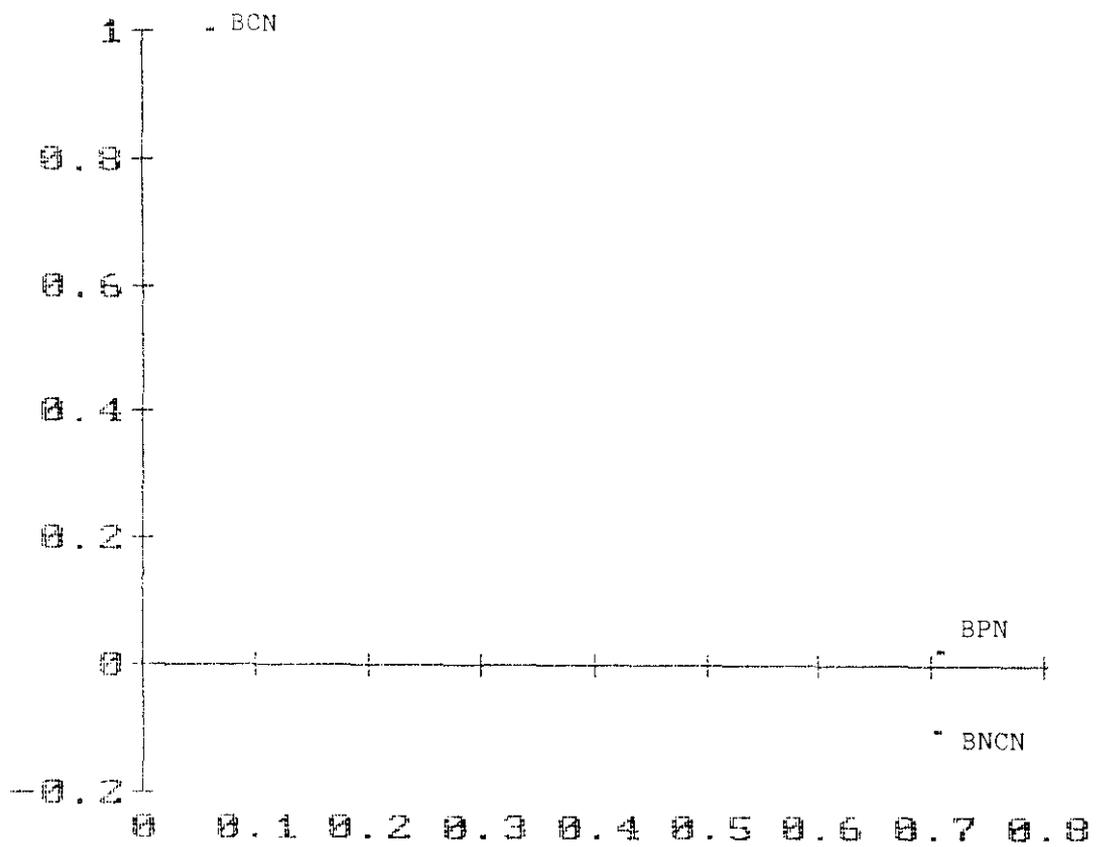


Fig. 22. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de: protozoos (BPN), protozoos ciliados (BCN) y protozoos no ciliados (BNCN).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa protozoos	0.661416	-0.239769	0.710661
Biomasa ciliados	0.362623	0.931648	-0.023168
Biomasa no ciliados	0.656531	-0.273026	-0.703153

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.721418	2.79698
Febrero	-0.433522	0.015297
Marzo	4.54085	-0.71133
Abril	-0.548677	-0.257227
Mayo	-0.51201	-0.174464
Junio	-0.540183	-0.236711
Julio	-0.561362	-0.307525
Agosto	-0.365824	0.182562
Septiembre	-0.583958	-0.349813
Octubre	-0.592041	-0.361411
Noviembre	-0.575819	-0.338773
Diciembre	-0.548871	-0.257591

Tabla 8

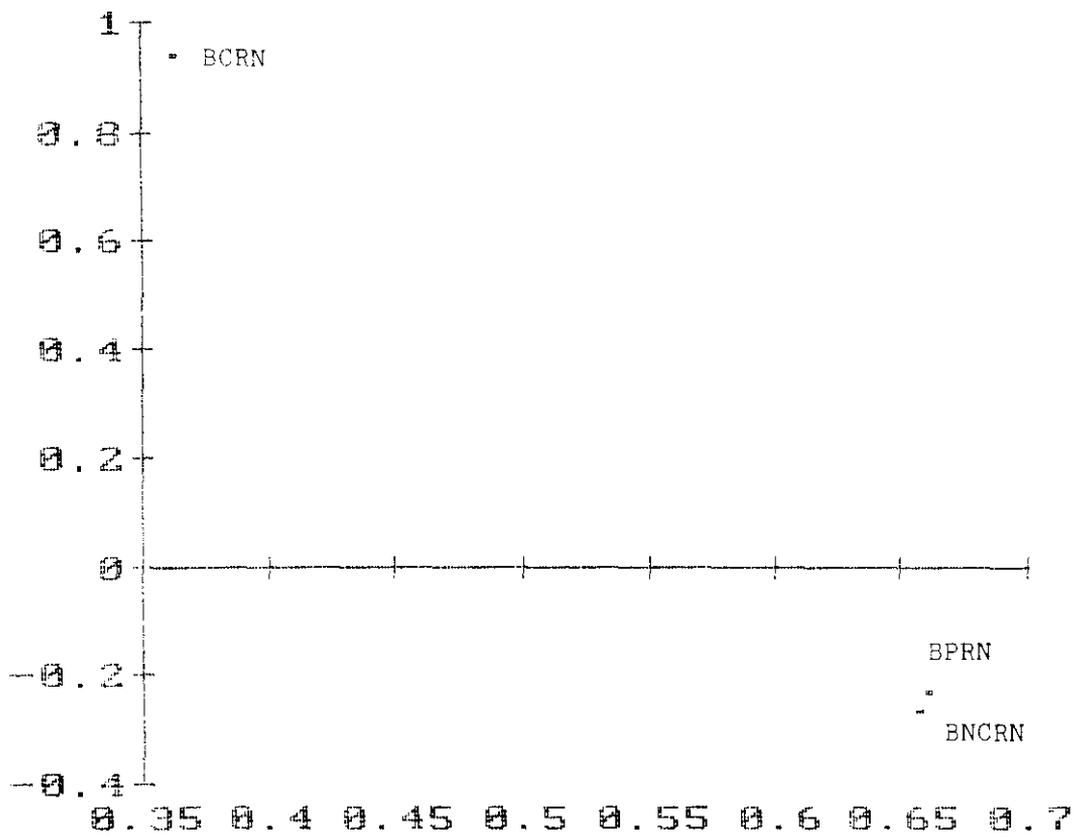


Fig. 23. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de: protozoos (BPRN), protozoos ciliados (BCRN) y protozoos no ciliados (BNCRN).

2.3 Densidad y Biomasa de determinadas especies.

Se han tenido en cuenta las especies de protozoos que tuvieron una mayor incidencia en las dos estaciones, así, entre los protozoos ciliados, *Paramecium caudatum* es la especie que posee los máximos de abundancia y biomasa en las dos estaciones; en el embalse de Navacerrada se presentó en seis muestreos (febrero, abril, mayo, agosto, septiembre y diciembre) y en el río Navacerrada en cuatro muestreos (abril, mayo, noviembre y diciembre); los mayores valores se observaron en el embalse, en el muestreo de mayo (92 ind.ml⁻¹, 152.3 mg.m⁻³, 29.2%) y en el río en abril (45 ind.ml⁻¹, 74.5 mg.m⁻³, 42.8%) (Figs. 24 y 25). *Halteria cirrifera* se encontró en el embalse de Navacerrada en los muestreos de febrero, marzo, abril, julio y noviembre, mientras que en el río Navacerrada no se presentó en ningún muestreo; en el embalse alcanzó las cifras máximas en el muestreo de febrero (32 ind.ml⁻¹, 4.8 mg.m⁻³, 29.6%) (Figs. 26 y 27). *Epispathidium terricola*, apareció en el embalse de Navacerrada en tres muestreos (enero, marzo y noviembre), alcanzando los valores más elevados en noviembre (12 ind.ml⁻¹, 9.7 mg.m⁻³, 41.3%), mientras que, en el río Navacerrada sólo se observó en el mes de enero (10 ind.ml⁻¹, 8.1 mg.m⁻³, 100%) (Figs. 28 y 29).

Entre los protozoos no ciliados, el flagelado *Cryptomonas ovata* se presentó en el embalse de Navacerrada en los muestreos de abril, junio y julio (máximo

Paramecium caudatum

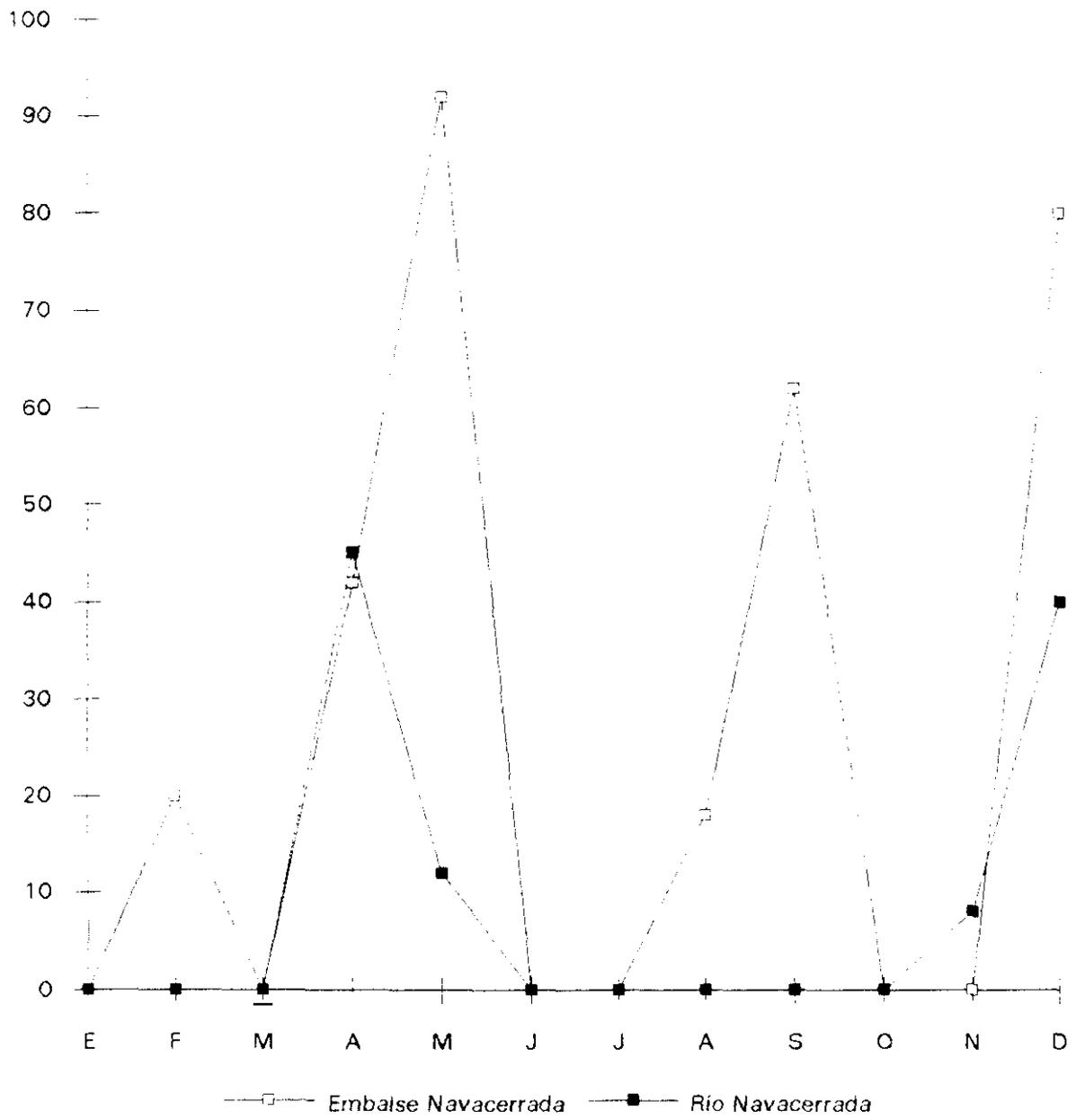


Figura 24

BIOMASA (mg. / m³) *P.caudatum*

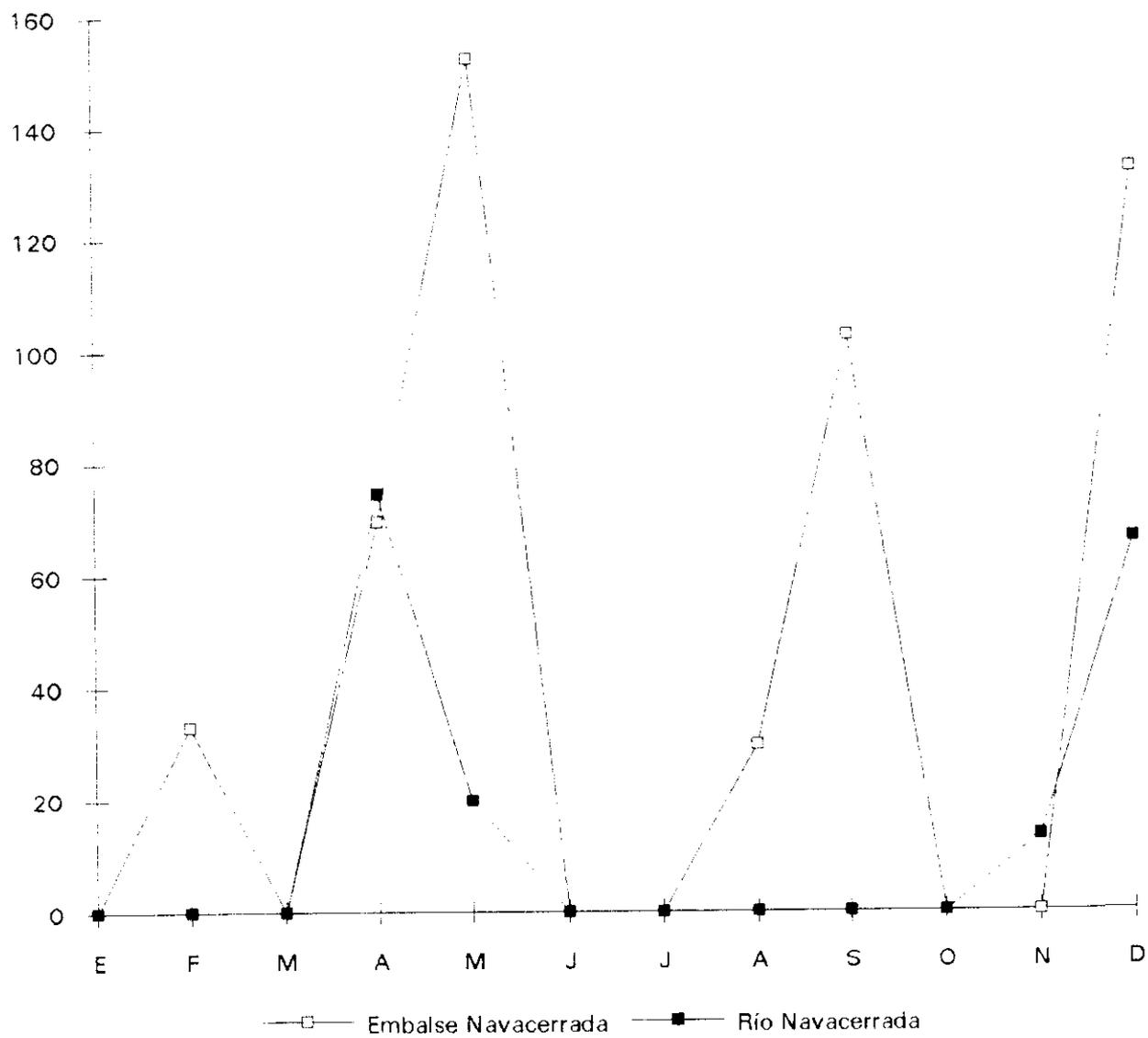


Figura 25

Halteria cirrifera

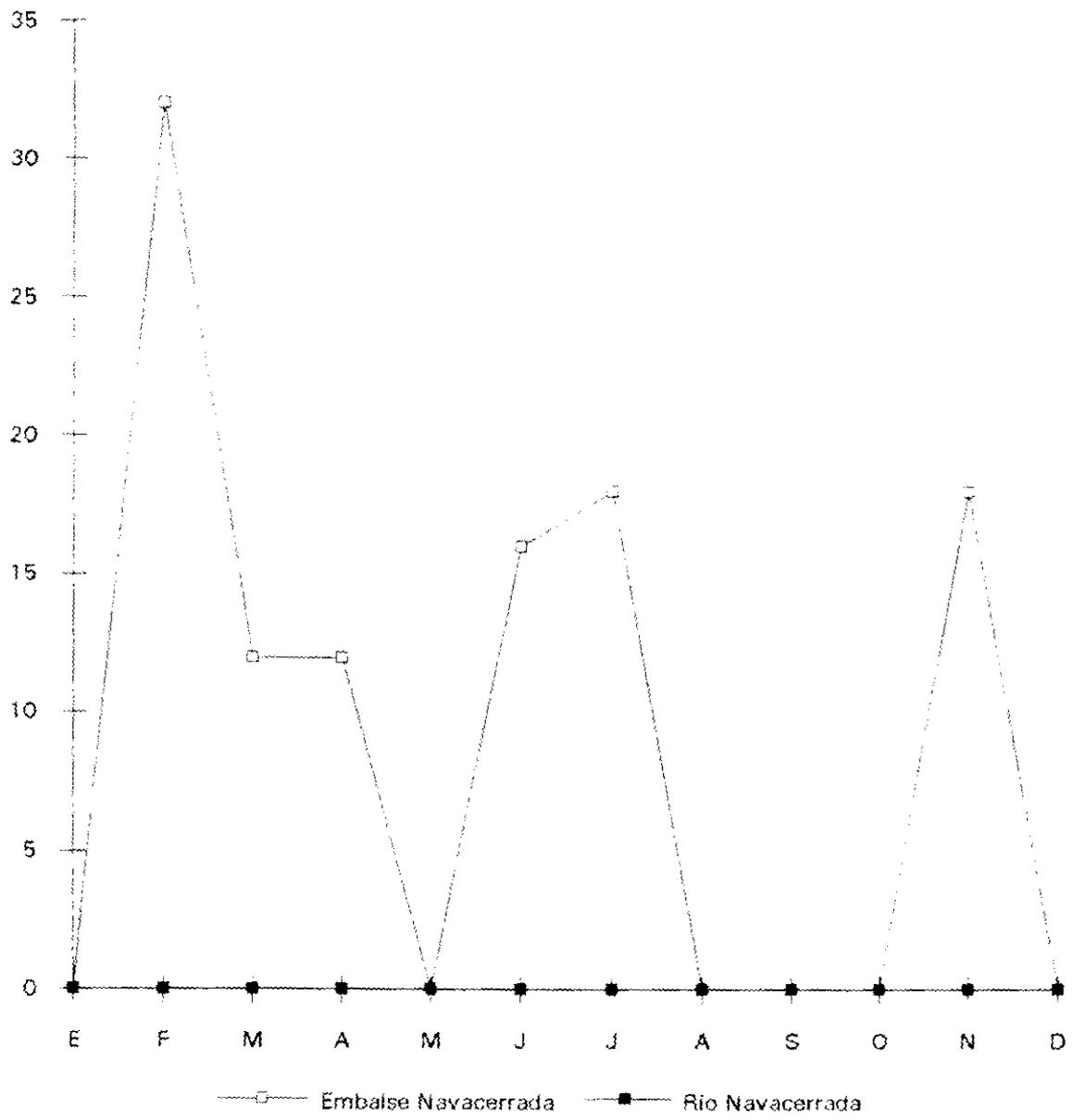


Figura 26

BIOMASA (mg. / m3) *H.cirrifera*

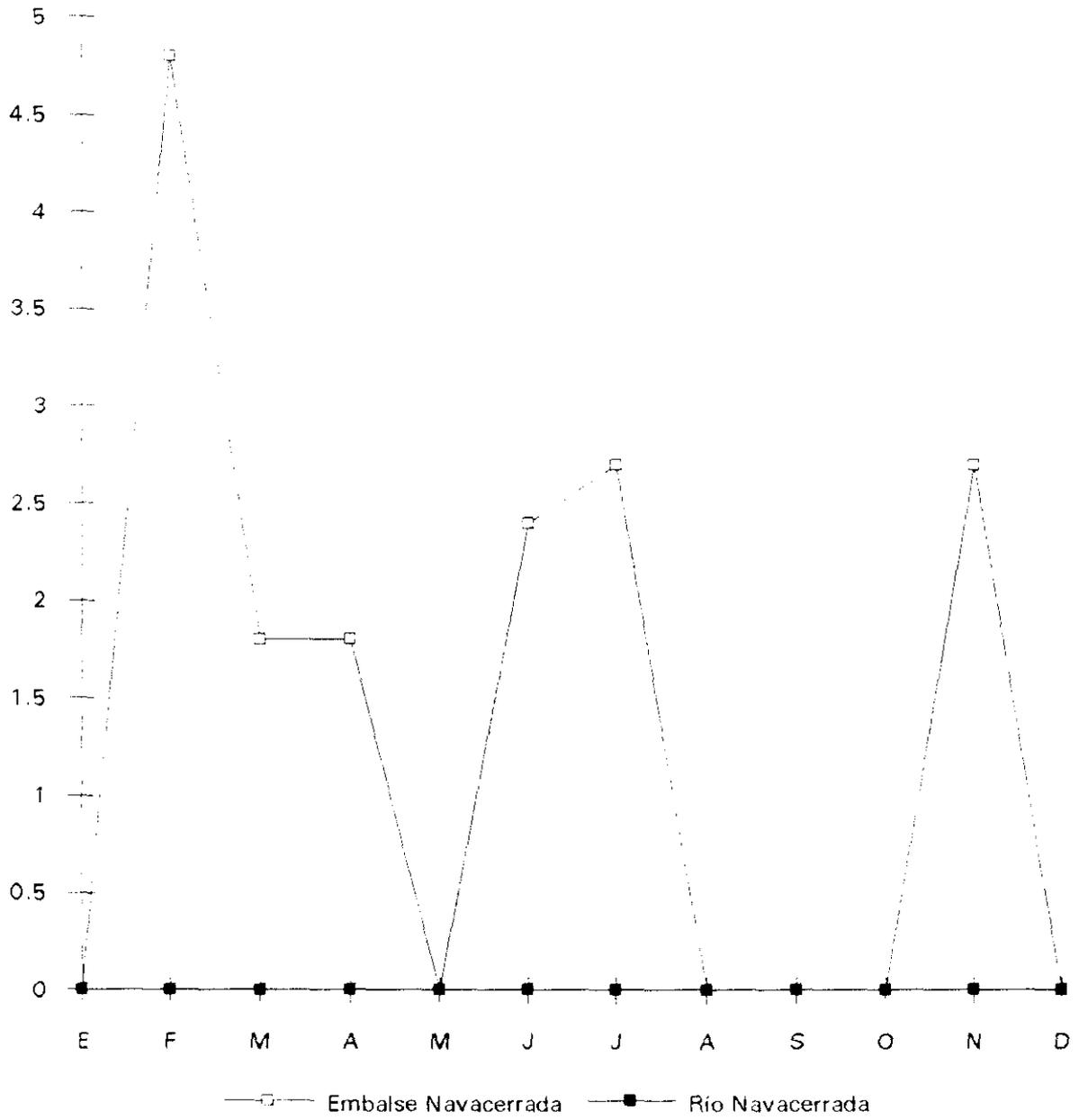


Figura 27

Epispathidium terricola

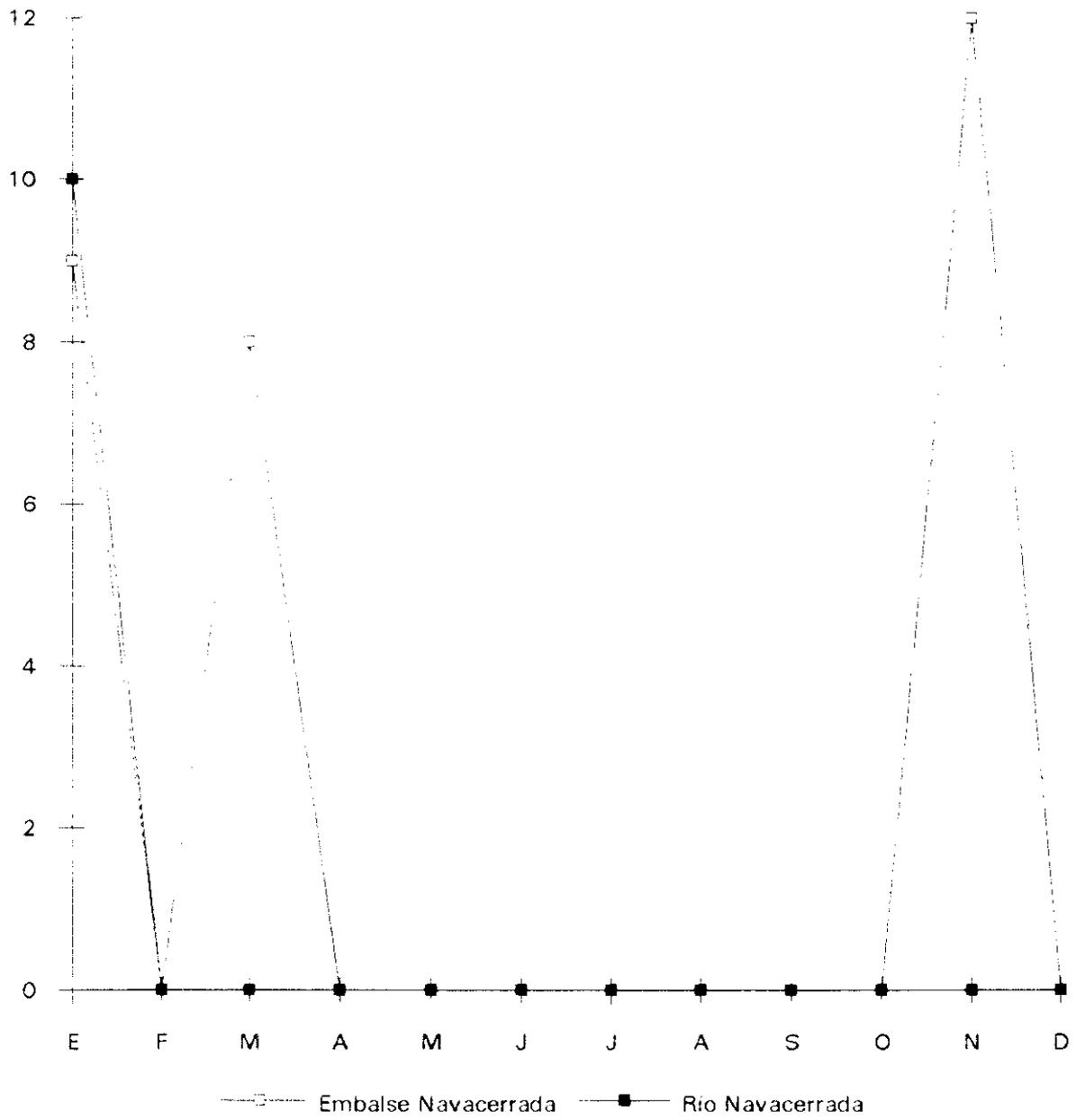


Figura 28

BIOMASA (mg. / m3) E.terricola

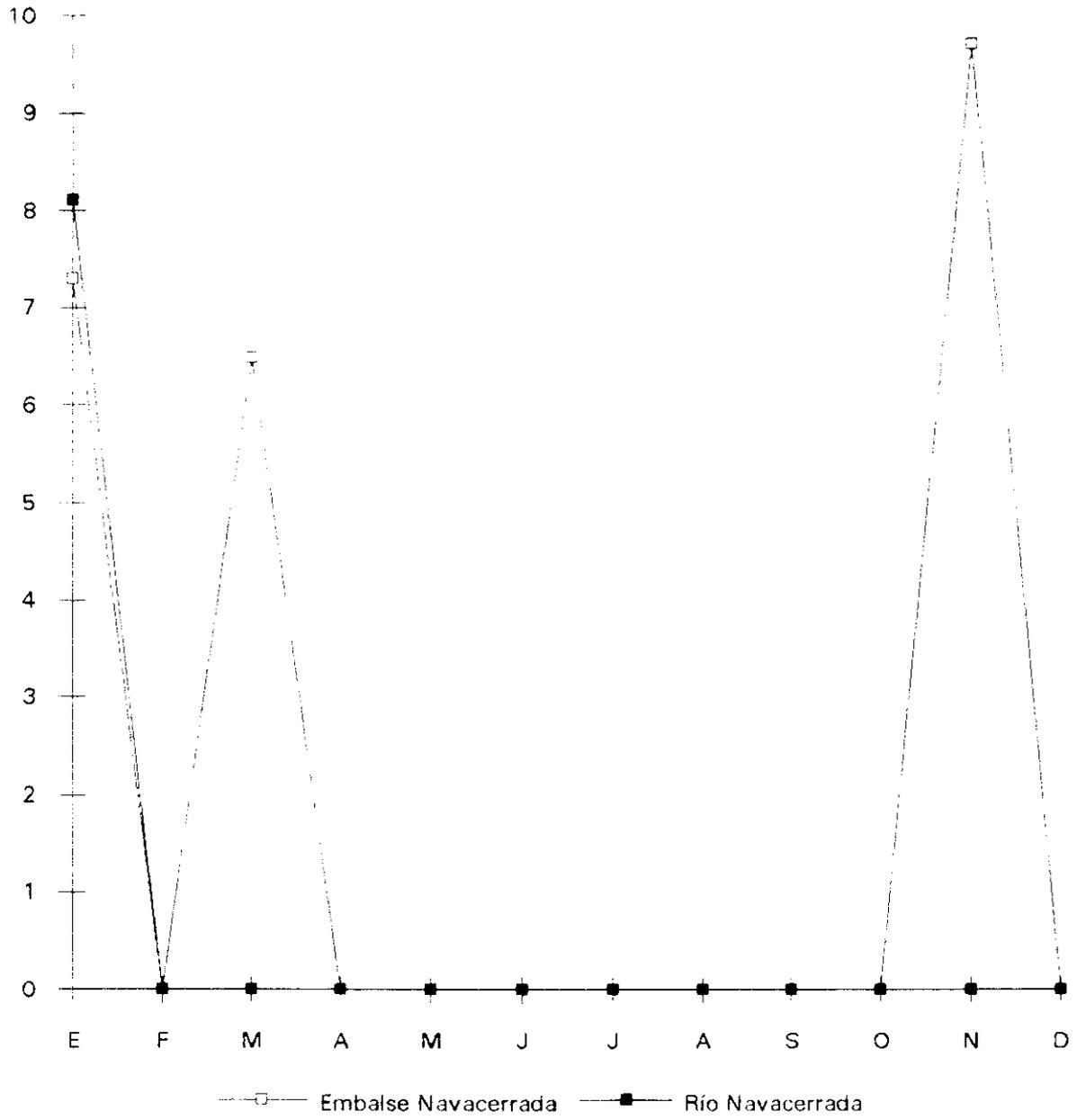


Figura 29

48 ind.ml⁻¹, 0.17 mg.m⁻³, 44.7%) y en el río Navacerrada en abril y diciembre, alcanzando los máximos en este último muestreo (42 ind.ml⁻¹, 0.15 mg.m⁻³, 75.0%) (Figs. 30 y 31). *Polytoma uvella* tuvo el máximo de abundancia (125 ind.ml⁻¹, 67.5%) entre los protozoos no ciliados, del embalse de Navacerrada (agosto); se presentó además en los muestreos de febrero y marzo y en agosto mostró 1.65 mg.m⁻³ de biomasa. En el río Navacerrada apareció en tres muestreos (febrero, mayo y septiembre), en este último muestreo se encuentran los valores máximos de abundancia y biomasa, de los protozoos no ciliados de esta estación (86 ind.ml⁻¹, 1.1 mg.m⁻³, 54.0%) (Figs. 32 y 33).

En el embalse de Navacerrada destacaron además, entre los protozoos ciliados: *Colpidium colpoda* que se presentó en cinco muestreos (febrero, marzo, abril, septiembre y diciembre), cuyos valores máximos de abundancia y biomasa se observaron en el muestreo de marzo (62 ind.ml⁻¹, 23.9 mg.m⁻³, 49.2%) (Fig. 34); *Aspidisca cicada* que se encontró en los muestreos de enero, marzo, abril, julio y septiembre, alcanzando en este último los máximos (28 ind.ml⁻¹, 2.2 mg.m⁻³, 43.0%), y *Oxytricha similis* que se presentó en siete muestreos (febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre y octubre) adquiriendo los máximos en este último muestreo (45 ind.ml⁻¹, 16.3 mg.m⁻³, 31.1%) (Figs. 35 y 36). En el río Navacerrada, *Histiculus muscorum* se encontró en los muestreos febrero, marzo, junio, julio y agosto presentando los valores más elevados en el mes de julio (32 ind.ml⁻¹, 45.2 mg.m⁻³,

Cryptomonas ovata

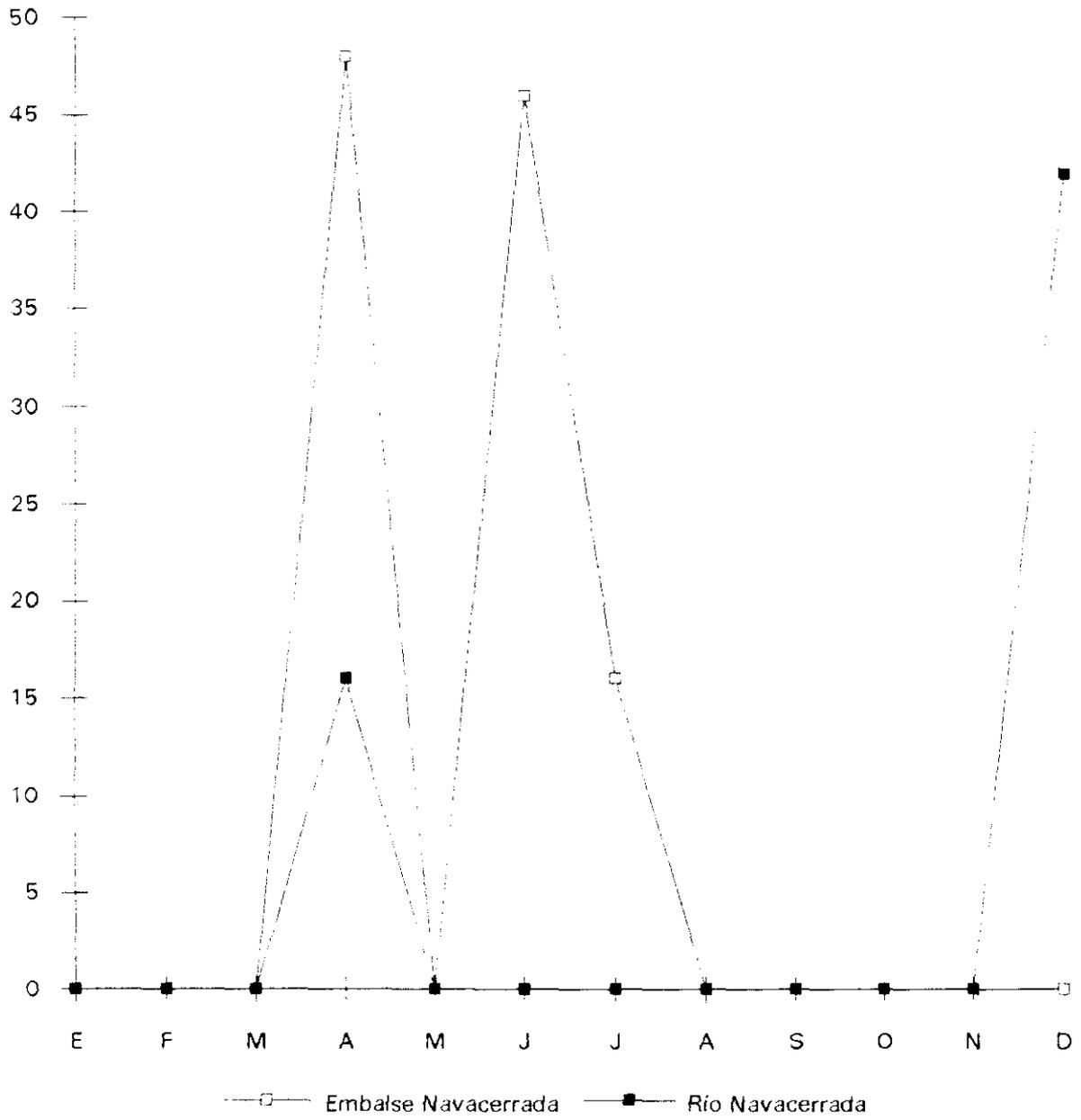


Figura 30

BIOMASA (mg. / m3) *C.ovata*

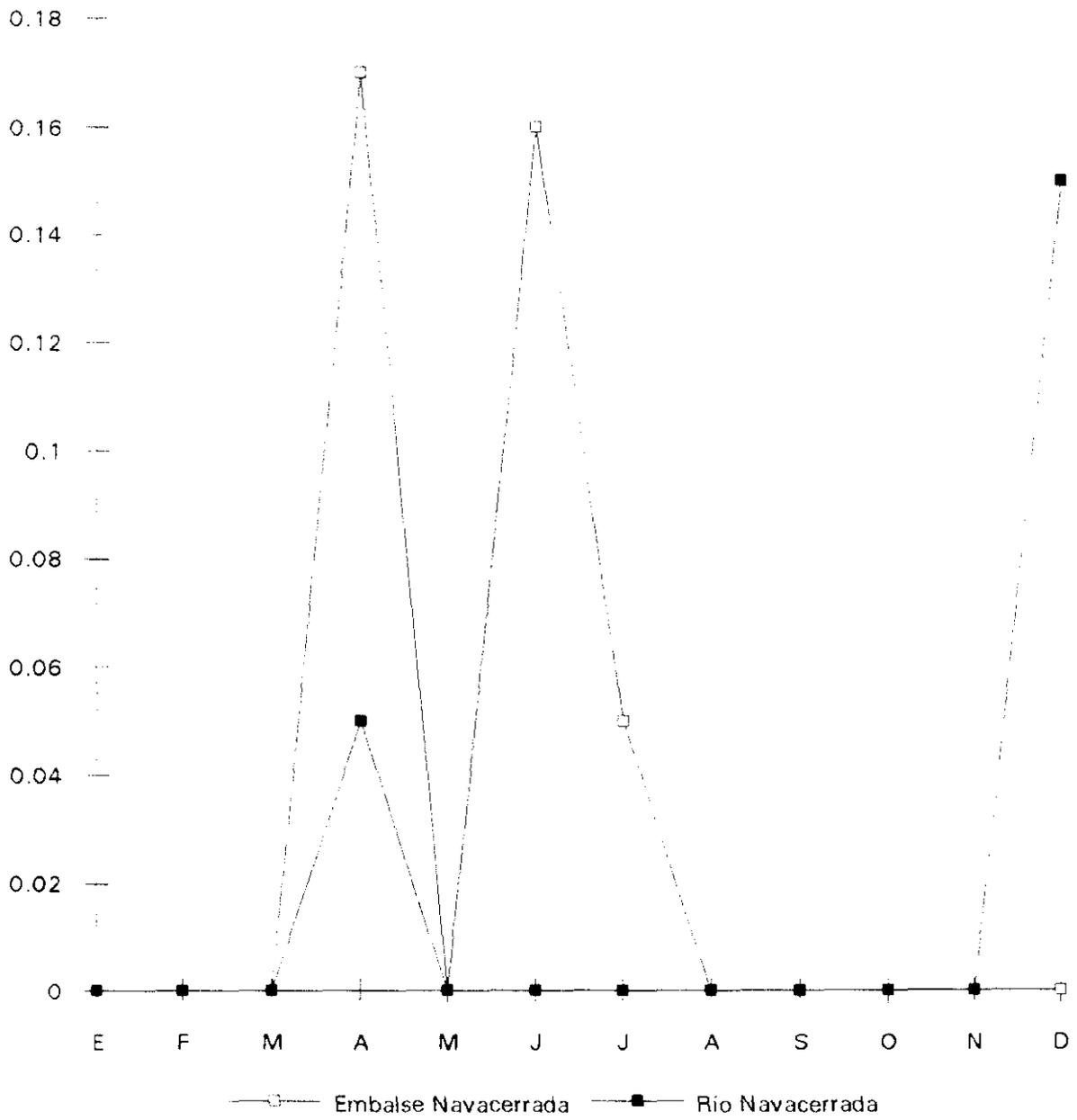


Figura 31

Polytoma uvella

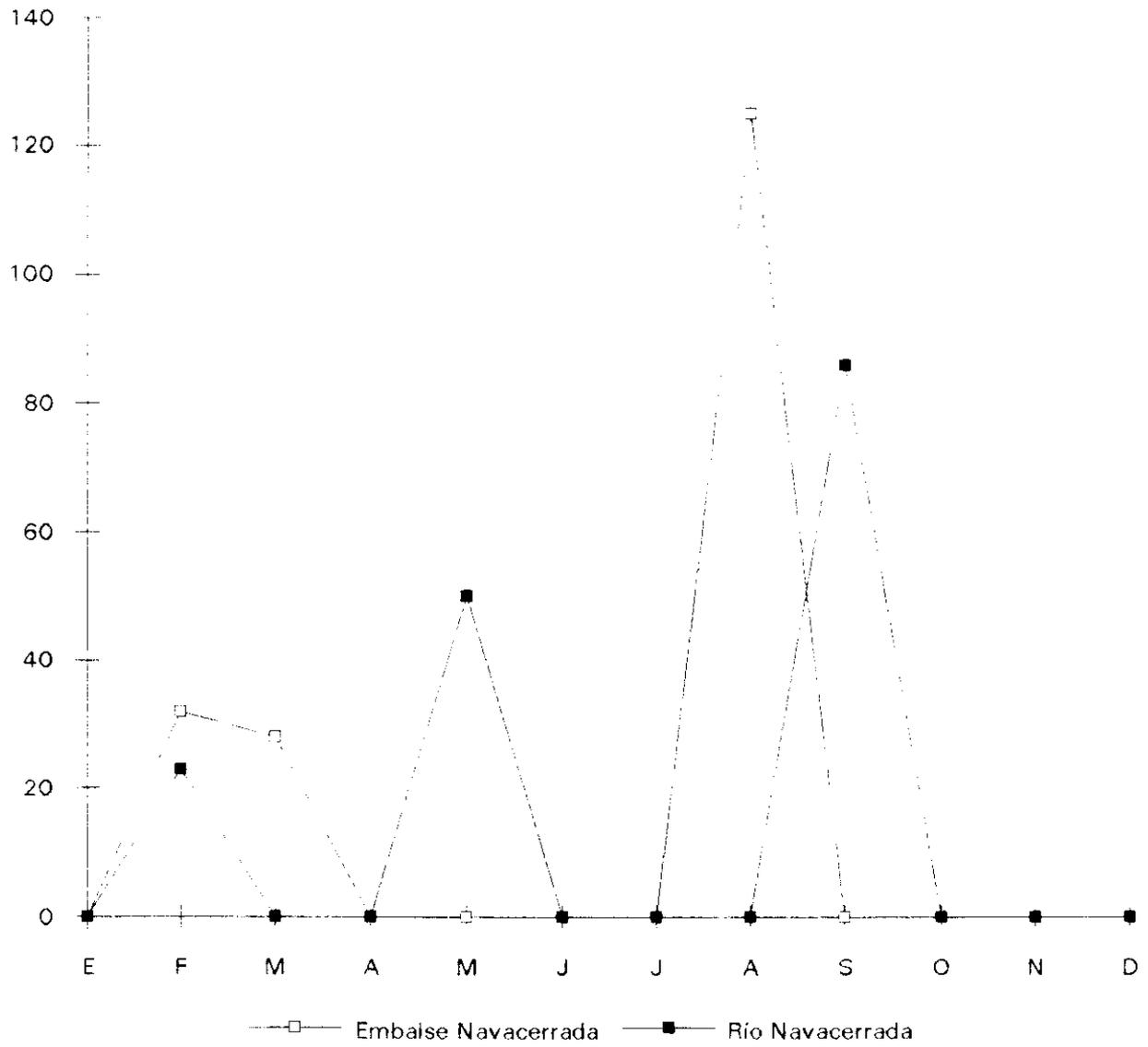


Figura 32

BIOMASA (mg. / m3) P.uvella

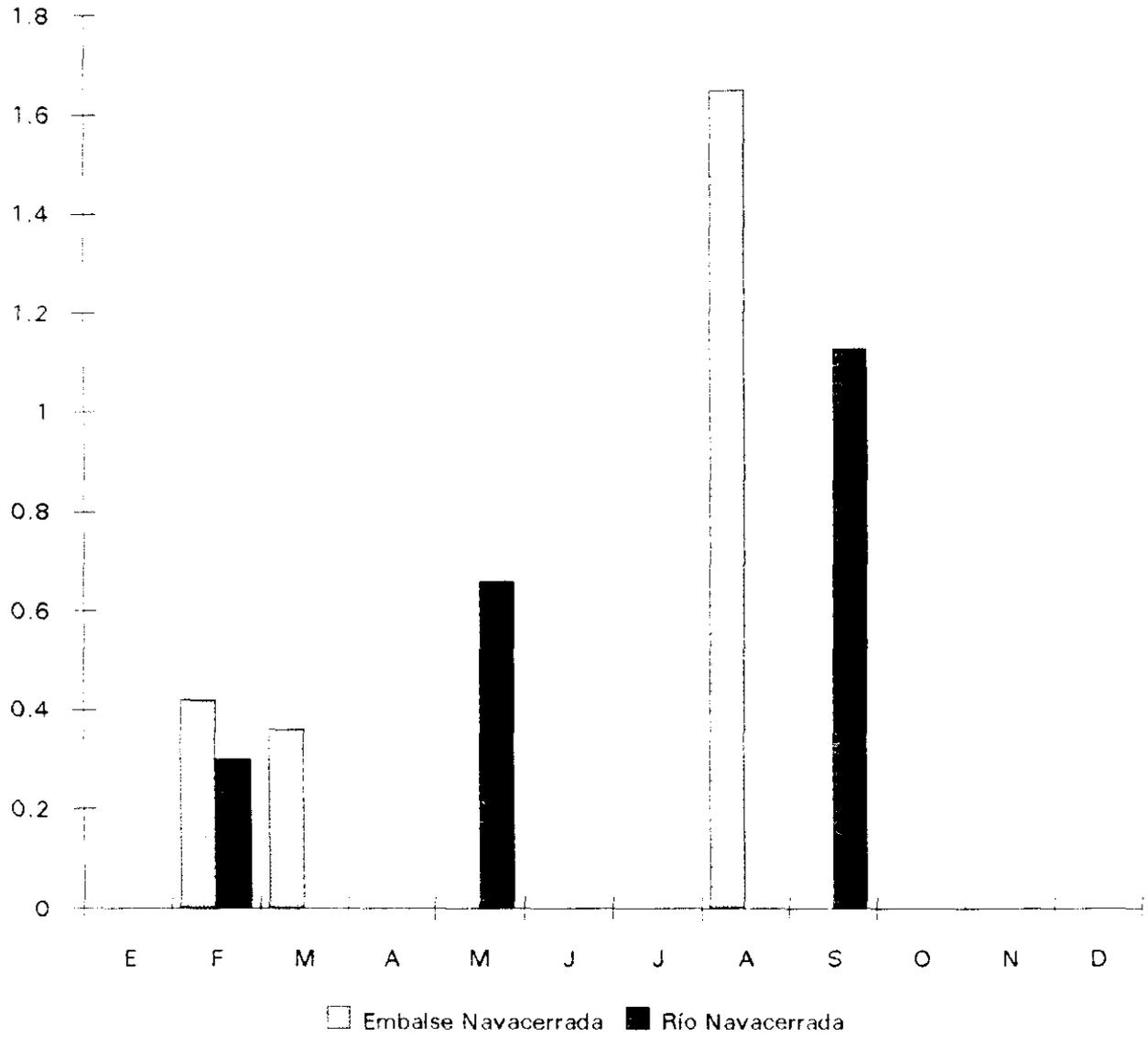


Figura 33

Colpidium colpoda

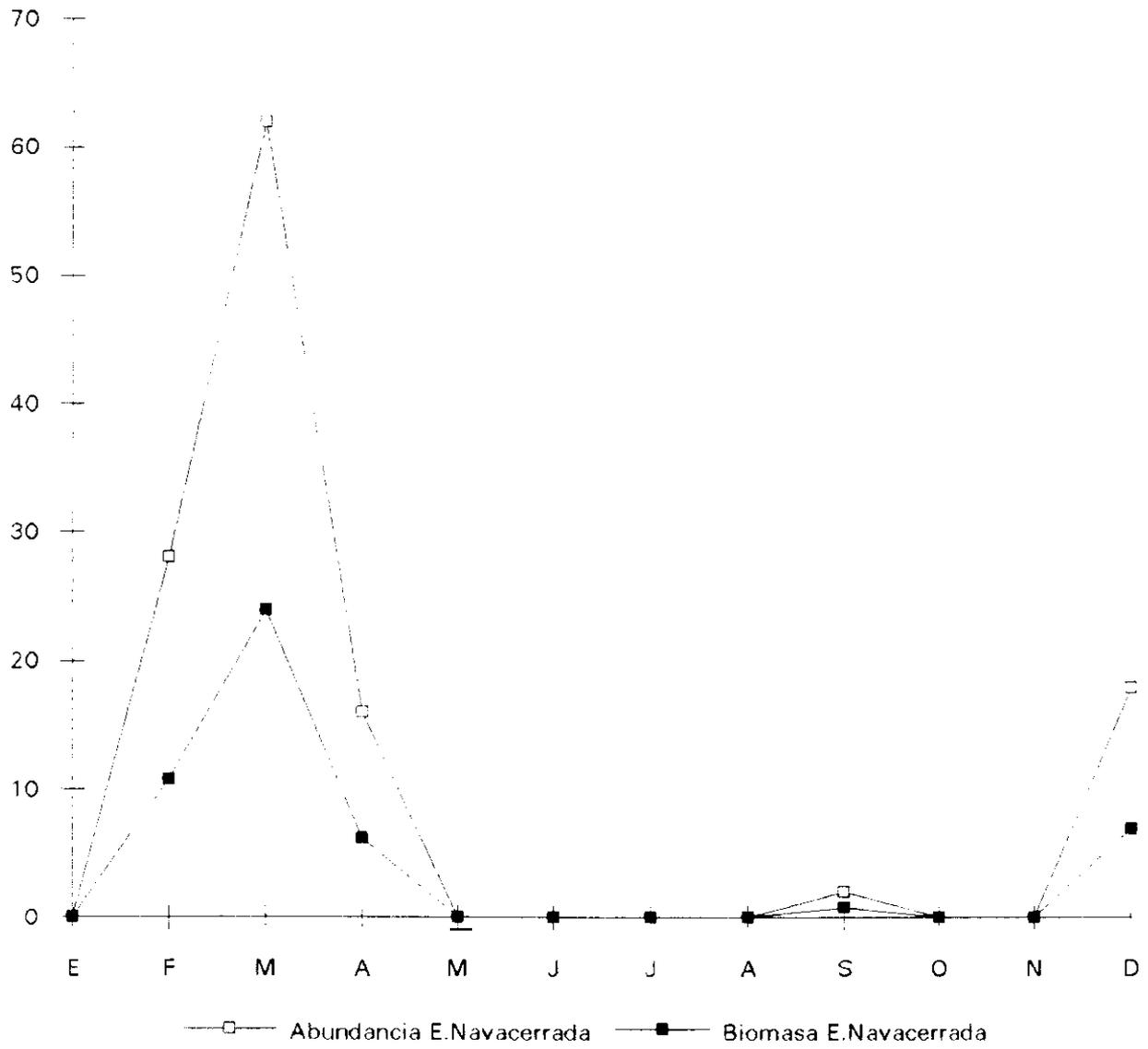


Figura 34

ABUNDANCIA (ind. / ml.) E Navacerrada

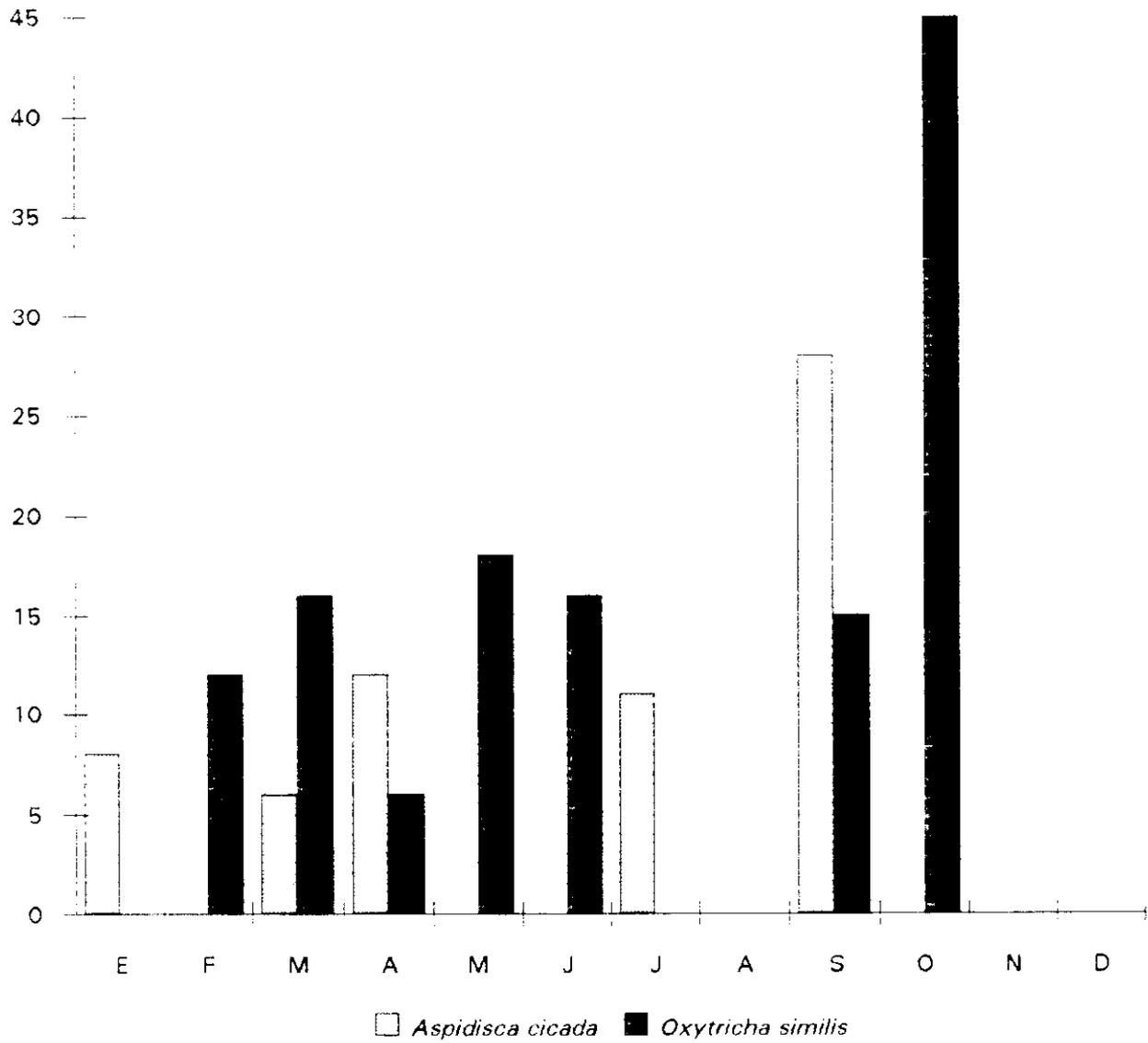


Figura 35

BIOMASA (mg. / m3) E.Navacerrada

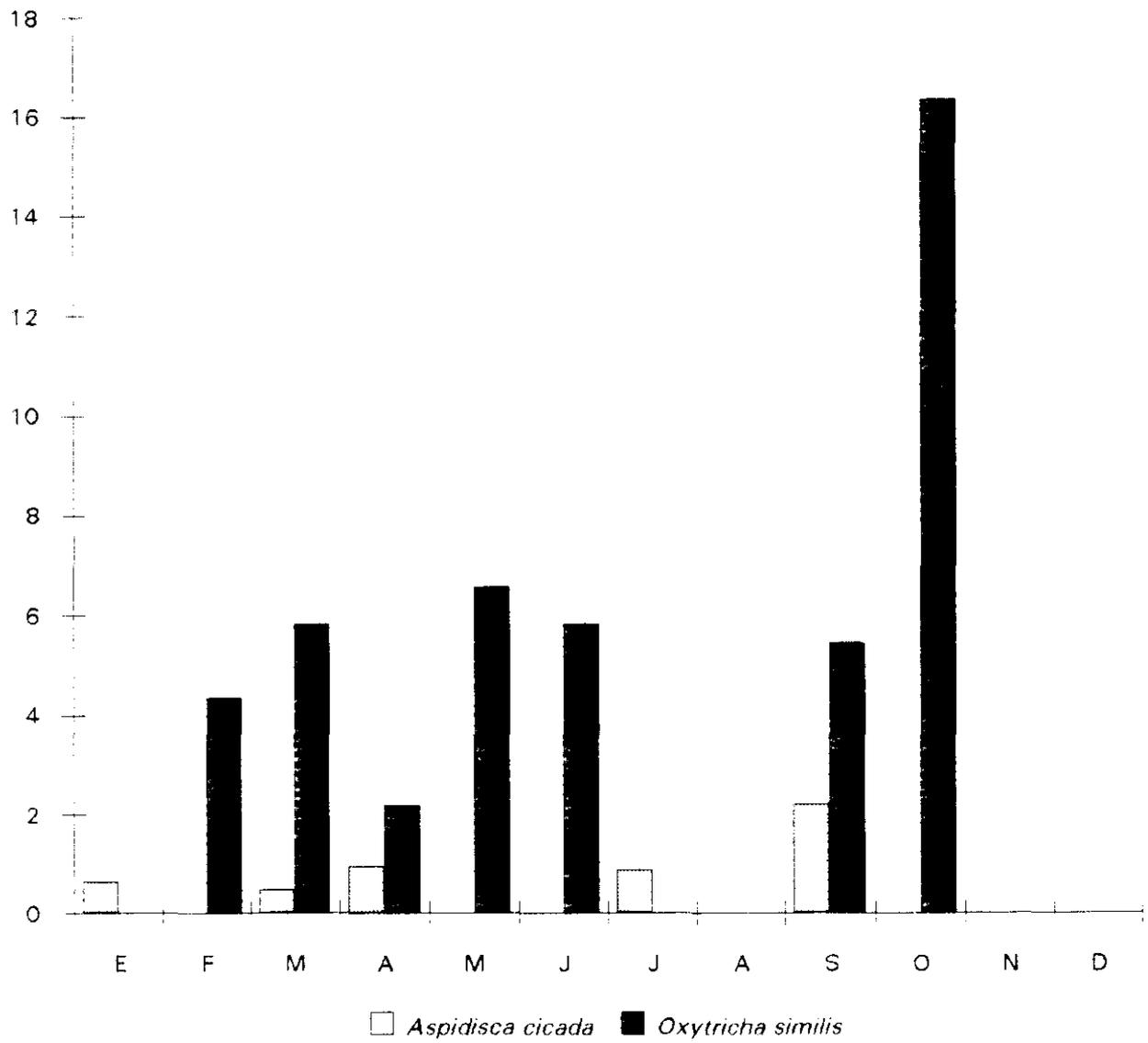


Figura 36

28.5%) (Figs. 37 y 38).

Respecto a los protozoos no ciliados, *Eudorina elegans* mostró, en el embalse de Navacerrada, el mayor valor de biomasa de esta estación en septiembre (60 ind.ml⁻¹, 317.6 mg.m⁻³, 60.6%), encontrándose también en los muestreos de abril, junio y noviembre; también en el embalse, *Trachelomonas grandis* se presentó en cuatro muestreos (marzo, junio, noviembre y diciembre) obteniéndose los máximos en este último muestreo (27 ind.ml⁻¹, 10.1 mg.m⁻³, 35.5%) (Figs. 39 y 40).

3. Grupos Funcionales.-

3.1 Densidad.

Las diferentes especies se distribuyeron en grupos funcionales, según su tipo de nutrición, siguiendo la clasificación de Pratt and Cairns (1985), tanto por lo que respecta a la abundancia de individuos y al número de especies por mililitro, como a los porcentajes respectivos en cuanto al total de cada muestreo (Apéndice I, Tablas V, VI, XIII y XIV).

En el embalse de Navacerrada (Fig. 41) se observó que, el grupo funcional P (fotosintéticos) alcanzó la mayor abundancia de individuos en septiembre (470 ind.ml⁻¹, 59.0%), mientras que la abundancia fue nula en el muestreo de agosto;

ABUNDANCIA (ind. / ml.) R.Navacerrada

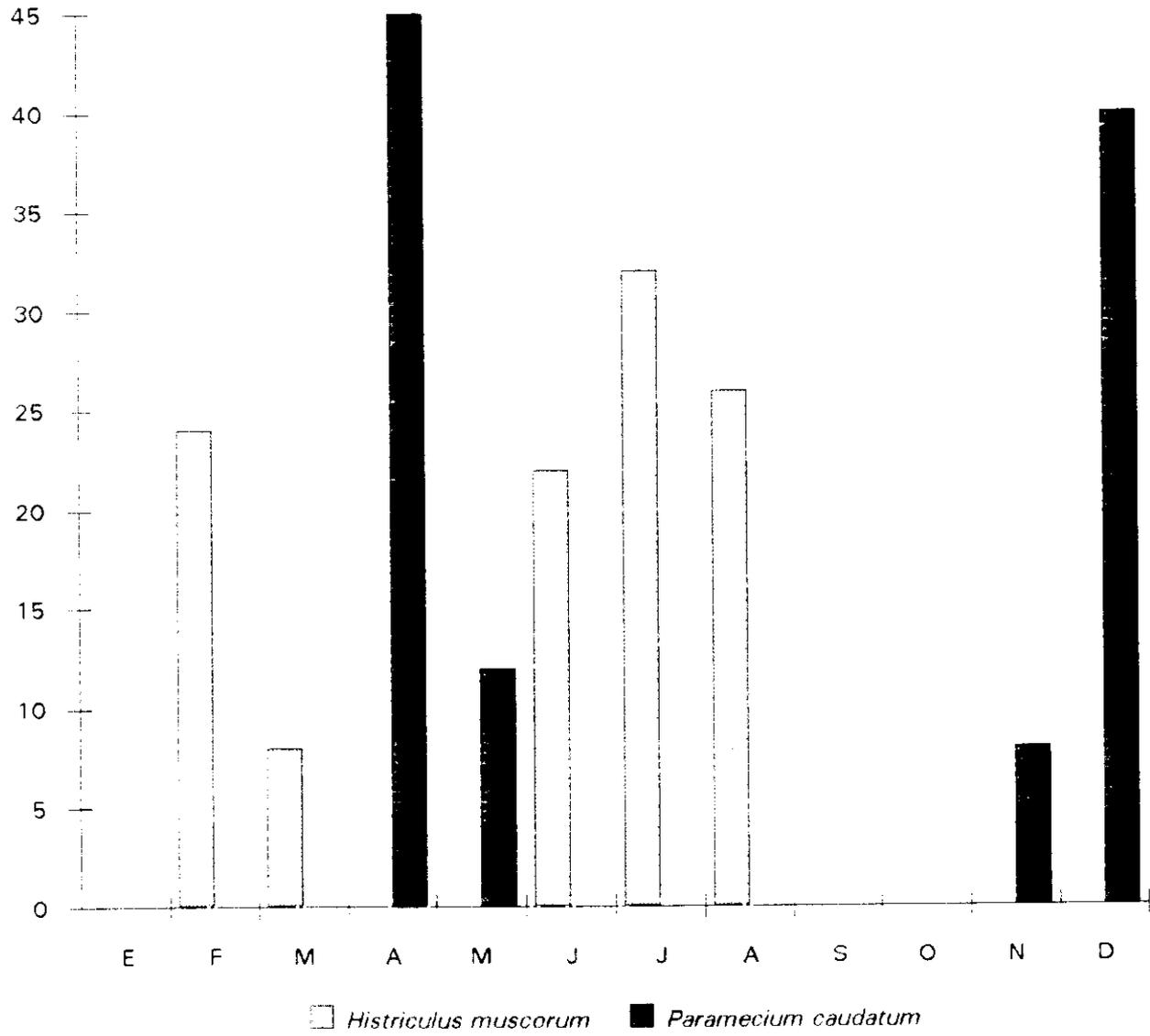


Figura 37

BIOMASA (mg. / m³) R.Navacerrada

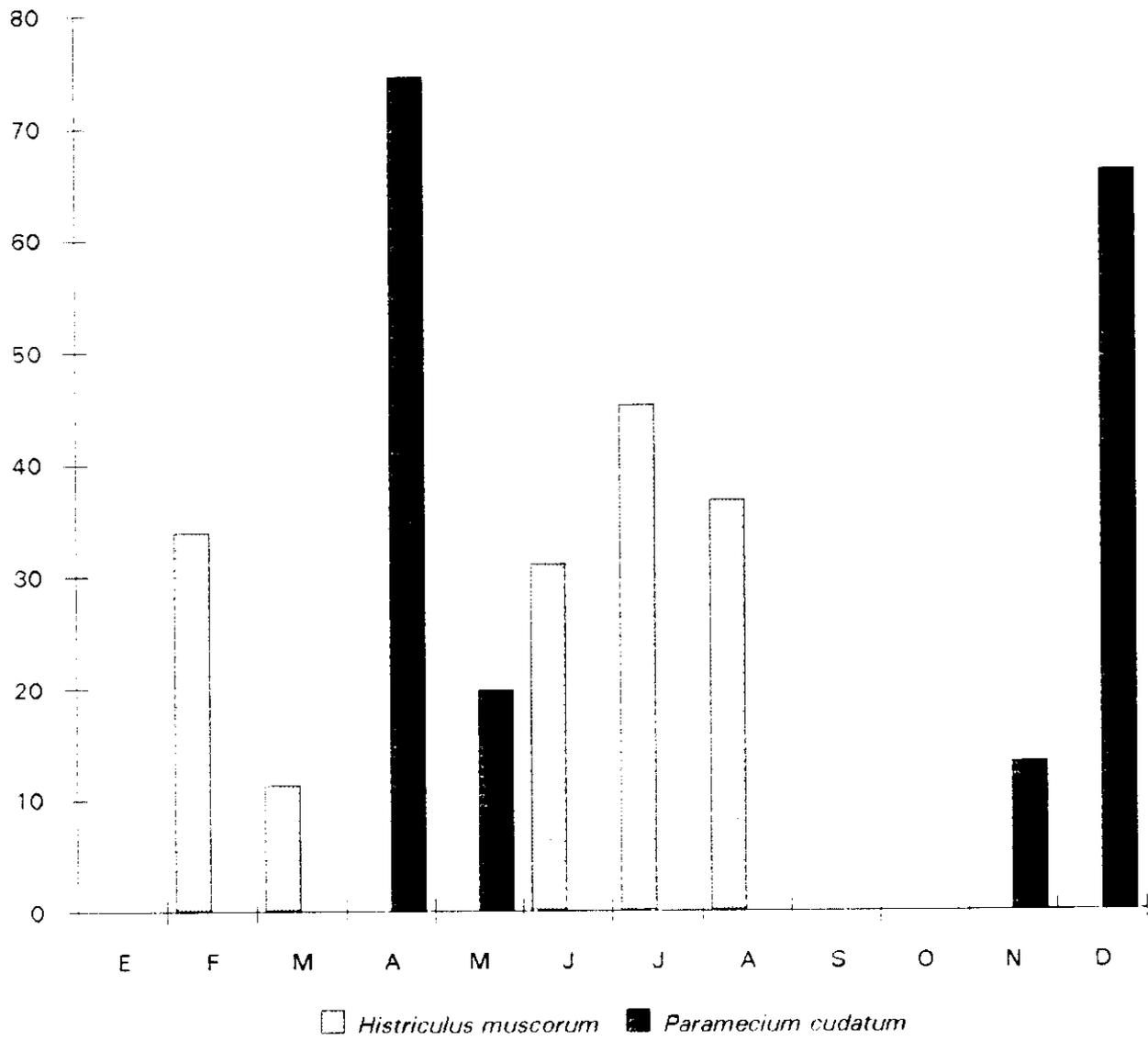


Figura 38

ABUNDANCIA (ind. / ml.) E. Navacerrada

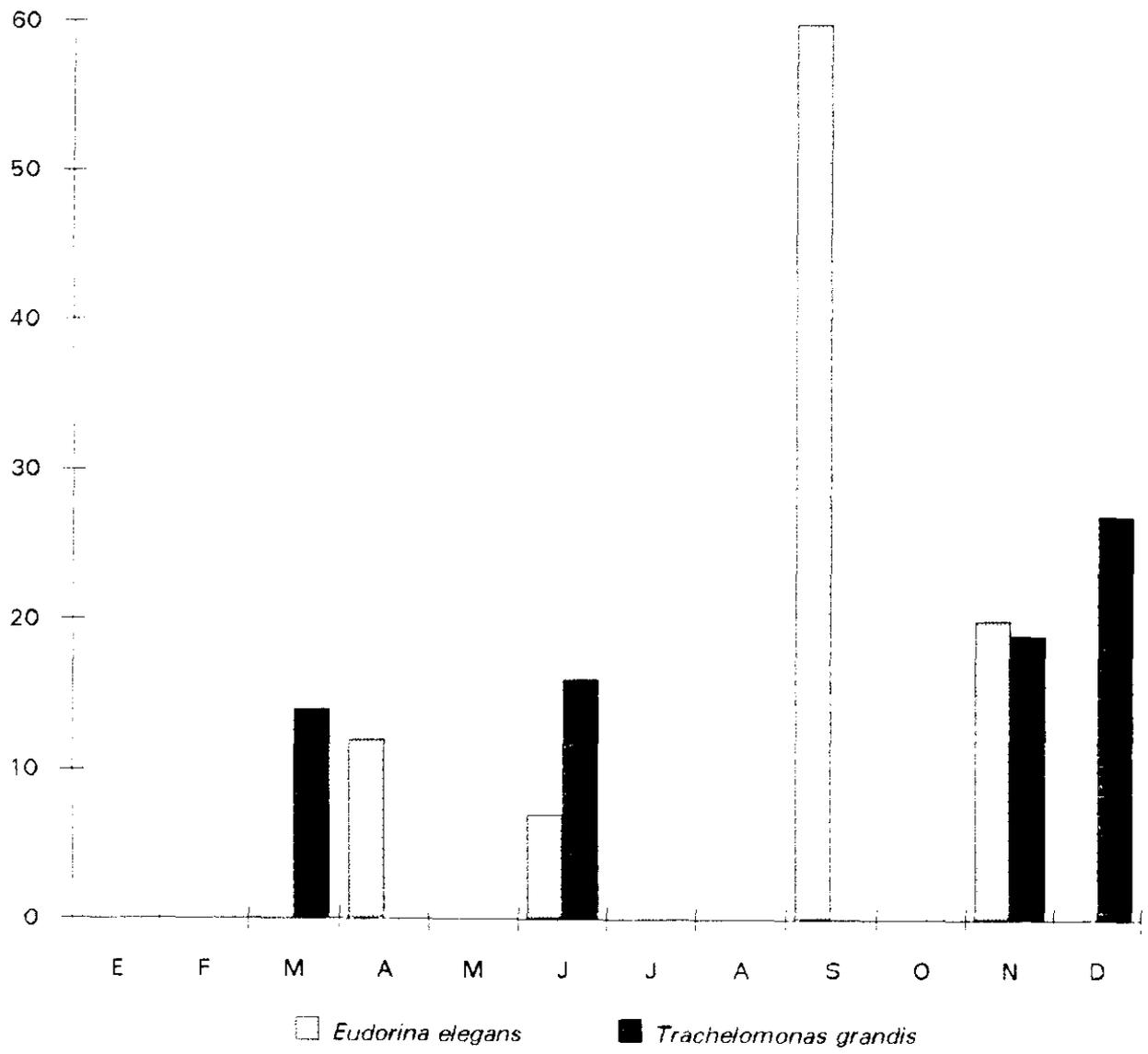


Figura 39

BIOMASA (mg. / m3) E.Navacerrada

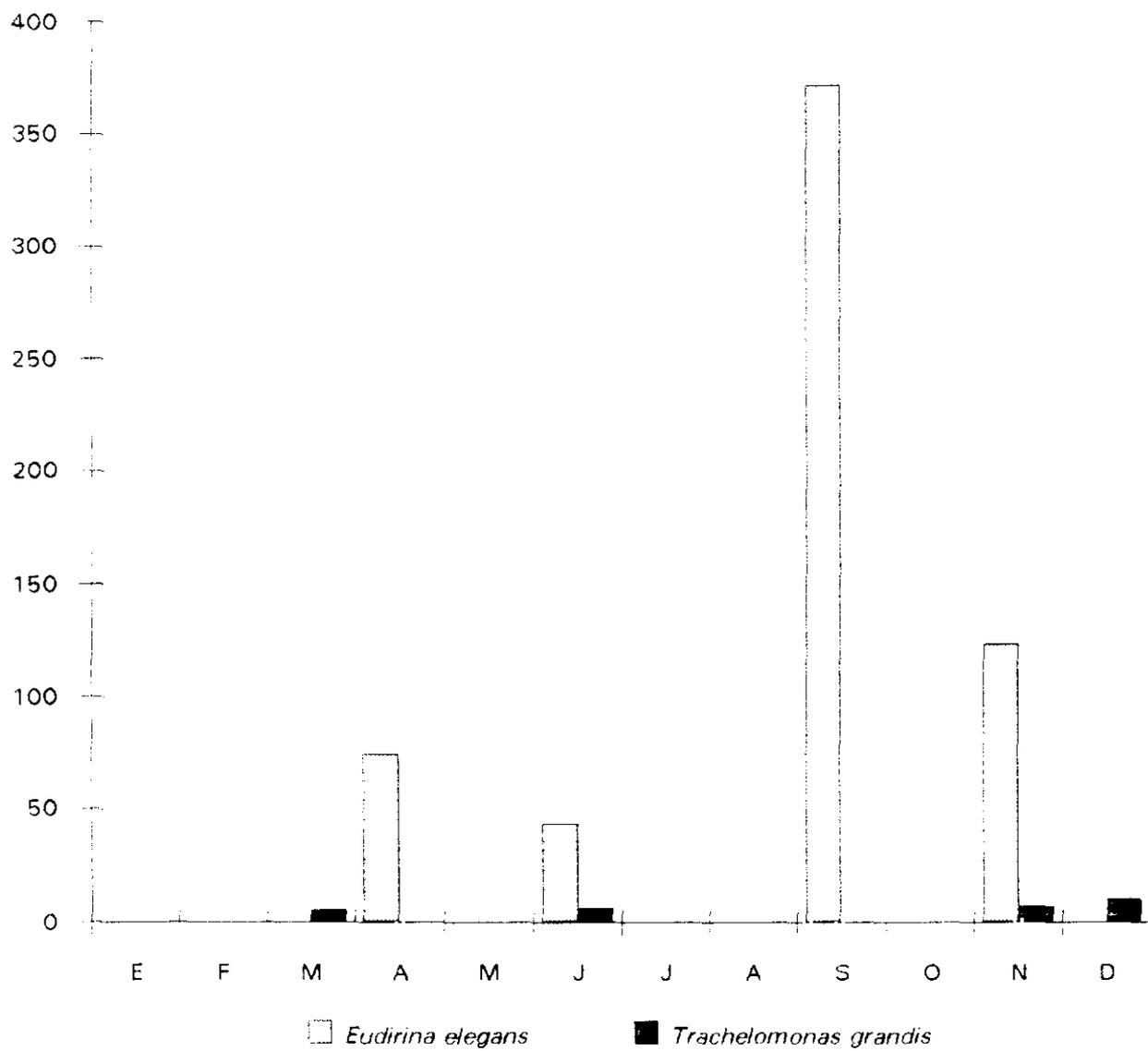


Figura 40

GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) E.Navacerrada.

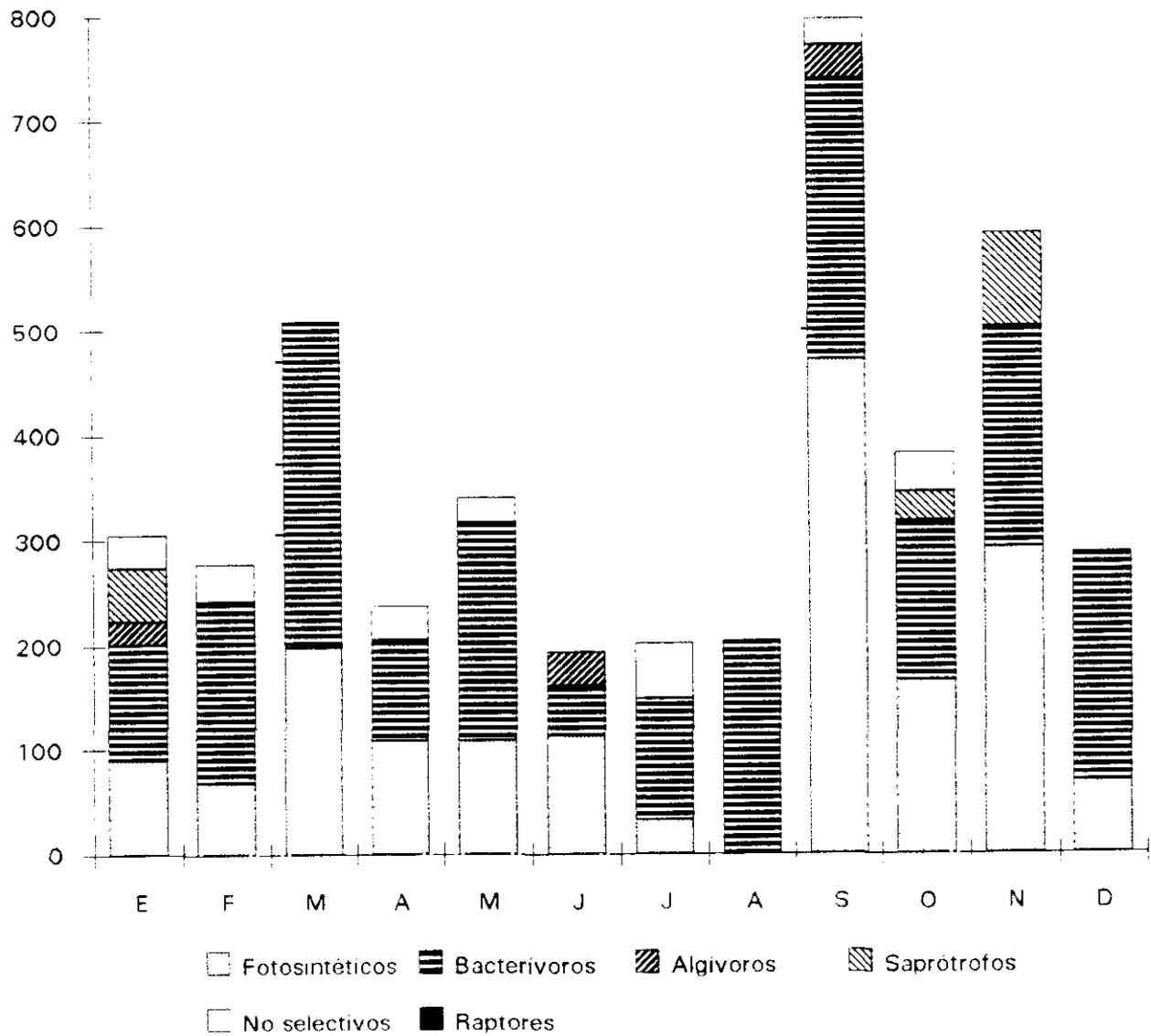


Figura 41

el grupo funcional B (bacterívoros-detritívoros) tuvo el valor de abundancia máximo en el muestreo de marzo (311 ind.ml⁻¹, 61.1%), y el mínimo en el de junio (49 ind.ml⁻¹, 25.3%); el grupo funcional A (algívoros) sólo se presentó en los muestreos de enero, junio y septiembre, teniendo en este último la máxima abundancia (33 ind.ml⁻¹, 4.1%); el grupo S (saprótrofos) apareció únicamente en los muestreos de enero, octubre y noviembre, alcanzando el valor más elevado de abundancia en este último muestreo (89 ind. ml⁻¹, 15.0%); el grupo N (omnívoros, no selectivos) se presentó en siete muestreos, teniendo la mayor abundancia en el muestreo de julio (54 ind.ml⁻¹, 26.7%), y la mínima en el de mayo (24 ind.ml⁻¹, 7.0%); finalmente, del grupo funcional R (predadores) no se encontraron representantes en los muestreos. En cuanto al río Navacerrada (Fig. 42), el grupo funcional más importante fue el grupo B (bacterívoros), con un valor máximo de abundancia en el mes de agosto (282 ind.ml⁻¹, 88.9%), y un mínimo en el de marzo (25 ind.ml⁻¹, 25.7%); le siguieron en importancia los fotosintéticos, no selectivos y los algívoros, respectivamente. El grupo P (fotosintéticos) se presentó en ocho muestreos, teniendo la cifra de mayor abundancia en julio (186 ind.ml⁻¹, 67.3%), y la menor en septiembre (8 ind.ml⁻¹, 6.3%). Los no selectivos aparecieron en siete muestreos, oscilando los valores entre 35 ind.ml⁻¹ (11.0%), en el mes de agosto y 12 ind.ml⁻¹ en los muestreos marzo, abril y diciembre. El grupo de los algívoros sólo estuvo representado en los tres primeros muestreos con un máximo de 15 ind.ml⁻¹ (5.1%) en febrero y un mínimo de 8 ind.ml⁻¹ (8.2%) en marzo. No se hallaron,

GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) R.Navacerrada

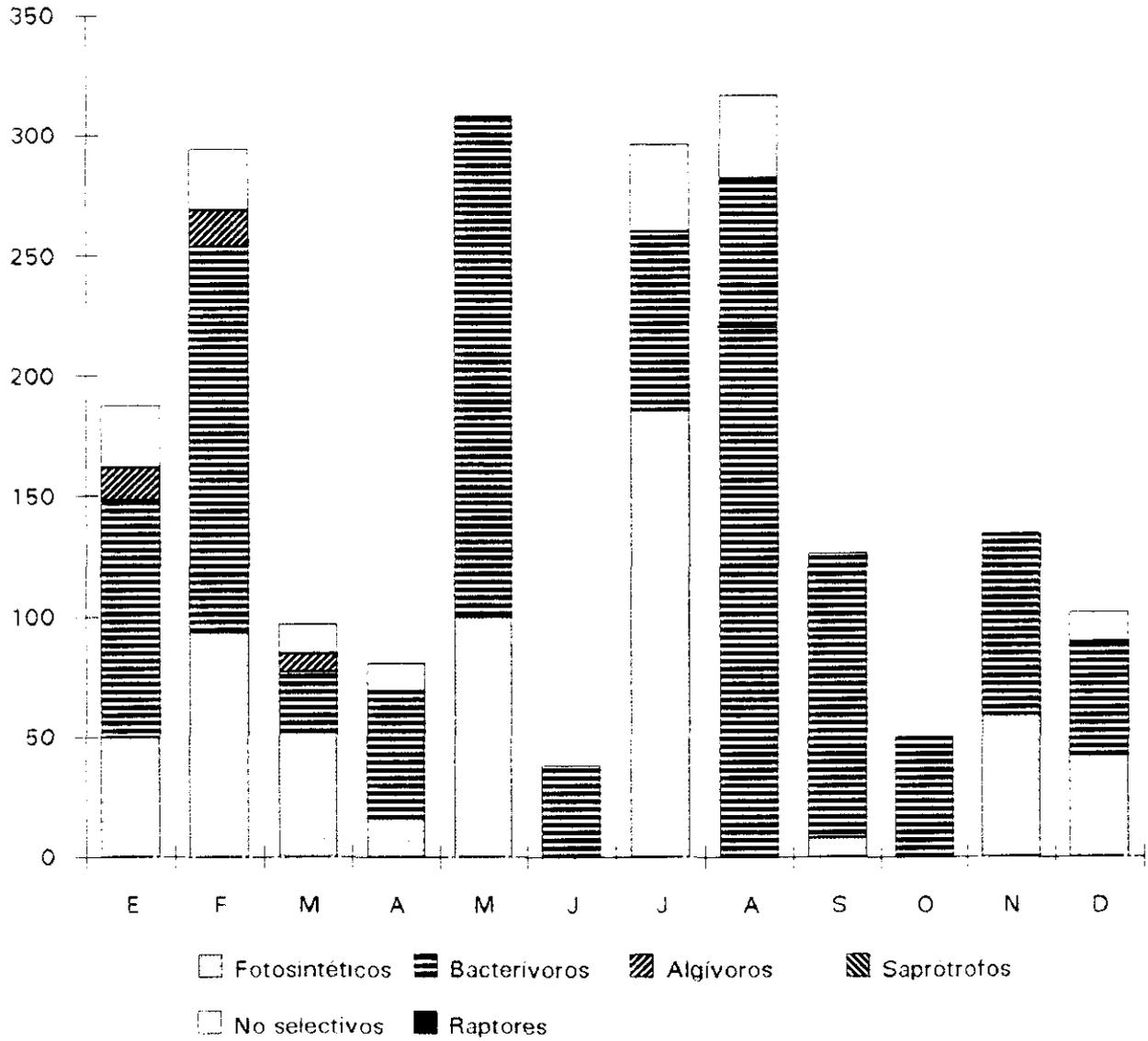


Figura 42

a lo largo de los muestreos, especies pertenecientes a los saprotrófos y a los depredadores (raptos).

Tanto en el embalse de Navacerrada como en el río Navacerrada se encontraron en todos los muestreos, individuos pertenecientes al grupo de los bacterívoros, hecho que no ocurrió con el resto de los grupos funcionales que, no estuvieron representados en algunos muestreos. Respecto a la diversidad de los grupos funcionales a lo largo del año, el embalse de Navacerrada mostró representantes de cinco grupos funcionales en enero, mientras que el río Navacerrada presentó cuatro grupos en los tres primeros muestreos.

Respecto a la abundancia de individuos, en el embalse de Navacerrada, el análisis de los componentes principales de los grupos funcionales indicó que, respecto al primer componente (77.8% de varianza) los fotosintéticos (P) fueron los más importantes; seguidos de los bacterívoros en relación al segundo componente (17.4% de varianza) y de los saprotrófos en el tercer componente (3.1% de varianza) (Tabla 9). Con relación a los muestreos los más significativos fueron: el de septiembre respecto al primer componente, el de marzo respecto al segundo componente y el de noviembre con referencia al tercer componente. En la figura 43 se muestra la importancia relativa de los fotosintéticos y bacterívoros, que no estaban correlacionados entre sí, respecto a los demás grupos. El análisis de componentes principales, en el río Navacerrada, en relación con los grupos funcionales (abundancia de individuos) puso de manifiesto que,

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Fotosintéticos	0.937806	-0.3264	-0.076862
Bacterívoros	0.340204	0.923979	0.062729
Algívoros	0.036326	-0.117791	-0.146129
Saprótrofos	0.053117	-0.12357	0.966483
No selectivos	-0.025294	-0.102869	-0.186319
Raptores	0	0	0

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.587064	-1.02318
Febrero	-0.619129	0.202112
Marzo	0.992966	1.74612
Abril	-0.672762	-0.829592
Mayo	-0.159702	0.578195
Junio	-0.731546	-1.53911
Julio	-1.16871	-0.522313
Agosto	-0.93601	0.919606
Septiembre	2.83315	0.103314
Octubre	0.0136485	-0.446464
Noviembre	1.38585	-0.120569
Diciembre	-0.373529	0.931877

Tabla 9

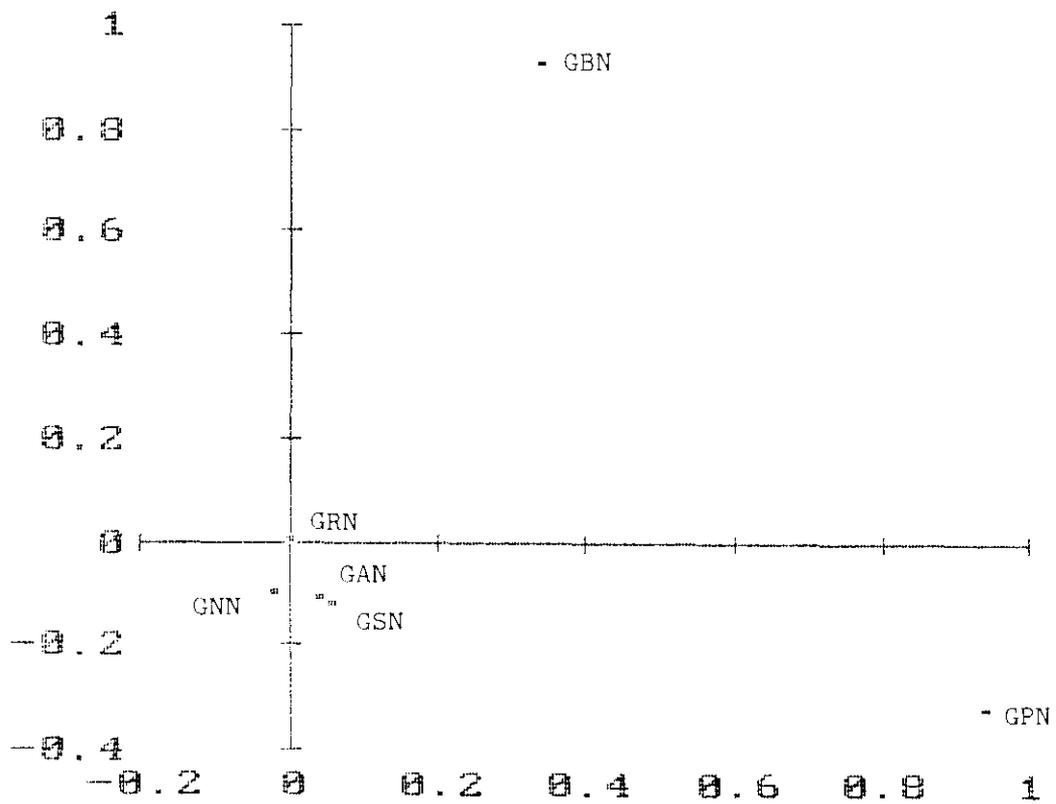


Fig. 43. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la densidad de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPN), bacterívoros (GBN), algívoros (GAN), saprótrofos (GSN), no selectivos (GNN) y depredadores (raptores) (GRN).

respecto al primer componente (65.7% de varianza) los bacterívoros (B) fueron los más importantes seguidos de los fotosintéticos (P) respecto al segundo componente (32.6% de varianza). Los dos primeros componentes abarcaron el 98.4% de la variabilidad total. El muestreo de agosto fue el más significativo con respecto al primer componente y, el de julio con relación al segundo componente (Tabla 10). Al igual que en el embalse de Navacerrada, en el río Navacerrada los fotosintéticos y los bacterívoros fueron los más sobresalientes (Fig. 44).

En las figuras 45 y 46 se comparan (en valores totales medios de cada estación) respecto a los grupos funcionales, la abundancia de individuos y sus porcentajes (Apéndice I, Tablas VIII y XVI). Los bacterívoros (B) mostraron una mayor abundancia, tanto en el embalse de Navacerrada (2117 ind.ml⁻¹, 48.9%) como en el río Navacerrada (1229 ind.ml⁻¹, 61.1%); les siguieron: los fotosintéticos (P) (1711 ind.ml⁻¹, 39.5% en el embalse; 607 ind.ml⁻¹, 30.1% en el río), y los no selectivos (N) (239 ind.ml⁻¹, 5.5% embalse; 138 ind.ml⁻¹, 6.8% río). Los saprotrófos (S) en el embalse (167 ind.ml⁻¹, 3.8%) mostraron una abundancia mayor que los algívoros (A) (87 ind.ml⁻¹, 2.0%), mientras que en el río el grupo A (algívoros) mostró 37 ind.ml⁻¹, 1.8% y los saprotrófos (S), 0 ind.ml⁻¹, 0%. La abundancia de los predadores (R) fue nula, tanto en el embalse de Navacerrada como en el río Navacerrada.

Respecto a los grupos funcionales, se observó una correlación entre la abundancia de individuos del embalse de Navacerrada y la del río Navacerrada, en

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Fotosintéticos	0.057290	0.997829	-0.310409
Bacterívoros	0.995428	-0.059135	-0.071123
Algívoros	3.74168E-3	0.019695	0.349733
Saprótrofos	0	0	0
No selectivos	0.076334	0.01292	0.93363
Raptores	0	0	0

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.041033	0.055216
Febrero	0.872882	0.805433
Marzo	-0.980909	0.101903
Abril	-0.665851	-0.597432
Mayo	1.32554	0.782863
Junio	-0.949346	-0.896375
Julio	-0.196063	2.4676
Agosto	2.38645	-1.02022
Septiembre	0.080637	-0.812414
Octubre	-0.796094	-0.905479
Noviembre	-0.415567	0.1424
Diciembre	-0.702713	-0.123503

Tabla 10

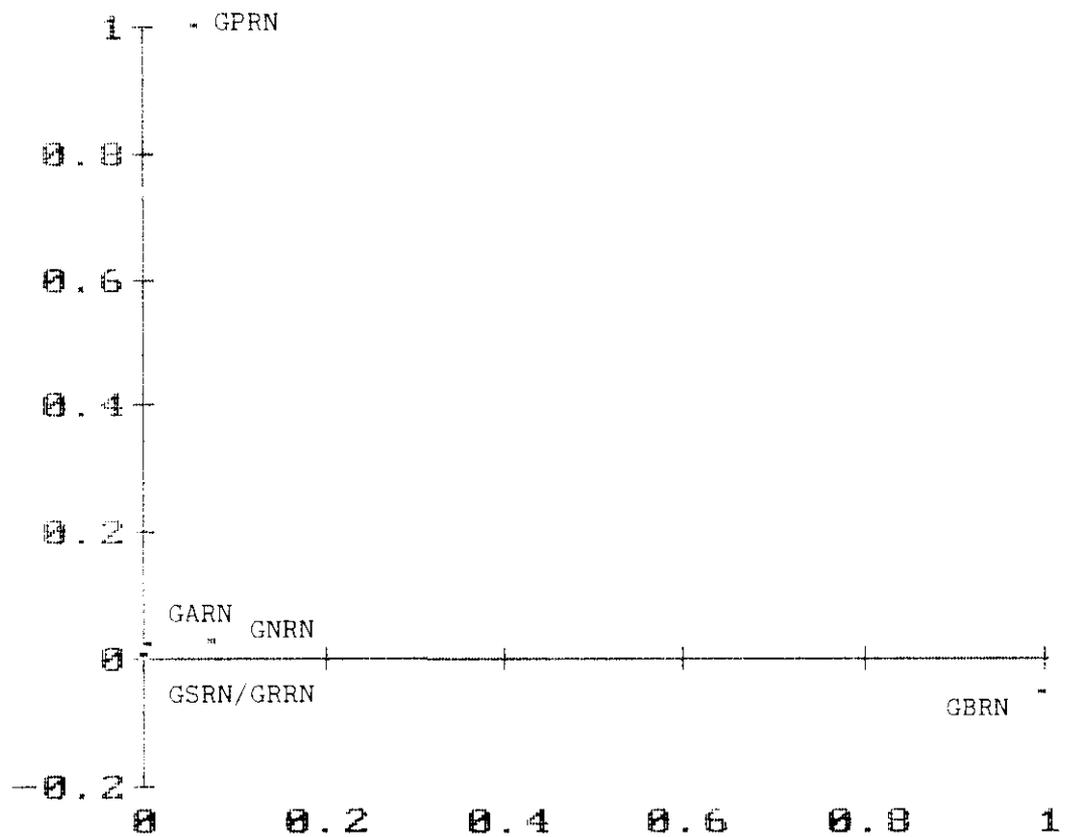


Fig. 44. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la densidad de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPRN), bacterívoros (GBRN), algívoros (GARN), saprótrofos (GSRN), no selectivos (GNRN) y depredadores (raptos) (GRRN).

GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) Val.anuales

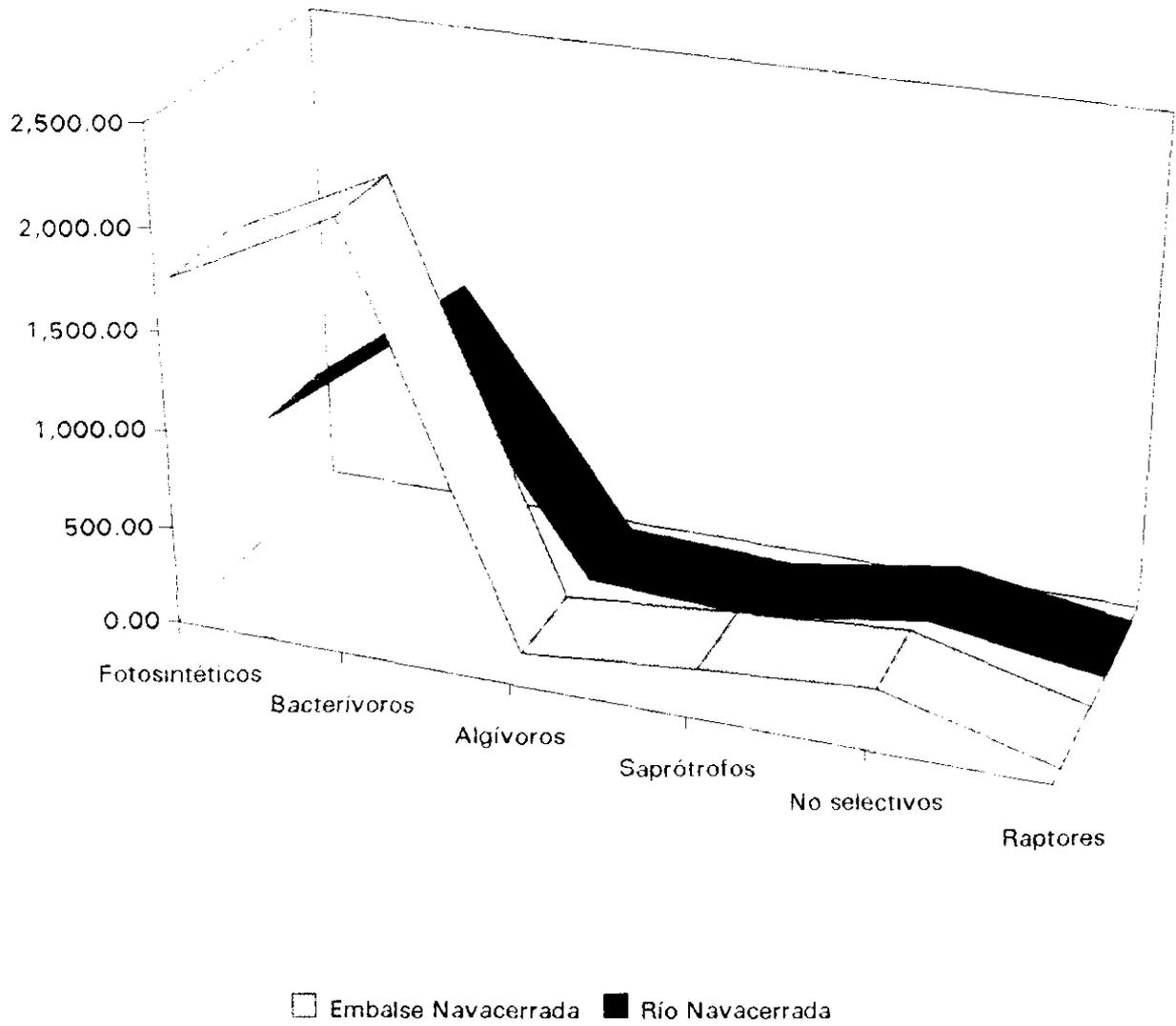


Figura 45

% GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) Val. anuales

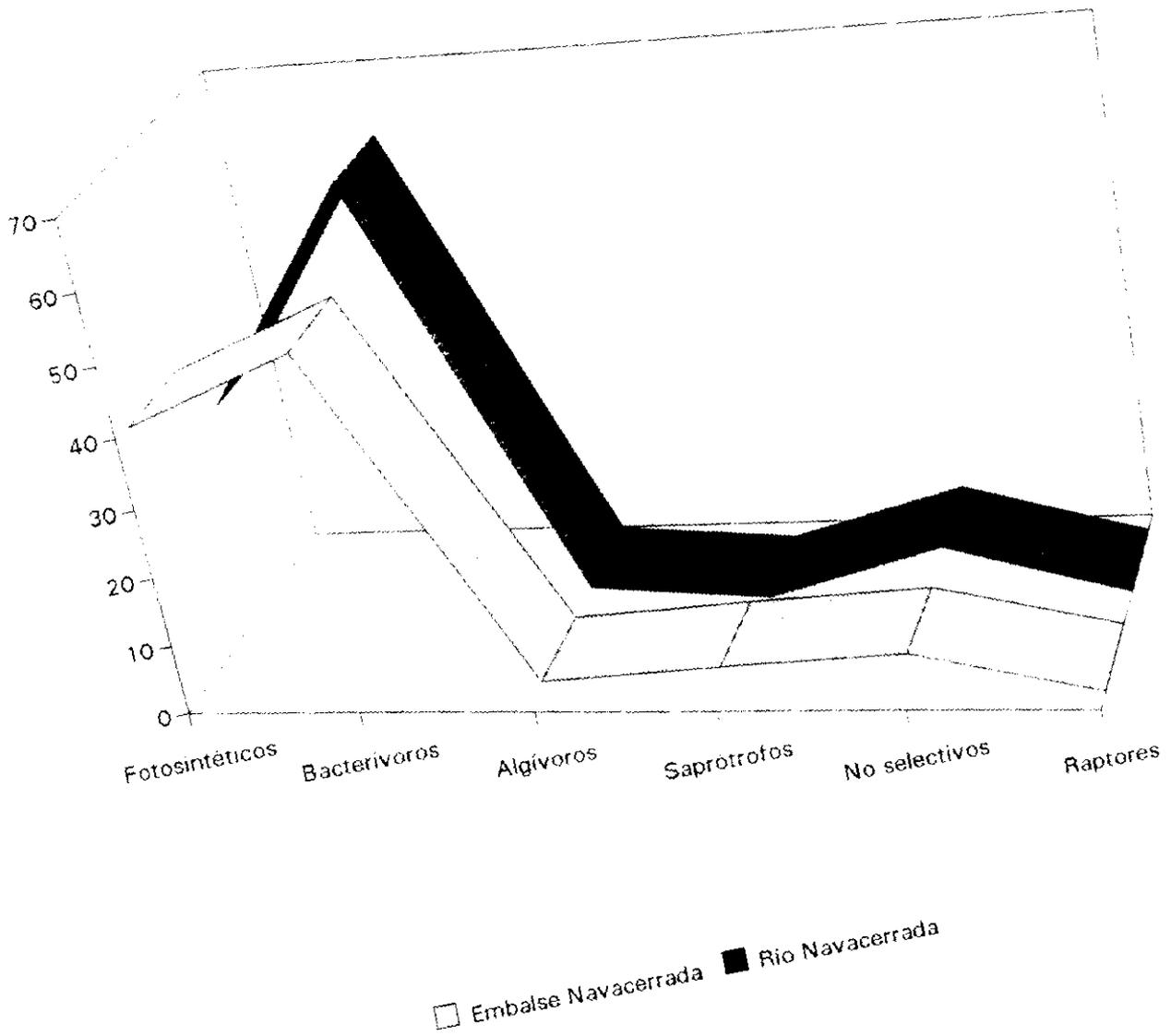


Figura 46

valores anuales, ($r: 0.960, p < 0.05$).

3.2 Número de especies.

En la figura 47 se observa gráficamente la distribución de las especies en los diferentes grupos funcionales para cada muestreo, en el embalse de Navacerrada. El grupo de los bacterívoros (B) fue el dominante y el único que se encontró en el muestreo de agosto, presentando su valor más elevado en el muestreo de marzo (16, 76.1%). El segundo grupo en importancia fue el de los fotosintéticos (P), que presentó su mayor valor en septiembre (8, 32.0%), y el tercer grupo el de los no selectivos (N), con su cifra más elevada en el mes de julio (4, 30.7%). En el río Navacerrada (Fig. 48), al igual que en el embalse, se observó que, respecto al número de especies, los grupos más importantes fueron los bacterívoros, los fotosintéticos y los no selectivos. El grupo B (bacterívoros) fue el dominante, con un valor máximo en el mes de abril (12, 85.7%), y fue el único que se presentó en los muestreos de junio y octubre.

En el embalse de Navacerrada, el análisis de los componentes principales respecto al número de especies, indicó que, los bacterívoros (B) fue el grupo más importante respecto al primer componente (69.2% de varianza), le siguieron los fotosintéticos (P) respecto al segundo componente (18.4% de varianza) y los no selectivos (N) respecto al tercer componente (8.1% de varianza). En cuanto a los

Nº ESPECIES G.FUNCIONALES E.Navacerrada

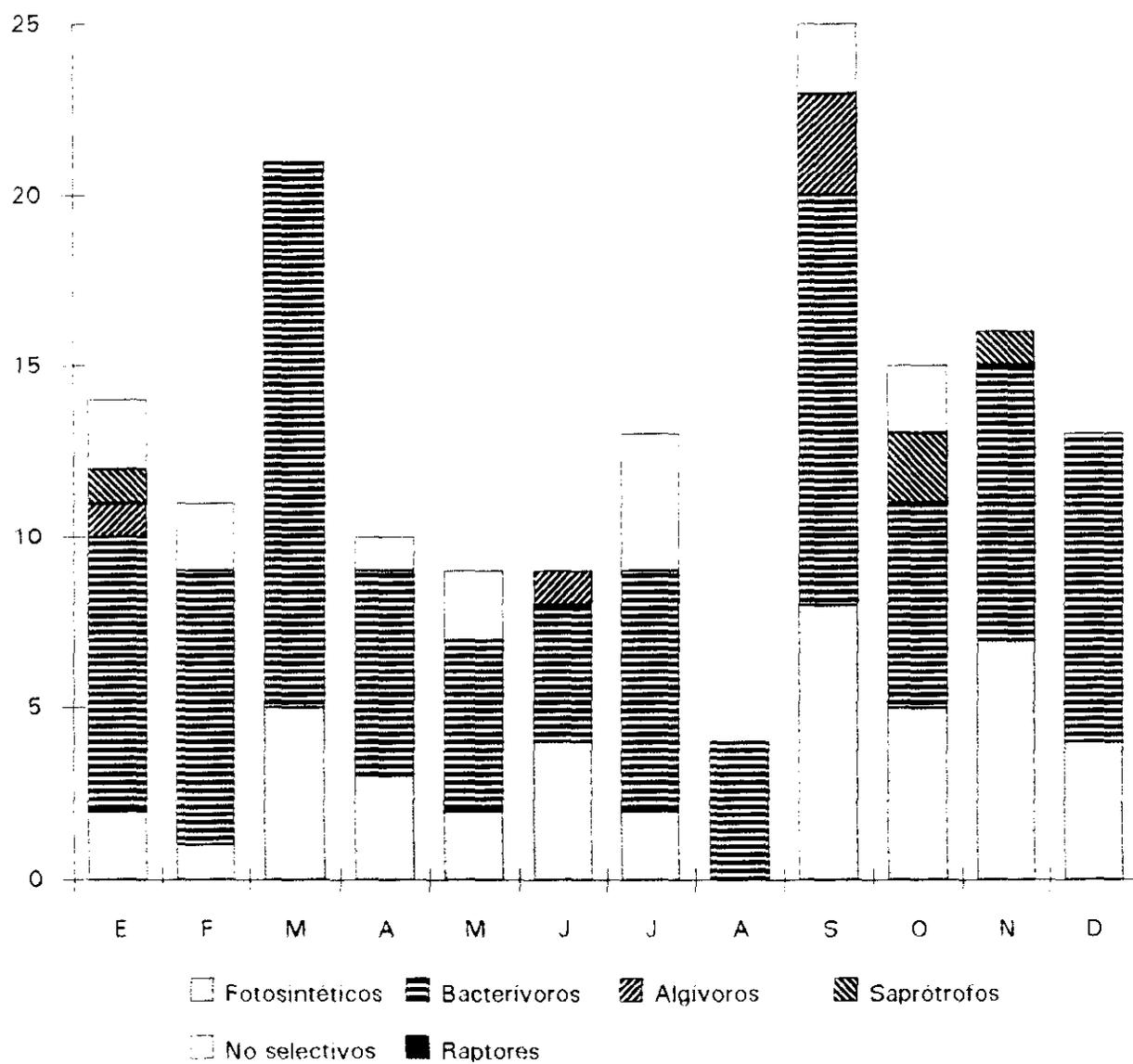


Figura 47

Nº ESPECIES G.FUNCIONALES R.Navacerrada

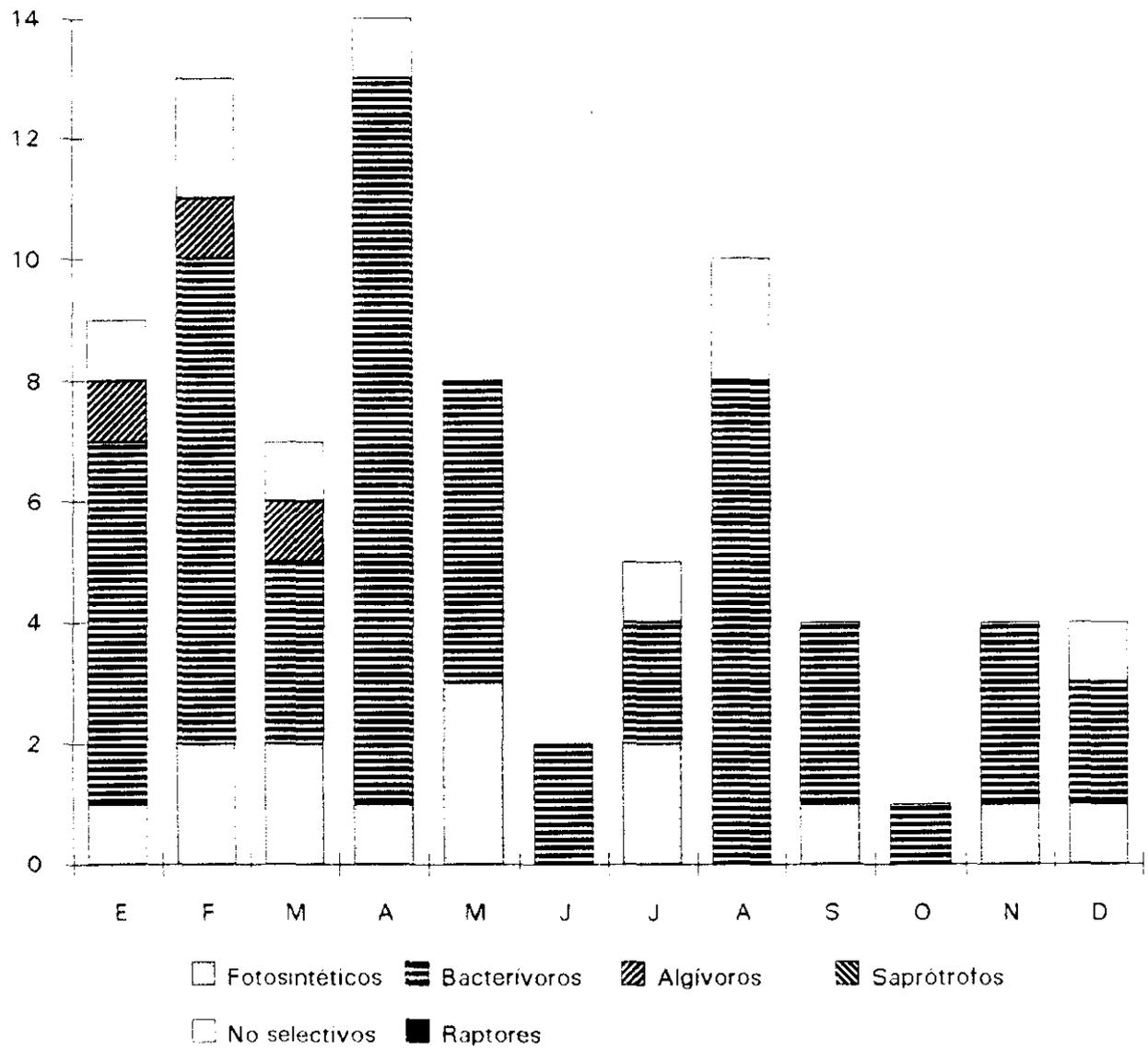


Figura 48

muestreos, el más significativo fue el de marzo respecto al primer componente, el de septiembre y el de noviembre respecto al segundo componente y el de julio con referencia al tercer componente (Tabla 11). En la figura 49 se puede observar la importancia de los bacterívoros, fotosintéticos y no selectivos, que no estaban correlacionados entre sí. En cuanto al número de especies, en el río Navacerrada, los bacterívoros fueron los más importantes respecto al primer componente principal (88.5% de varianza), los fotosintéticos (P) respecto al segundo componente (7.0% de varianza) y los no selectivos (N) con relación al tercer componente (3.3% de varianza). El muestreo de abril fue el más significativo respecto al primer componente, el de mayo en el segundo componente y los muestreos de febrero y agosto respecto al tercer componente (Tabla 12). En la figura 50 se aprecia la importancia de los bacterívoros y los fotosintéticos.

El número de especies y sus porcentajes respectivos (en valores medios totales), distribuidos en grupos funcionales, del embalse y del río Navacerrada se aprecian en las figuras 51 y 52. El grupo de los bacterívoros (B) fue el que presentó un mayor número de especies, tanto en el embalse de Navacerrada (93, 58.1%), como en el río Navacerrada (55, 67.9%). Le siguieron, los fotosintéticos (P) con 43 (26.8%) en el embalse y 14 (17.2%) en el río. Los no selectivos (N), con 15 (9.3%) en el embalse y 9 (11.1%) en el río, y los algívoros (A), con 5 (3.1%) embalse y 3 (3.7%) río. En el embalse de Navacerrada los saprótrofos (S) estuvieron representados por 4

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies Fotosintéticas	0.459297	0.845609	0.083055
Especies Bacterívoras	0.882076	-0.465453	-0.017544
Especies Algívoras	0.092763	0.170935	0.261442
Especies Saprótrofas	-4.05779E-3	0.138044	0.089632
Especies No selectivas	-0.048637	-0.141505	0.957292
Especies Raptoras	0	0	0

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.212362	-0.423997
Febrero	-0.50121	-1.17937
Marzo	2.39321	-0.62746
Abril	-0.592033	-0.091828
Mayo	-1.07818	-0.42
Junio	-0.77187	0.831992
Julio	-0.641023	-0.910247
Agosto	-1.64309	-0.77217
Septiembre	2.17757	1.32418
Octubre	-0.258159	0.929342
Noviembre	0.720363	1.37375
Diciembre	0.40679	-0.034186

Tabla 11

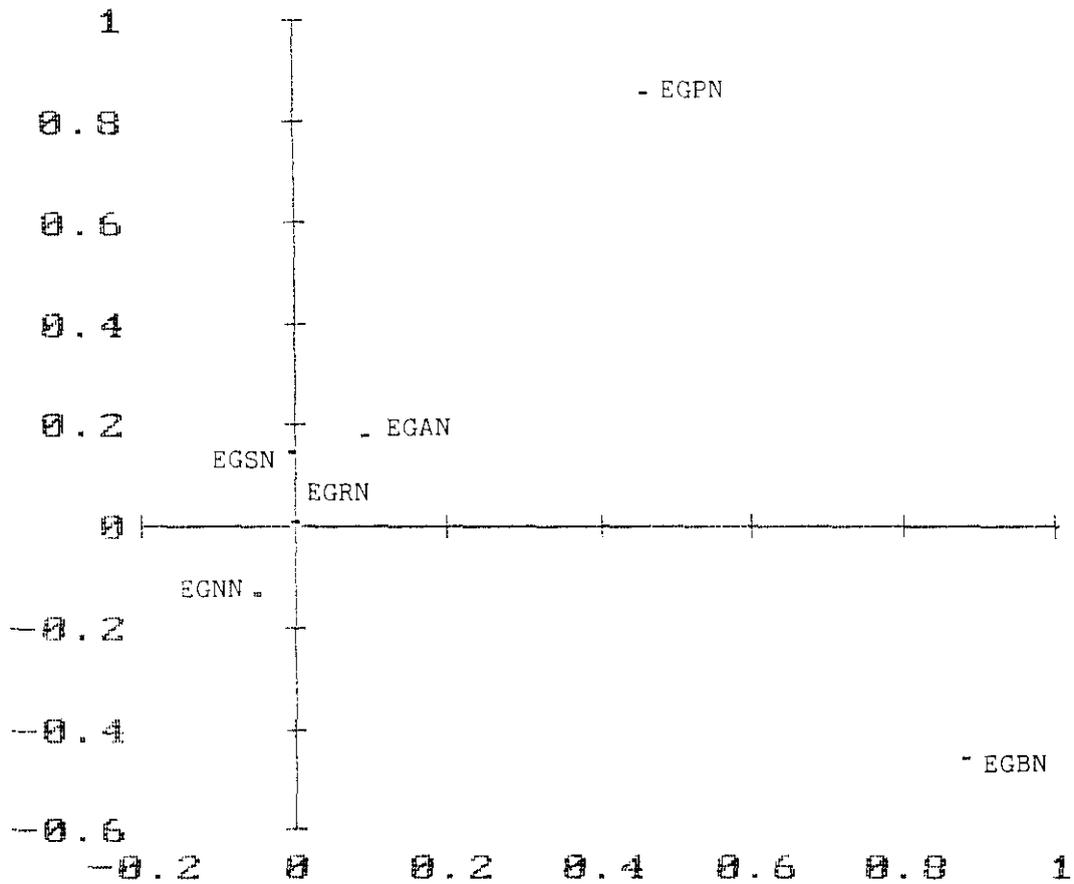


Fig. 49. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto al número de especies de los grupos funcionales: fotosintéticos (EGPN), bacterívoros (EGBN), algívoros (EGAN), saprótrofos (EGSN), no selectivos (EGNN) y depredadores (raptores) (EGRN).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies Fotosintéticas	0.025680	0.979395	-0.134623
Especies Bacterívoras	0.990244	-0.038776	-0.129684
Especies Algívoras	0.028860	0.18949	0.393255
Especies Saprótrofas	0	0	0
Especies No selectivas	0.133884	0.058099	0.900228
Especies Raptoras	0	0	0

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.510818	0.142808
Febrero	1.31317	1.24125
Marzo	-0.357806	1.22265
Abril	2.23904	-0.346344
Mayo	0.025502	1.74796
Junio	-0.952697	-1.35122
Julio	-0.720291	0.81537
Agosto	1.19457	-1.26724
Septiembre	-0.62663	-0.318161
Octubre	-1.25137	-1.33953
Noviembre	-0.62663	-0.318161
Diciembre	-0.747685	-0.229388

Tabla 12

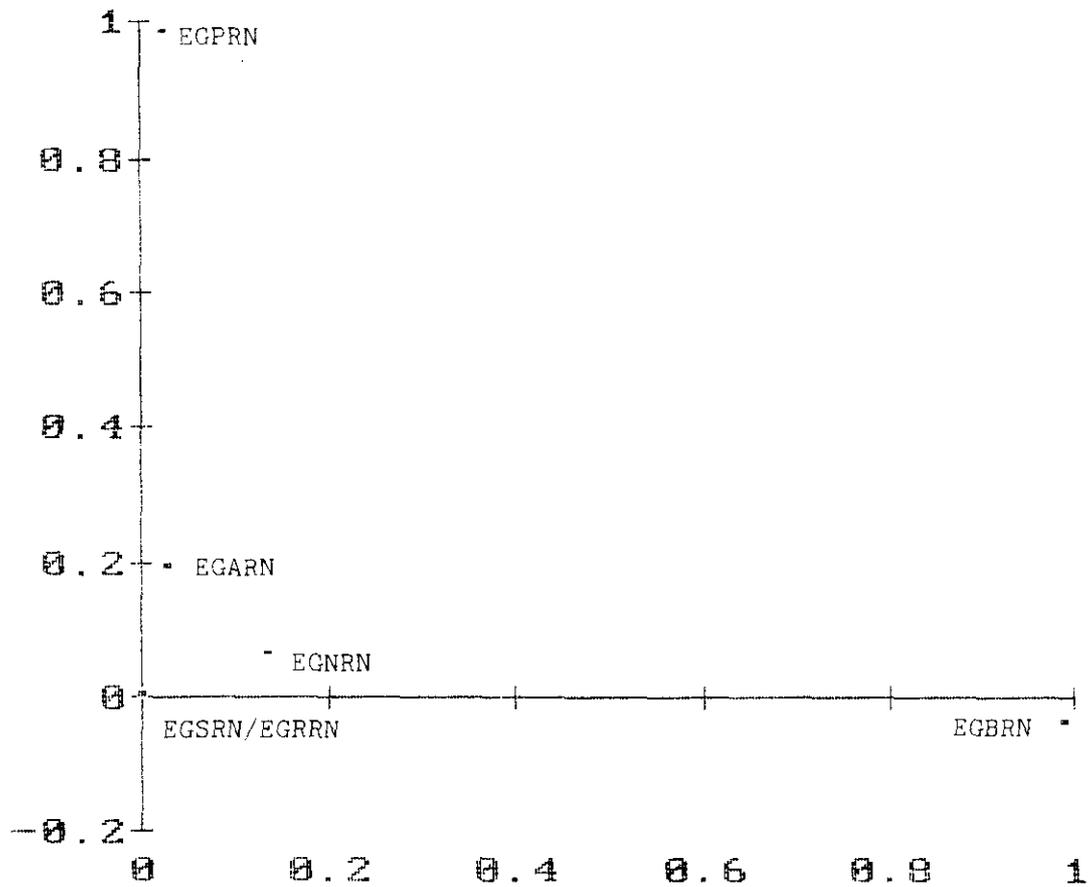


Fig. 50. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto al número de especies de los grupos funcionales: fotosintéticos (EGPRN), bacterívoros (EGBRN), algívoros (EGARN), saprótrofos (EGSRN), no selectivos (EGNRN) y depredadores (raptores) (EGRRN).

Nº ESPECIES G.FUNCIONALES Val.anuales

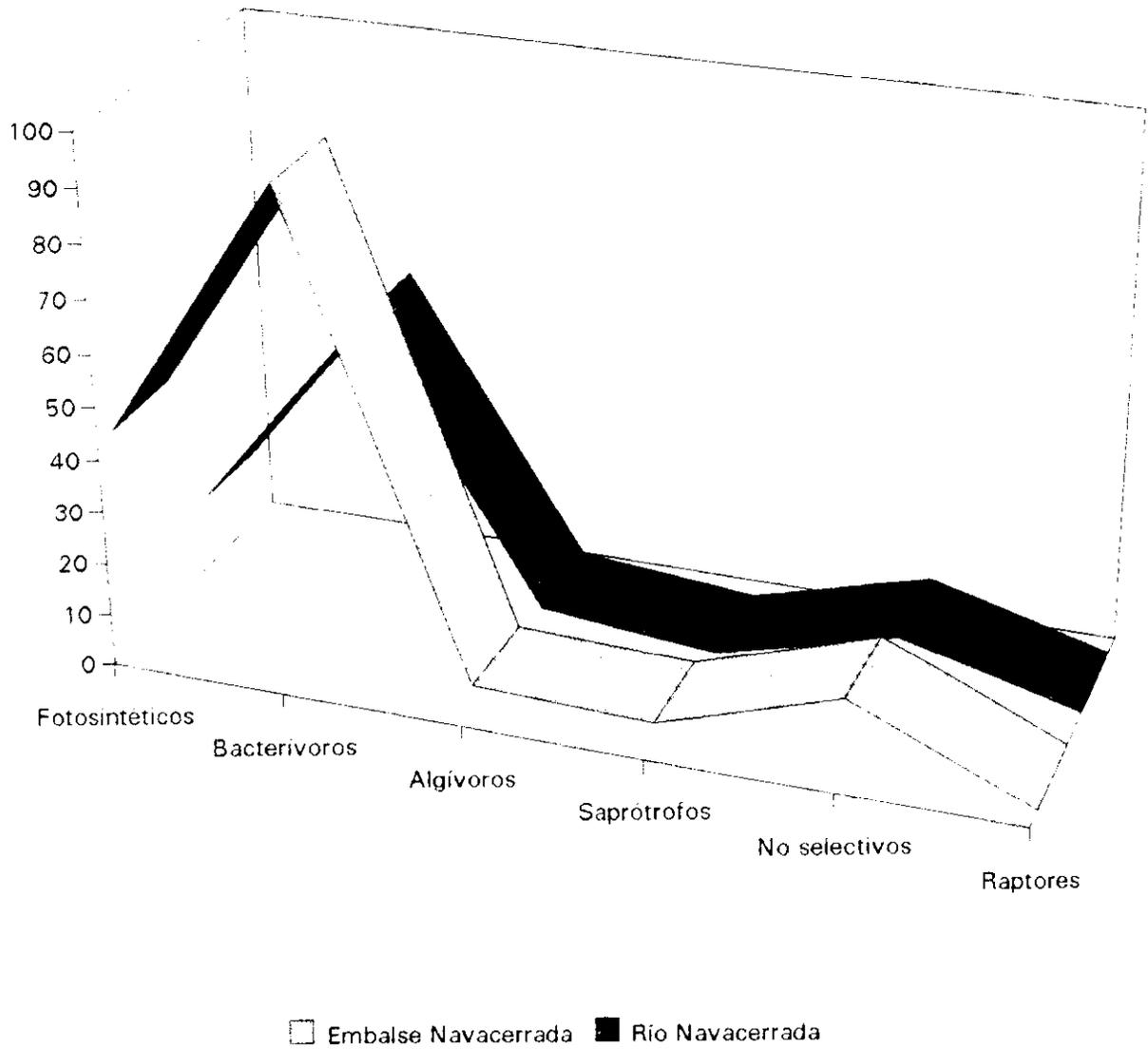


Figura 51

% N° ESPECIES G.FUNCIONALES Val.anuales

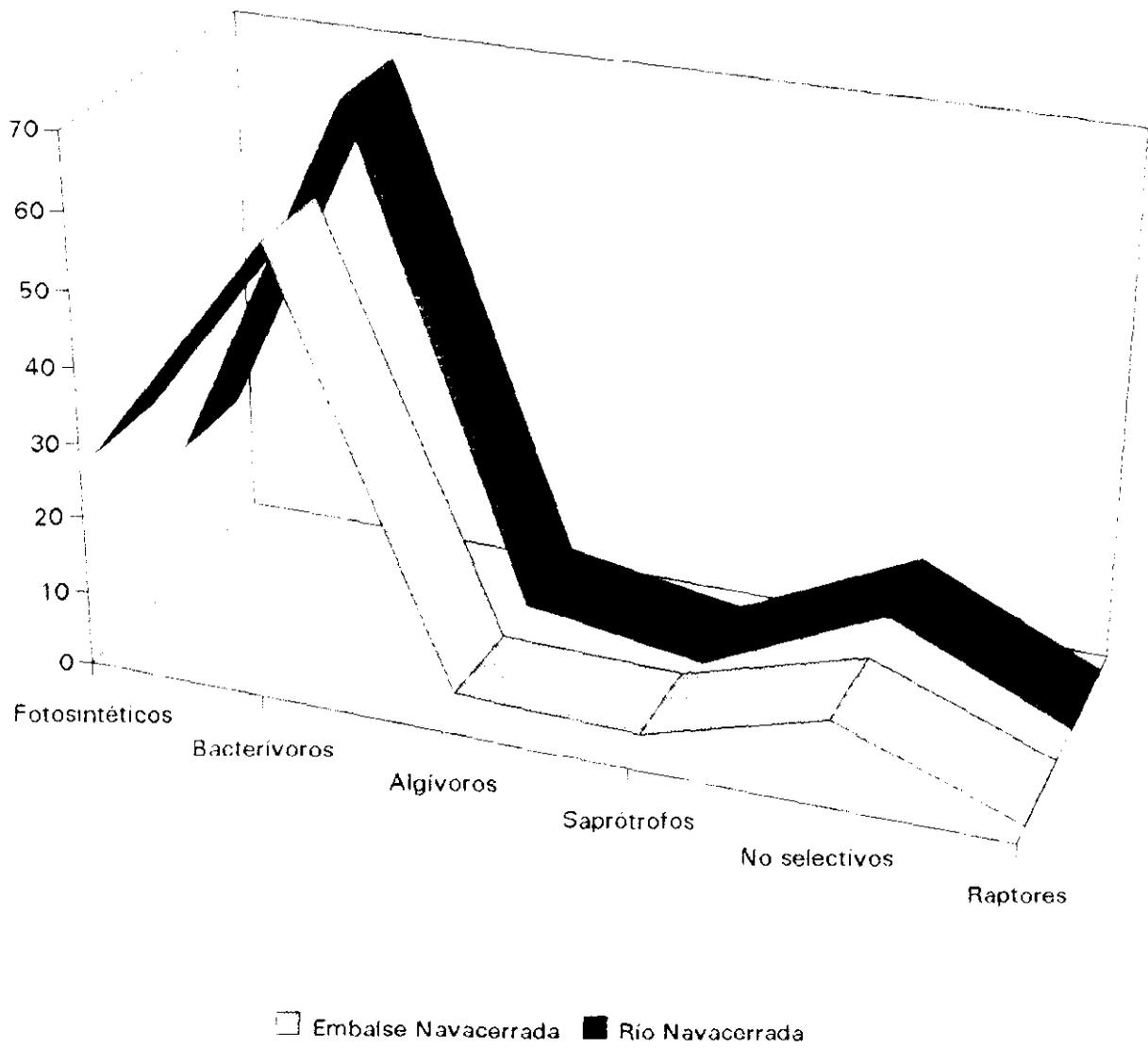


Figura 52

(2.5%), mientras que en el río Navacerrada no se encontraron especies pertenecientes a ese grupo. Ni en el embalse de Navacerrada, ni en el río Navacerrada se obtuvieron ejemplares del grupo de los predadores (R). Se observó una correlación con relación a los grupos funcionales, entre el número de especies, del embalse de Navacerrada y el número de especies del río Navacerrada ($r: 0.976, p < 0.05$).

3.3 *Biomasa.*

De acuerdo con la clasificación de Pratt and Cairns (1985) las distintas especies se repartieron en seis grupos funcionales, teniendo en cuenta su tipo de nutriente, respecto a la biomasa ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$) y a los porcentajes relativos correspondientes al total de los muestreos a lo largo de un año (Apéndice I, Tablas VII y XV).

En el embalse de Navacerrada la mayor biomasa se observó en cuanto al grupo funcional B, bacterívoros, ($156155.3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 98.8%) en el mes de septiembre, mientras que, en el río Navacerrada se registró en el grupo P, fotosintéticos, ($82087.8 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 99%) en el mes de marzo. Ni en el embalse ni en el río se encontraron ejemplares pertenecientes al grupo R (predadores); en el río Navacerrada tampoco se encontraron individuos pertenecientes al grupo S (saprótrofos); sin embargo en el embalse de Navacerrada, los saprótrofos estuvieron representados en tres muestreos (enero, octubre y noviembre), teniendo la máxima biomasa ($7.2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$, 59.1%) en

octubre y la mínima ($0.57 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 4.6%) en enero. Los bacterívoros (B) estuvieron presentes en todos los muestreos, tanto en el embalse como en el río; la biomasa más elevada en el embalse de Navacerrada se observó en el mes de septiembre ($156155.3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 98.8%) y la mínima en el mes de junio ($36.6 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.02%). En el río Navacerrada los valores máximo y mínimo fueron: $189.7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 20.3% en agosto y $2.2 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.2% en octubre. El grupo de los fotosintéticos (P) en el embalse se presentó en once muestreos y en el río en nueve; la mayor biomasa se observó en el embalse en noviembre ($33829.4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 43.7%), y en el río en marzo ($82087.8 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 99.7%). Los valores más bajos de biomasa se encontraron en el embalse ($0.14 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) en febrero y en el río ($0.05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$) en abril. Los algóvoros (A) aparecieron en cinco muestreos (tres en el embalse y dos en el río); en el embalse, la biomasa mayor se observó en el mes de septiembre ($4436.4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 98.9%), y la menor en el mes de enero ($20.0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.44%). En el río Navacerrada los valores máximo ($234.0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 92.1%) y mínimo ($12.7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 5.0%) se produjeron en los muestreos de febrero y enero, respectivamente. El grupo N (no selectivos) presentó biomasa en siete muestreos tanto en el embalse de Navacerrada como en el río Navacerrada; el valor más elevado en el embalse se obtuvo en el mes de julio ($4381.9 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 27.8%), y en el río ($2535.0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 60.8%) en el mes de enero; los valores mínimos de biomasa fueron: en el embalse $44.3 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.28% en septiembre y $11.5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.27% en el río, en abril (Figs. 53 y 54).

BIOMASA (mg. / m3) G.FUNCIONALES E.Navacerrada

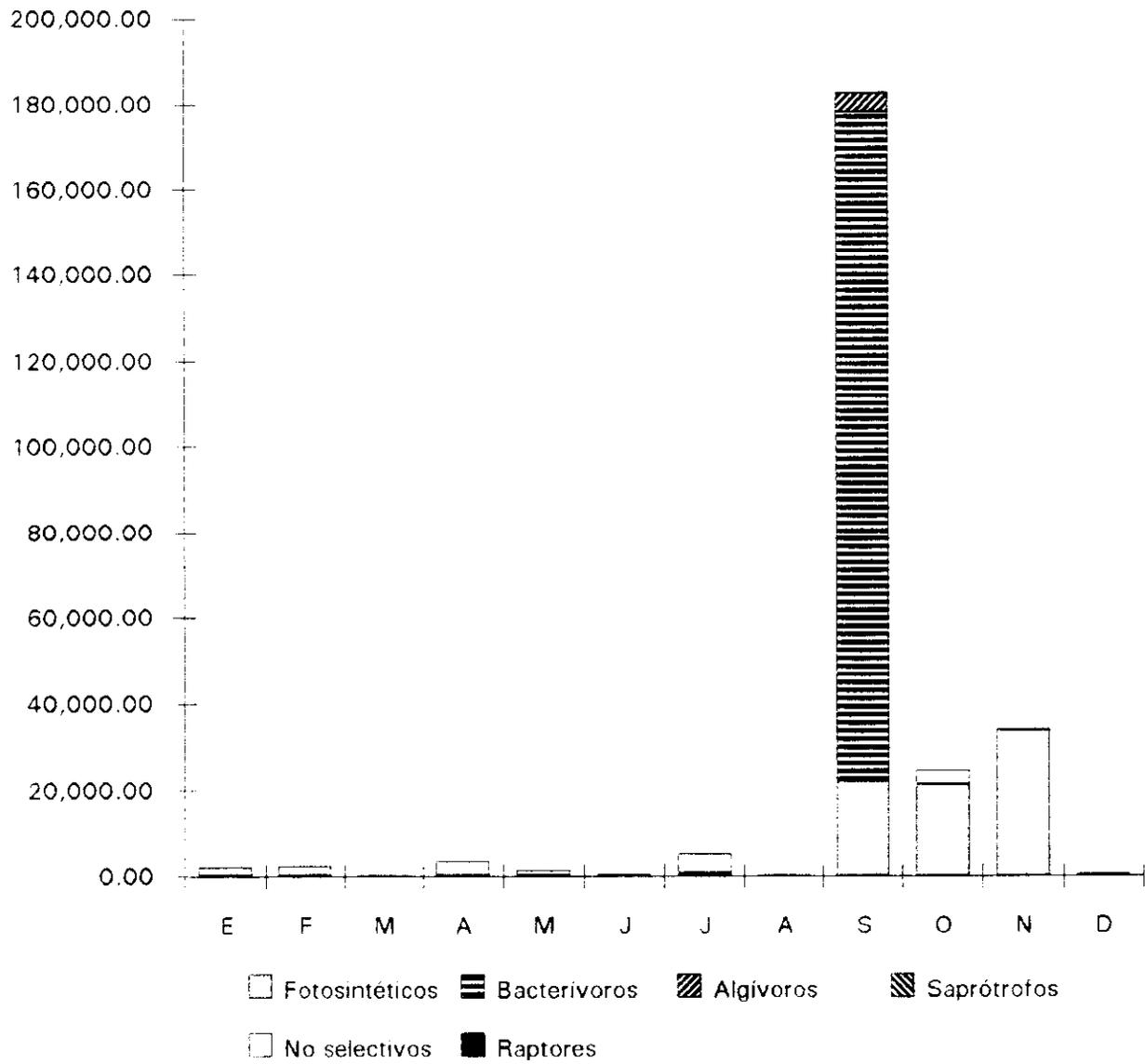


Figura 53

BIOMASA (mg. / m3) G.FUNCIONALES R.Navacerrada

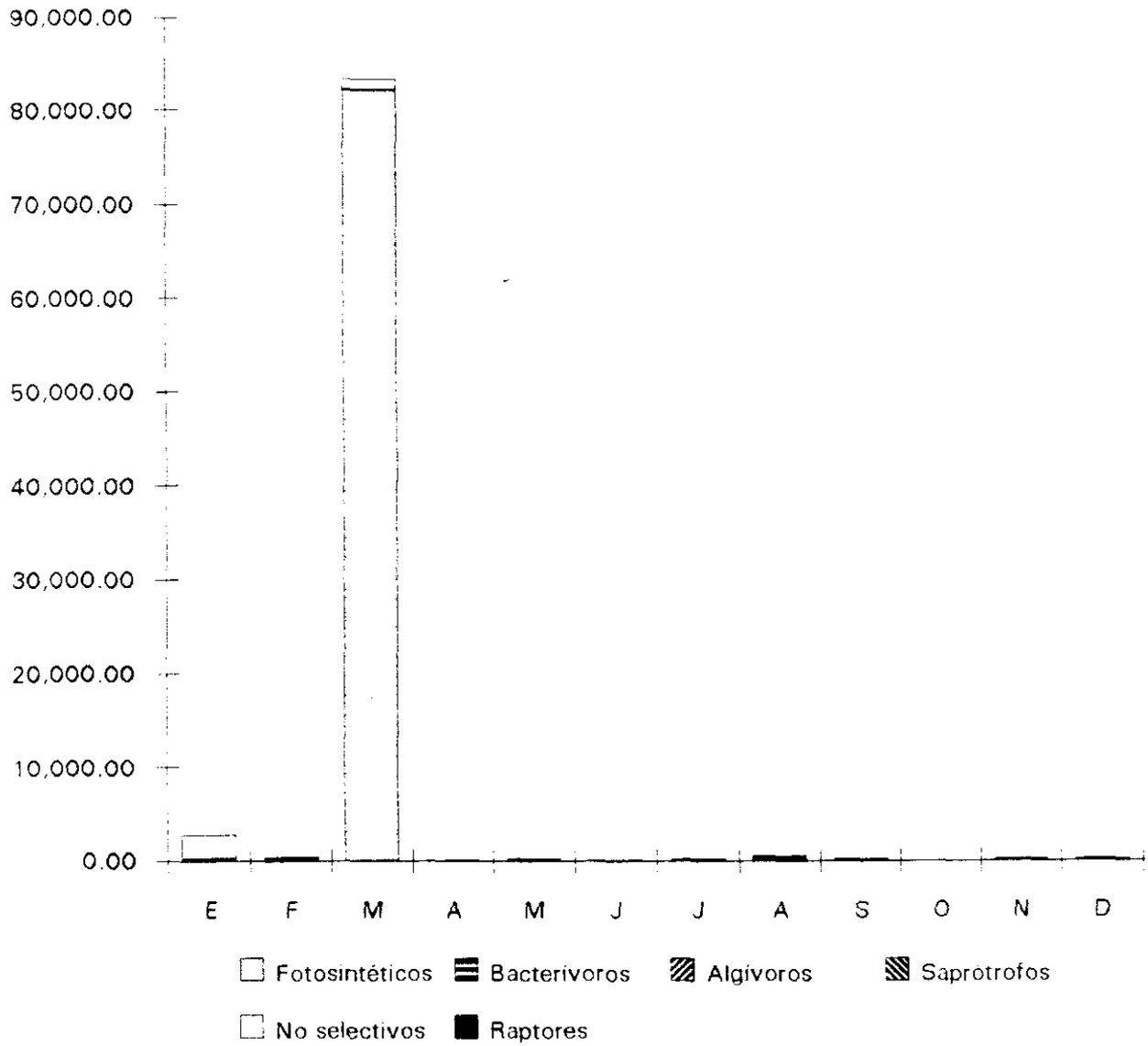


Figura 54

El análisis de los componentes principales respecto a la biomasa de los grupos funcionales en el embalse de Navacerrada, manifestó que respecto al primer componente (94.4% de varianza) el grupo de los bacterívoros (B) fue el más importante y le siguió el de los fotosintéticos (P) en cuanto al segundo componente (5.4 % de varianza). Los dos primeros componentes representaron el 99.8% de la variabilidad total. En relación con los muestreos, los más significativos fueron: el de septiembre y el de noviembre, en relación al primer y segundo componentes, respectivamente (Tabla 13). Los grupos funcionales más importantes respecto a la biomasa, en el embalse de Navacerrada, fueron los fotosintéticos (P) y los bacterívoros (B), que no estaban correlacionados entre sí (Fig. 55); también estos grupos eran los más representativos en el embalse, con referencia a la abundancia de individuos. Por otro lado, existió una importante correlación entre la biomasa del grupo de los bacterívoros (B) y la de los algívoros (A) ($r: 0.999, p < 0.05$).

En el río Navacerrada, el análisis de los componentes principales de los grupos funcionales en relación con la biomasa mostró que, los fotosintéticos fueron los más relevantes respecto al primer componente (99.9% de varianza) y les siguieron el grupo de los no selectivos cuanto al segundo componente (0.09 % de varianza) (Tabla 14). Los muestreos de marzo y enero fueron los más importantes respecto al primer y segundo componentes, respectivamente. En la figura 56 se muestra la importancia de los grupos P (fotosintéticos) y N (no selectivos) en cuanto a la biomasa en el río

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa Fotosintéticos	0.114432	0.993387	9.33069E-3
Biomasa Bacterívoros	0.992991	-0.114457	7.85647E-3
Biomasa Algívoros	0.028212	-3.34008E-3	-2.0927E-3
Biomasa Saprótrofos	-5.92897E-6	1.86418E-4	3.39403E-4
Biomasa No selectivos	-8.81078E-3	-8.37746E-3	0.999923
Biomasa Raptores	0	0	0

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.360561	-0.502692
Febrero	-0.362803	-0.503138
Marzo	-0.34775	-0.491573
Abril	-0.36725	-0.502612
Mayo	-0.353485	-0.495462
Junio	-0.350856	-0.487906
Julio	-0.365233	-0.516574
Agosto	-0.351432	-0.492108
Septiembre	3.39812	0.920056
Octubre	-0.16517	1.25277
Noviembre	-0.028225	2.31021
Diciembre	-0.345358	-0.490965

Tabla 13

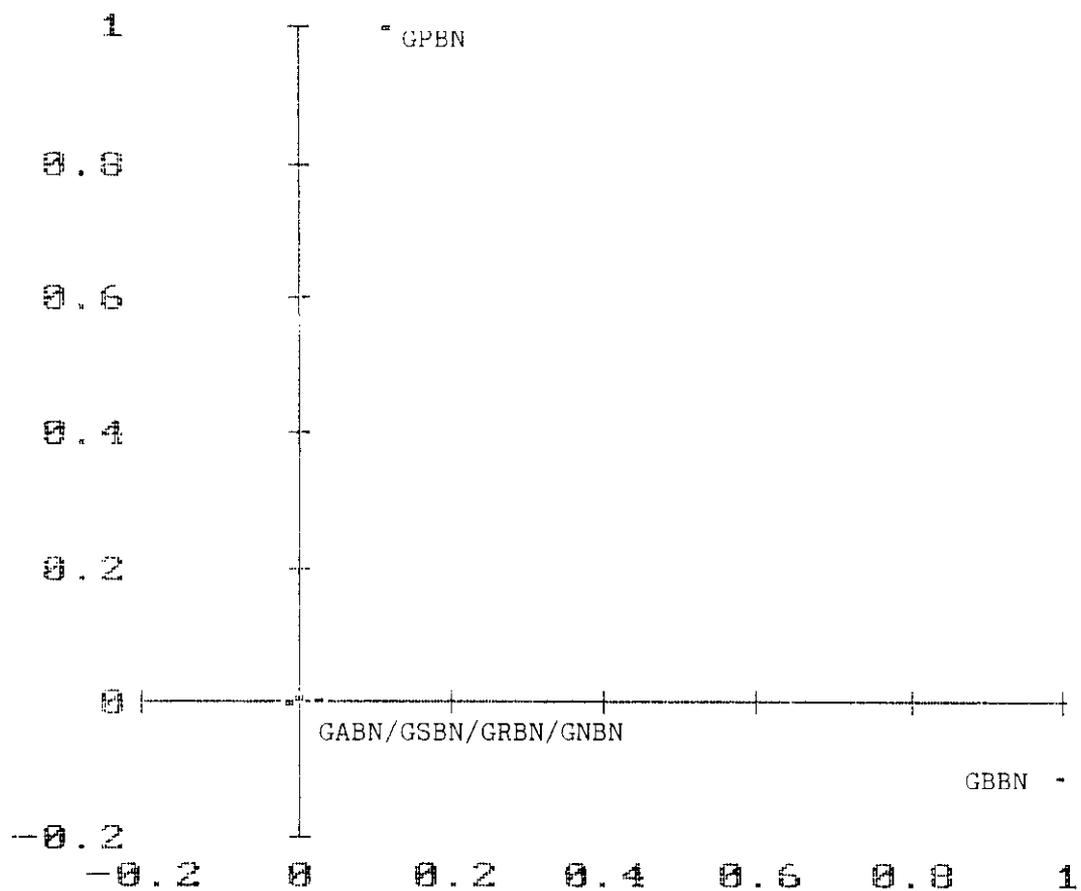


Fig. 55. Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPBN), bacterívoros (GBBN), algívoros (GABN), saprótrofos (GSBN), no selectivos (GNBN) y depredadores (raptores) (GRBN).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO NAVACERRADA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa Fotosintéticos	0.99994	-0.010922	2.55791E-4
Biomasa Bacterívoros	-8.29812E-4	0.021732	0.119136
Biomasa Algívoros	-1.85185E-4	-5.08468E-3	0.992875
Biomasa Saprótrofos	0	0	0
Biomasa No selectivos	0.010942	0.999691	2.46292E-3
Biomasa Raptores	0	0	0

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.258713	2.87945
Febrero	-0.294708	-0.428099
Marzo	3.18797	1.01723
Abril	-0.294118	-0.432708
Mayo	-0.292684	-0.424974
Junio	-0.294707	-0.436724
Julio	-0.291995	-0.291935
Agosto	-0.29204	-0.049377
Septiembre	-0.291223	-0.473192
Octubre	-0.293138	-0.477788
Noviembre	-0.290817	-0.457099
Diciembre	-0.293826	-0.424778

Tabla 14

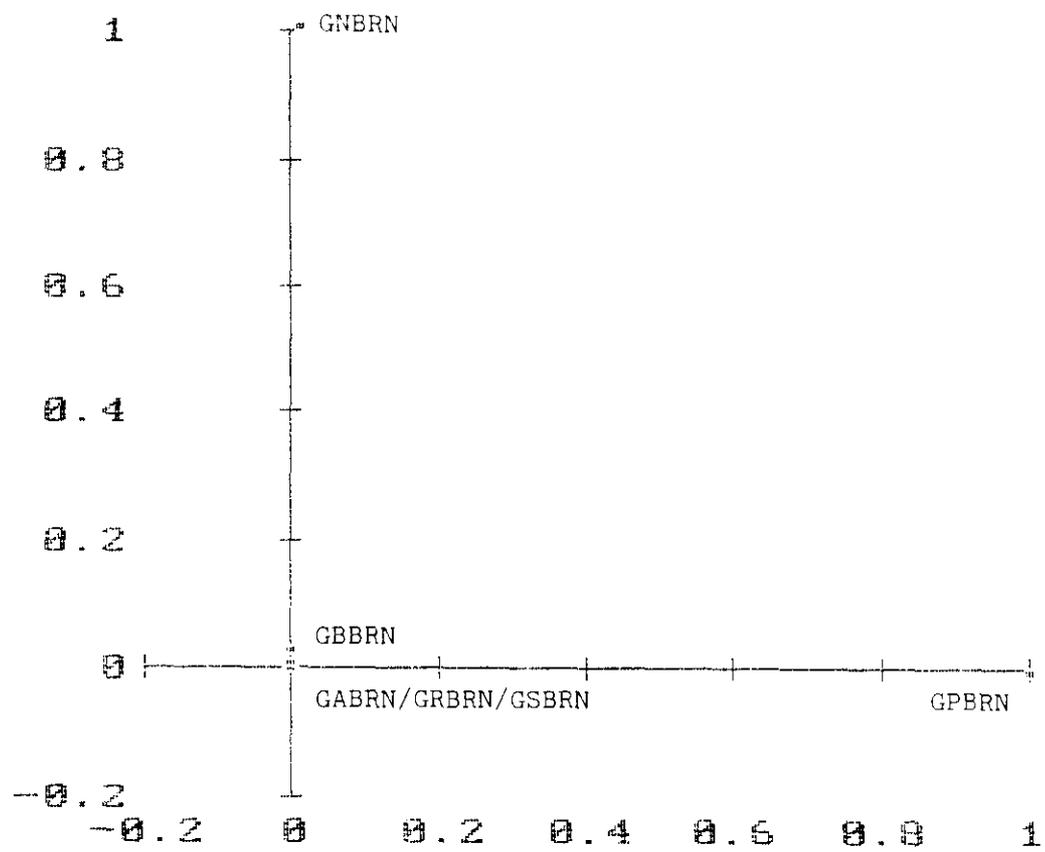


Fig. 56. Río Navacerrada. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPBRN), bacterívoros (GBBRN), algívoros (GABRN), saprótrofos (GSBRN), no selectivos (GNBRN) y depredadores (raptores) (GRBRN).

Navacerrada.

Las figuras 57 y 58 muestran la biomasa en cuanto a los grupos funcionales y los porcentajes relativos en cifras anuales, del embalse y del río Navacerrada (Apéndice I, Tabla XVII). El grupo de los bacterívoros (B) fue el que presentó mayor biomasa ($158046.5 \text{ mg.m}^{-3}$, 61.8%) en el embalse, mientras que en el río fueron los fotosintéticos ($82271.1 \text{ mg.m}^{-3}$, 93.8%). La biomasa de los predadores era nula en ambas estaciones. En el embalse, le siguieron al grupo de los bacterívoros por orden de importancia respecto a la biomasa, los fotosintéticos ($77261.6 \text{ mg.m}^{-3}$, 30.2%), el grupo de los no selectivos ($15706.1 \text{ mg.m}^{-3}$, 6.1%), los algívoros (4485.6 mg.m^{-3} , 1.7%) y los saprótrofos (12.3 mg.m^{-3} , $4.8 \times 10^{-3} \%$). En el río Navacerrada los valores fueron menores, encontrándose 4162.6 mg.m^{-3} , 4.7% en el grupo de los no selectivos; 932.7 mg.m^{-3} , 1.0% en el de los bacterívoros y 254.0 mg.m^{-3} , 0.28% en el de los algívoros. La biomasa de los saprótrofos no estuvo representada en el río Navacerrada.

BIOMASA (mg. / m³) G.FUNCIONALES Val. anuales

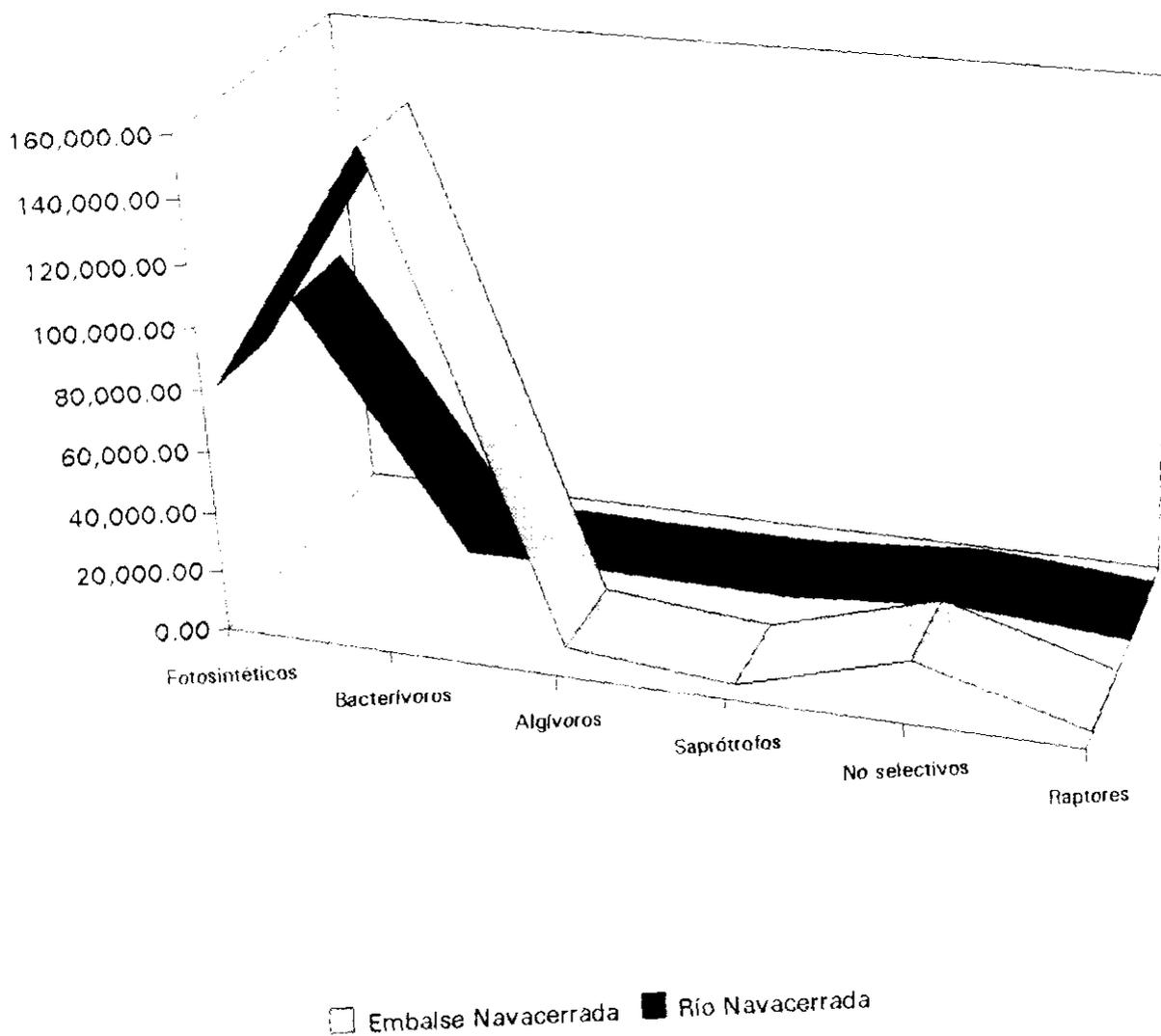


Figura 57

% BIOMASA (mg. / m³) G.FUNCIONALES Val. anuales

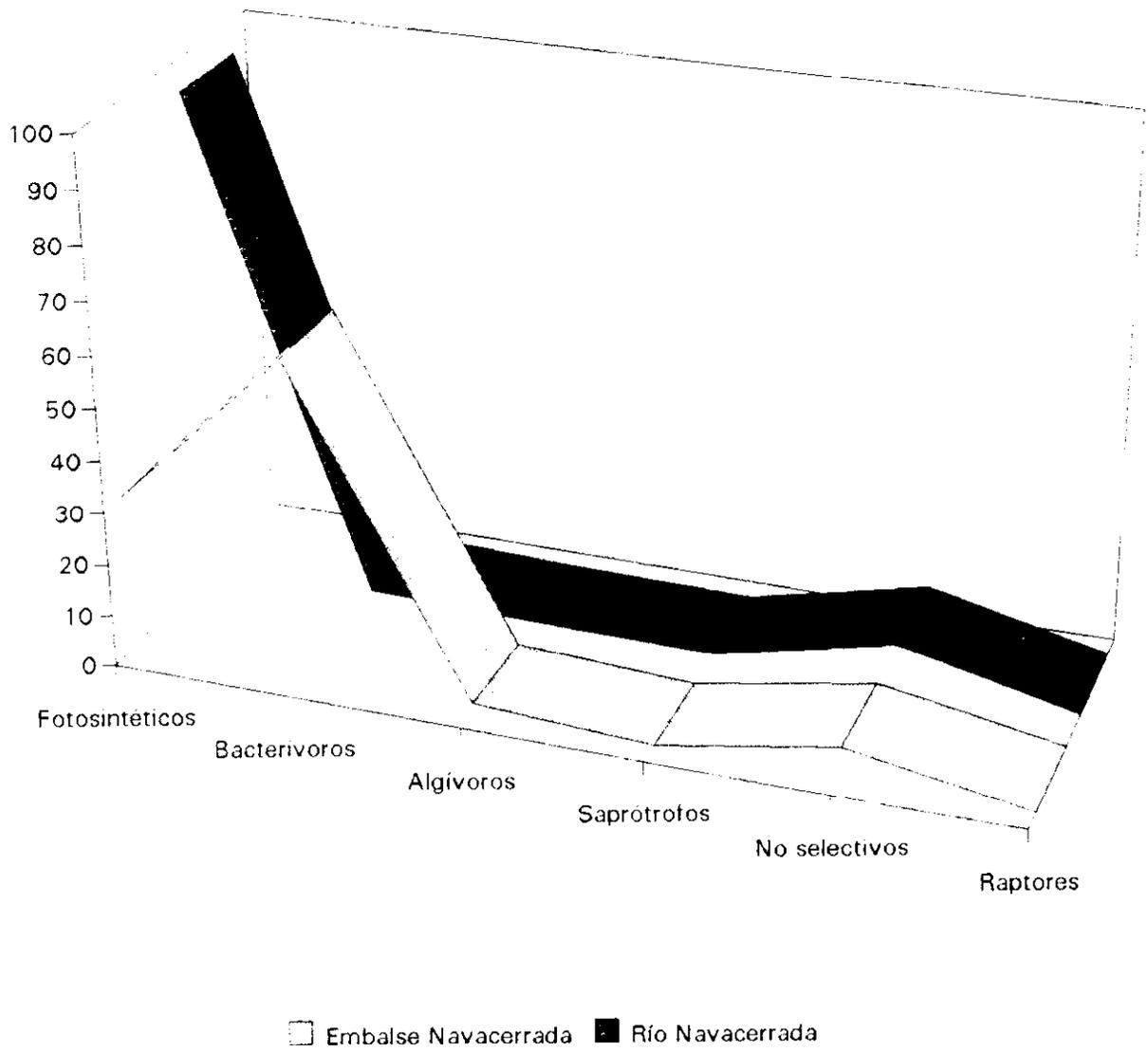


Figura 58

II. SISTEMA EMBALSE DE LA JAROSA-RIO GUADARRAMA

1. Factores físico-químicos.-

En las tablas XVIII y XXVI (Apéndice I) se observan las variaciones de los factores físico-químicos en ambas estaciones.

Respecto a la temperatura del agua ($^{\circ}\text{C}$), el máximo valor se obtuvo, tanto en el embalse de La Jarosa (23°C) como en el río Guadarrama (20°C), en el octavo muestreo que corresponde al mes de agosto. Los valores mínimos se observaron en el embalse, en los meses de enero y febrero (5°C), y en el río en diciembre (3°C). Entre estos valores extremos existe una gradación paulatina en las dos estaciones, aunque, en el río Guadarrama hay una bajada ostensible de la temperatura en los meses de junio (14°C) y julio (12°C) (Fig. 59).

En relación con el pH, los valores mínimos se encontraron en el tercer muestreo (marzo) en las dos zonas, 6.1 en el embalse y 6.4 en el río. En el embalse de La Jarosa el pH no llegó nunca a ser alcalino y el máximo se obtuvo en el cuarto muestreo (6.7). En el río Guadarrama, en cambio, el pH fue alcalino en los muestreos noveno (8.9), donde se obtuvo el máximo, y séptimo (8.3) (Fig. 60).

El potencial de óxido-reducción osciló, en el embalse de La Jarosa entre

TEMPERATURA (°C)

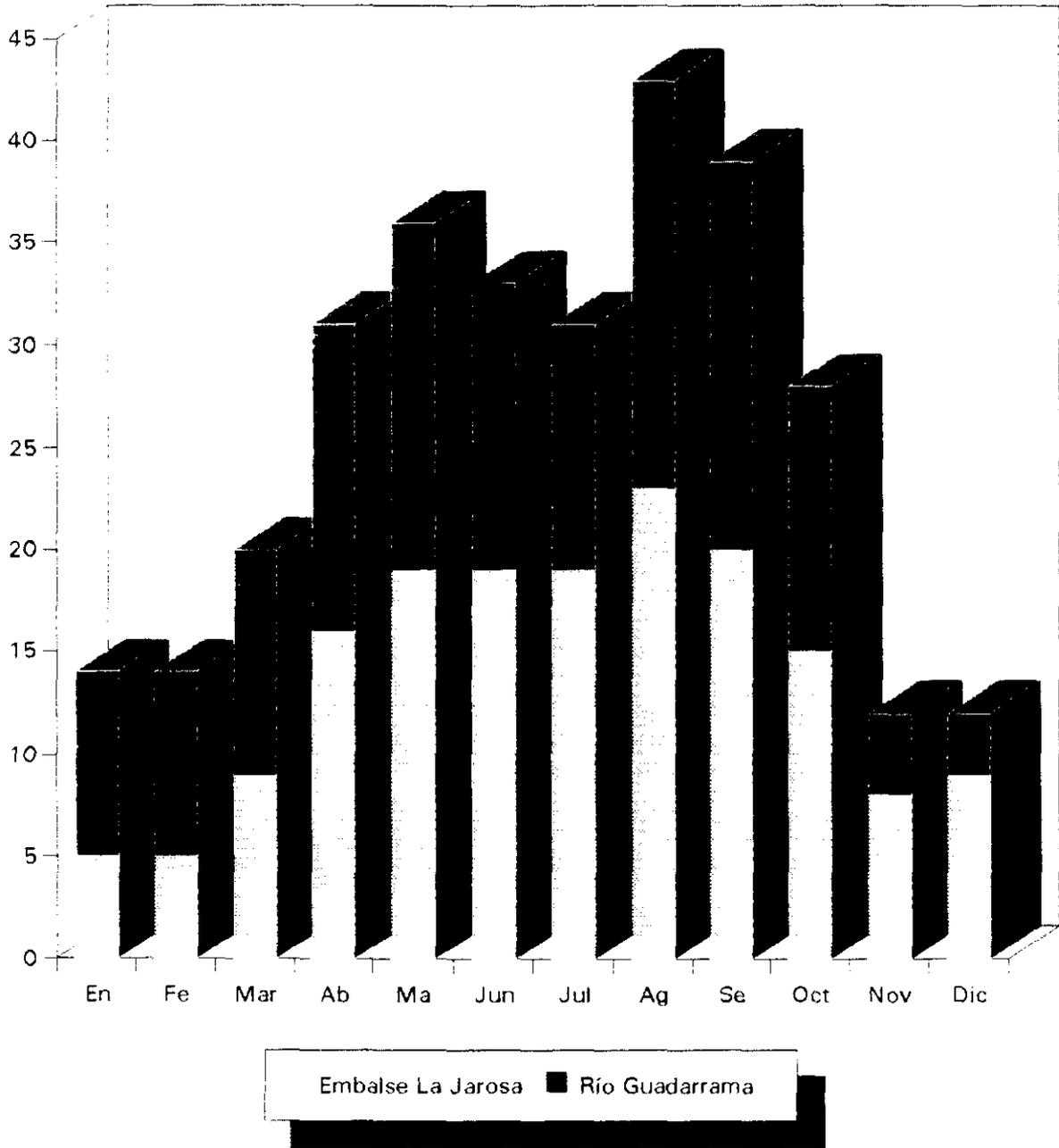


Figura 59

pH

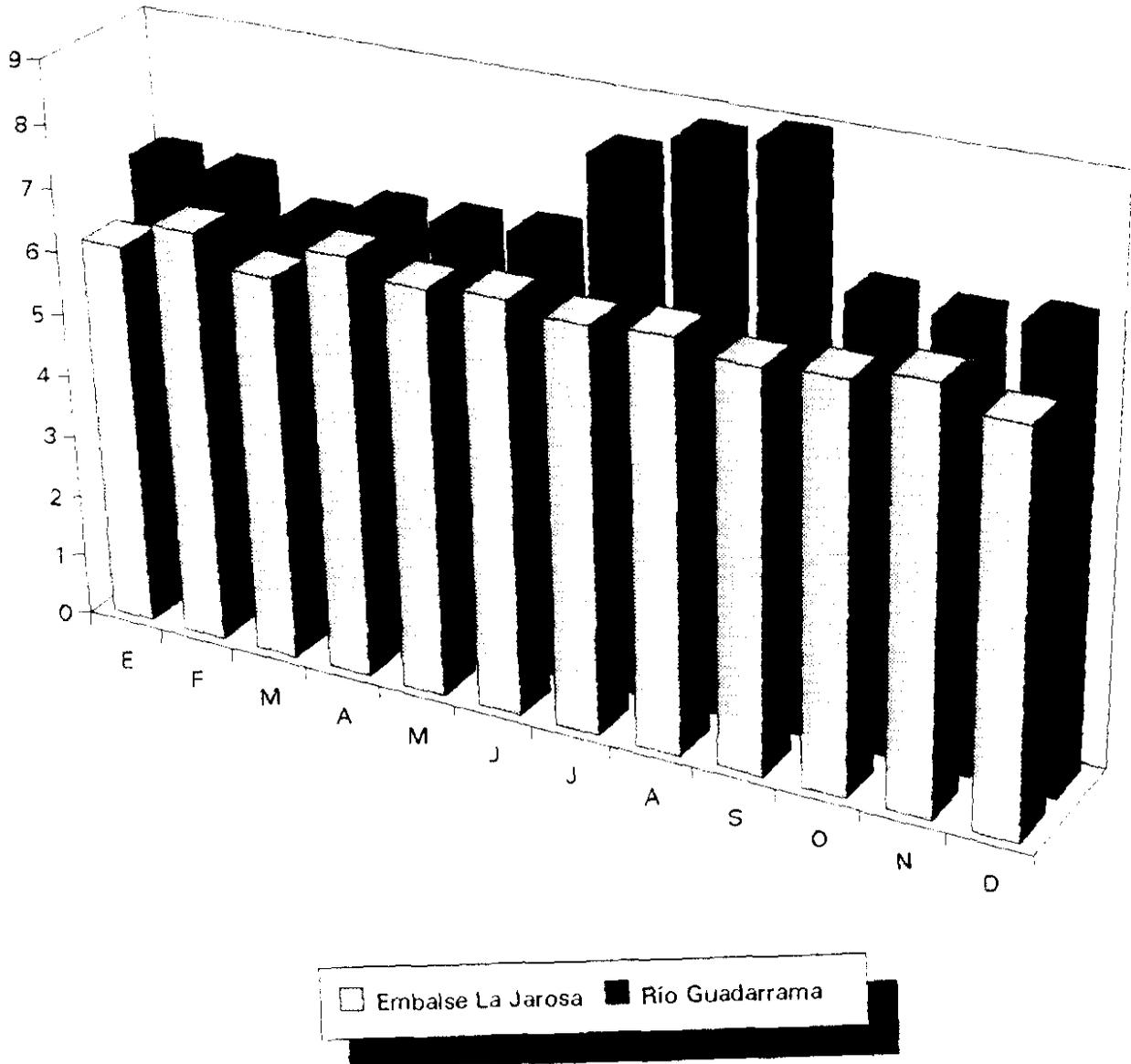


Figura 60

59.8 mV y 24.2 mV, en los meses de enero y febrero respectivamente. En el mes de enero, coincidiendo con el máximo valor de potencial (59.8 mV) se midió uno de los valores más bajos de pH (6.1) y el mínimo valor de temperatura (5°C). En el mes de febrero se encontró el menor valor de potencial (24.2 mV), observándose uno de los valores más altos de pH (6.6) en esta zona. En el río Guadarrama, el potencial varió entre 31.2 mV en el mes de marzo y 3.5 mV en febrero, dentro de los potenciales positivos. En marzo, cuando se alcanzó el mayor valor del potencial (31.2 mV), se obtuvo el menor pH (6.4). El potencial de 3.5 mV, medido en febrero, fue acompañado por un pH cercano a la neutralidad (6.9). Se observó un único valor negativo del potencial (-97.4 mV), en el noveno muestreo (septiembre), que coincide con el valor más alto de pH (8.9), y con uno de los valores más altos de la temperatura (19°C) (Fig. 61).

Respecto a la DBO_5 , los valores oscilaron, en el embalse de La Jarosa, entre 0.8 mg.l^{-1} en noviembre y 5.4 mg.l^{-1} en mayo. En el río Guadarrama hubo una variación de 0.6 mg.l^{-1} (septiembre) a 5.4 mg.l^{-1} (octubre). En el río, en el mes de septiembre (noveno muestreo), el valor mínimo de la DBO_5 (0.6 mg.l^{-1}) coincidía con el único valor negativo del potencial (-97.4 mV), con el pH máximo (8.9), y con una de las temperaturas más elevadas (19°C) encontradas en esta zona (Fig. 62).

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, los valores mínimos fueron muy semejantes en ambas áreas: 1.1 mg.l^{-1} (enero) en el embalse de La Jarosa,

POT (mV)

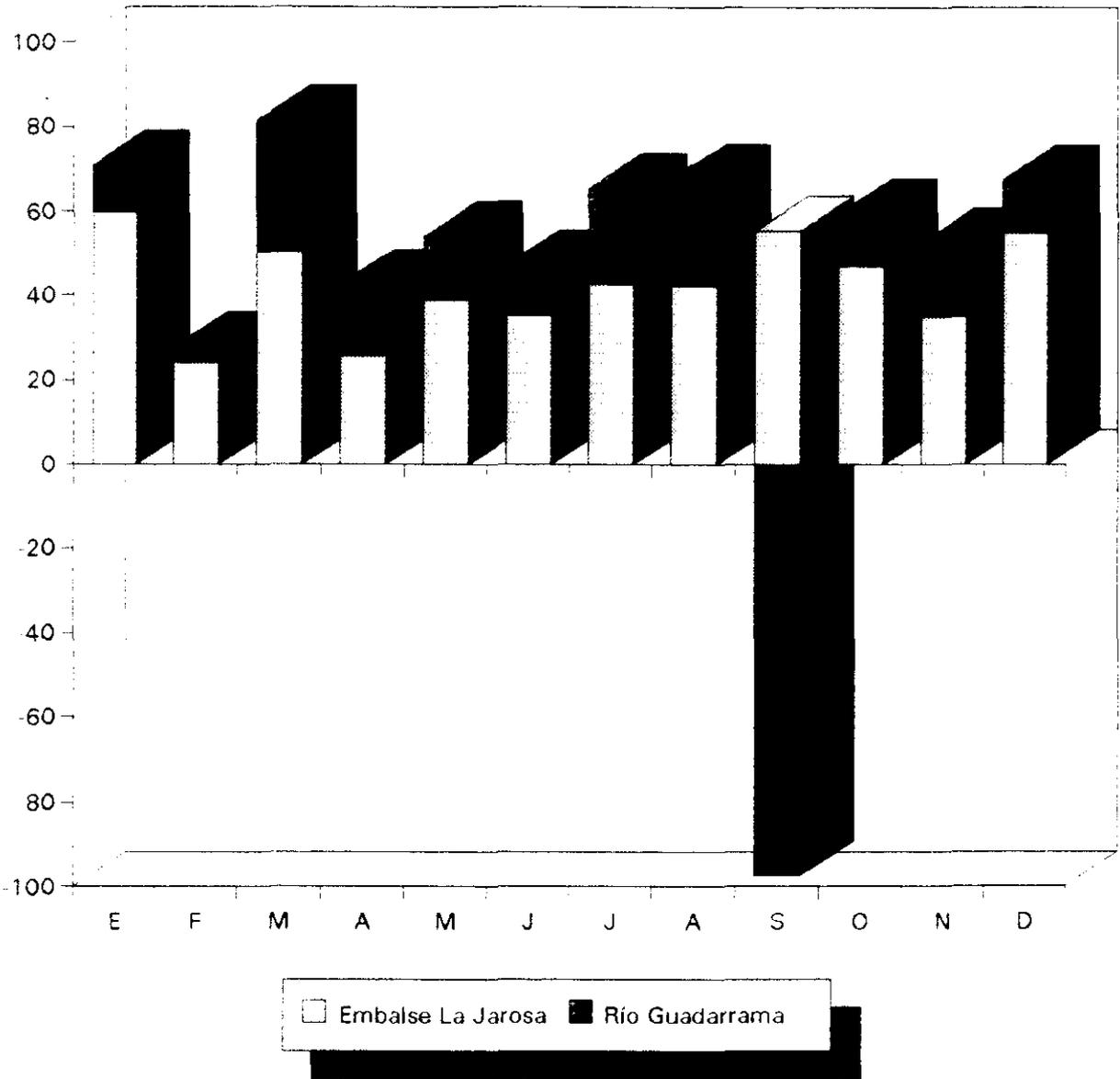


Figura 61

DBO5 (mg. / l.)

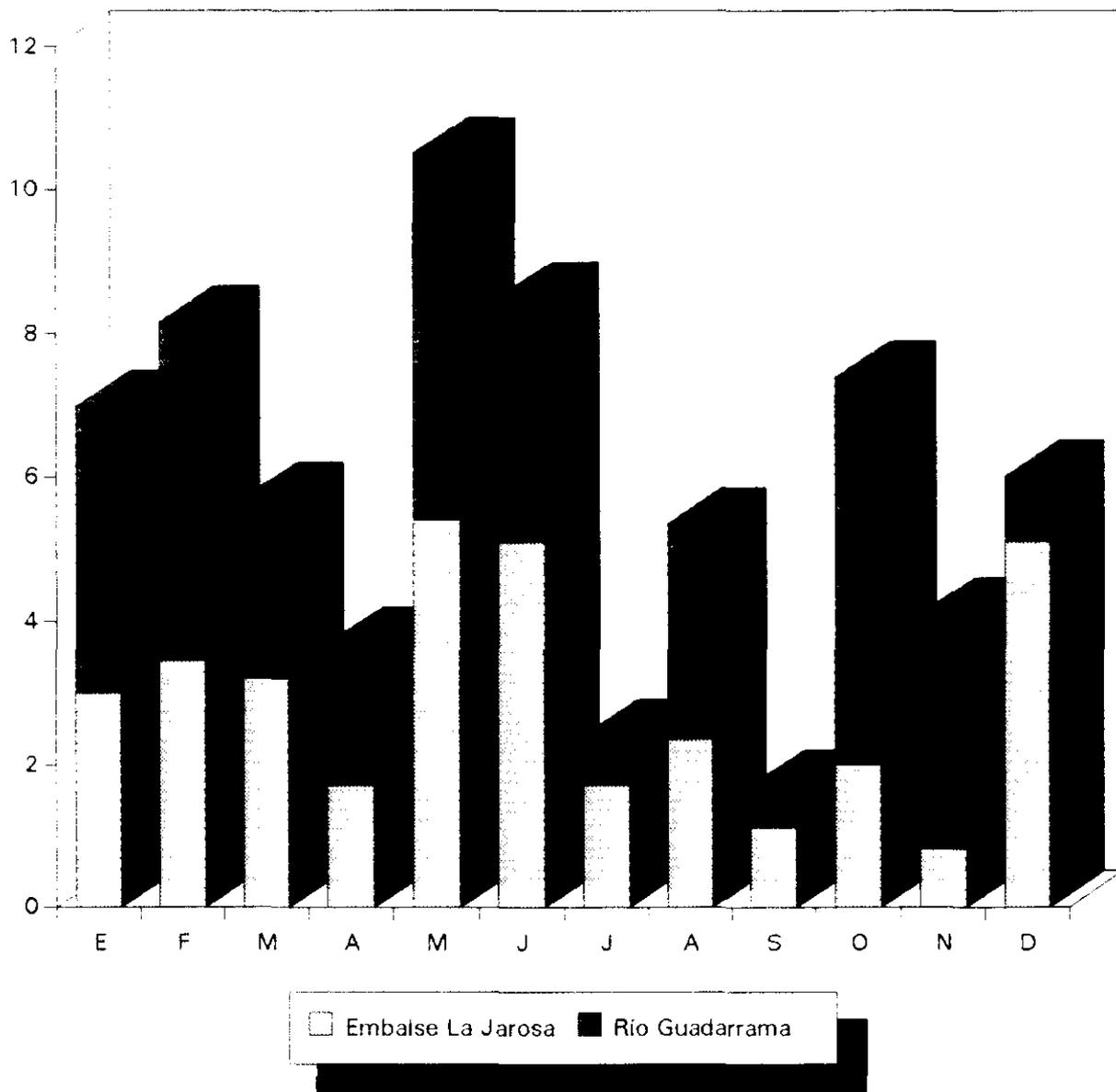


Figura 62

y 1.2 mg.l^{-1} (octubre), en el río Guadarrama. En el embalse, este valor mínimo se corresponde con el máximo de potencial de óxido-reducción (59.8 mV), con uno de los valores más bajos de pH encontrados (6.1), y con la menor temperatura (5°C). En el río, el valor mínimo de la concentración de oxígeno (1.2 mg.l^{-1}), coincide, en el décimo muestreo (octubre), con el valor máximo de la DBO_5 (5.4 mg.l^{-1}). Las cifras más elevadas de la concentración de oxígeno disuelto se encontraron tanto en el embalse (7.9 mg.l^{-1}), como en el río (9.1 mg.l^{-1}), en el noveno muestreo (septiembre). En el embalse de La Jarosa, en este mismo muestreo, se obtuvo, también, el mínimo valor de la DBO_5 (1.1 mg.l^{-1}), y uno de los valores más altos de potencial (55.4 mV) y de temperatura (20°C). En el río Guadarrama el máximo de oxígeno (9.1 mg.l^{-1}) coincide, en el noveno muestreo (septiembre) con: el valor mínimo de la DBO_5 (0.6 mg.l^{-1}), el único potencial negativo (-97.4 mV), el pH más alto (8.9) y una temperatura elevada (19°C) (Fig. 63).

El análisis de los componentes principales de los factores físico-químicos, en el embalse de La Jarosa indica que, respecto al primer componente (39.8% de la varianza), el pH y el potencial de óxido-reducción son las variables más importantes, seguidas por el oxígeno disuelto, en cuanto al segundo componente (31.8% de la varianza), y la temperatura y la DBO_5 en relación con el tercer componente (18.6% de varianza). Si se consideran los diferentes muestreos (Tabla 15), los más significativos son: el primero (enero) y el cuarto (abril) respecto al primer componente, el noveno

O₂ (mg. / l.)

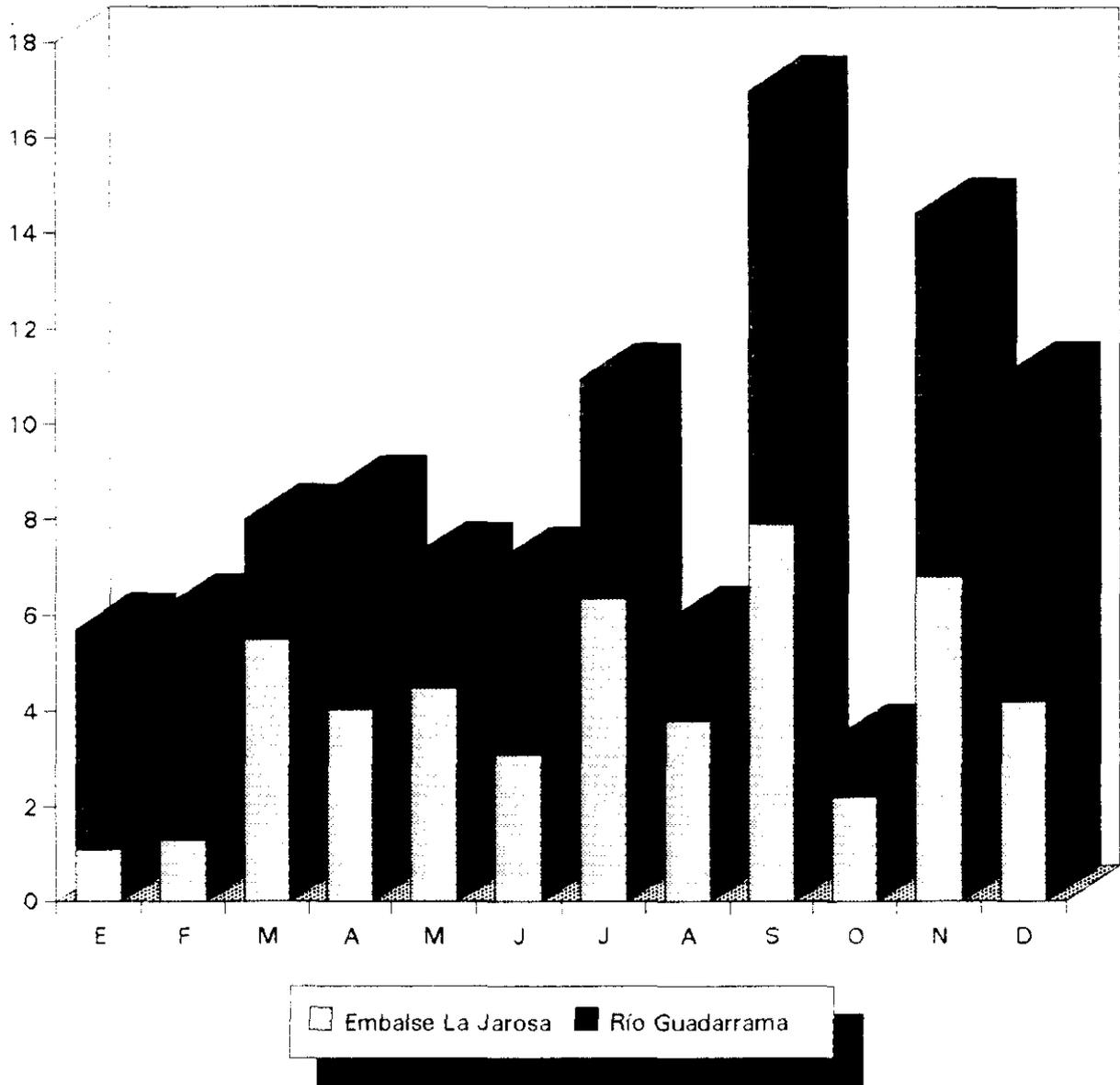


Figura 63

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Temperatura	-0.200123	0.457866	0.731838
pH	-0.698113	-0.040886	-0.025452
POT	0.678091	0.154528	0.079131
DBO ₅	0.110543	-0.526924	0.676293
O ₂	0.023711	0.697968	0.011465

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	2.28727	-1.40431
Febrero	-1.57727	-22.07151
Marzo	1.7529	0.13395
Abril	-2.21597	0.197851
Mayo	-0.349769	-0.428436
Junio	-0.960104	-0.857056
Julio	-0.156635	1.46132
Agosto	-0.596864	0.677424
Septiembre	0.96195	2.43335
Octubre	0.309561	-0.218625
Noviembre	-1.0686	0.964502
Diciembre	1.61353	-0.88846

Tabla 15

(septiembre), en relación con el segundo componente, y el quinto (mayo) y sexto (junio) en cuanto al tercer componente.

Como se puede observar en la figura 64, existe una correlación negativa muy significativa entre el pH y el potencial de óxido-reducción ($r: -0.932, p < 0.01$), y otra, aunque menos importante, entre el oxígeno disuelto y la DBO_5 .

En el río Guadarrama, el análisis de los componentes principales muestra que el pH y el potencial de óxido-reducción son las variables dominantes respecto al primer componente (55.6% de la varianza). A estas variables les siguen, en importancia, la temperatura, en cuanto al segundo componente (26.4% de varianza), y la DBO_5 respecto al tercer componente (12.0% de varianza) (Tabla 16).

Los muestreos noveno (septiembre) y octavo (agosto) son los más significativos en cuanto al primer y segundo componentes, respectivamente. El pH presenta una importante correlación negativa con el potencial de óxido-reducción ($r: -0.770, p < 0.01$), y otra, menos importante, con la DBO_5 ($r: -0.587, p < 0.05$). Además, el pH está correlacionado con el oxígeno disuelto ($r: 0.586, p < 0.05$). Por otro lado, hay una correlación negativa entre el oxígeno disuelto y: el potencial de óxido-reducción ($r: -0.647, p < 0.05$) y la DBO_5 ($r: -0.588, p < 0.05$). La temperatura del agua no está correlacionada con el resto de los factores, pero destaca por su contribución respecto a los demás vectores (Fig. 65).

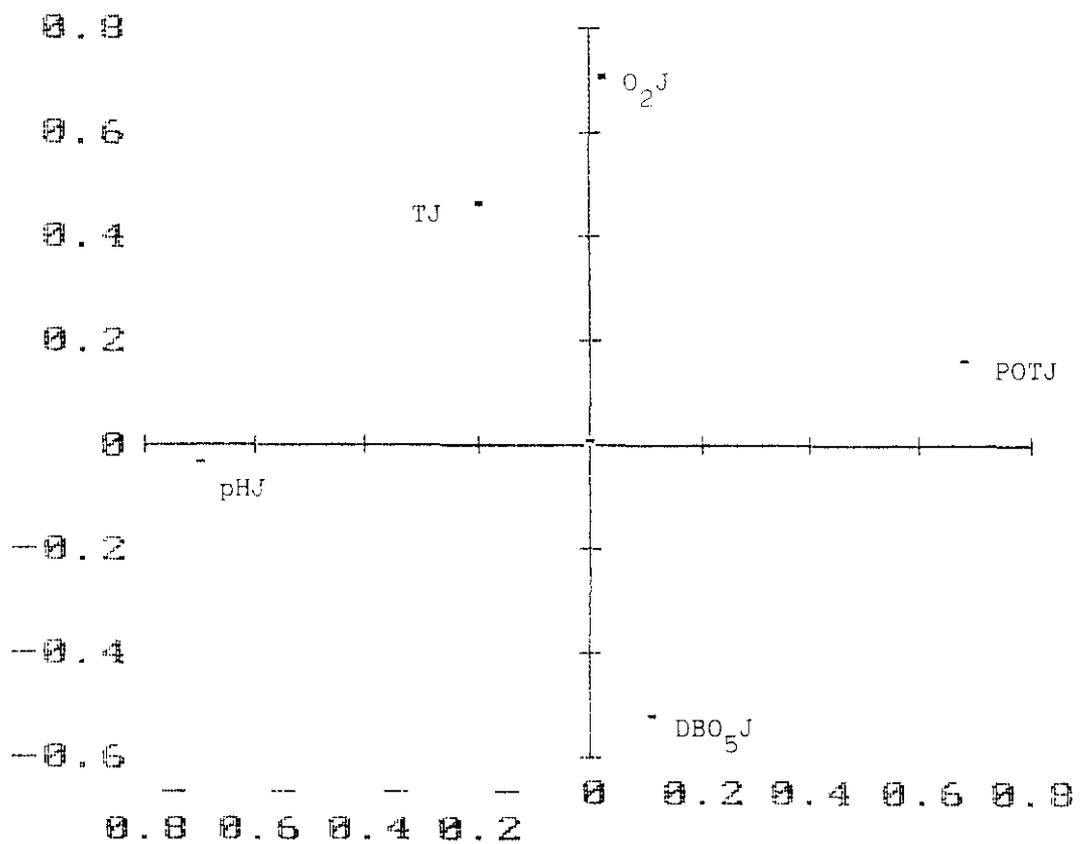


Fig. 64. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales respecto a los factores físico-químicos: temperatura (TJ), pH (pHJ), potencial de óxido-reducción (POTJ), demanda biológica de oxígeno (DBO_5J) y oxígeno disuelto (O_2J).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Temperatura	0.076638	0.836011	0.205464
pH	0.540716	0.177682	0.038592
POT	-0.51301	-0.254564	0.485776
DBO ₅	-0.439964	0.209879	-0.800489
O ₂	0.49498	-0.400827	-0.282017

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.466151	-0.438919
Febrero	-0.542164	-0.344741
Marzo	-1.22059	-0.247714
Abril	-0.124351	0.156
Mayo	-1.24381	1.19455
Junio	-0.450989	0.3375
Julio	1.24053	-0.150085
Agosto	-1.0051	1.41406
Septiembre	4.61719	1.22353
Octubre	-1.57723	0.909831
Noviembre	0.070914	-1.90474
Diciembre	0.701751	-2.14928

Tabla 16

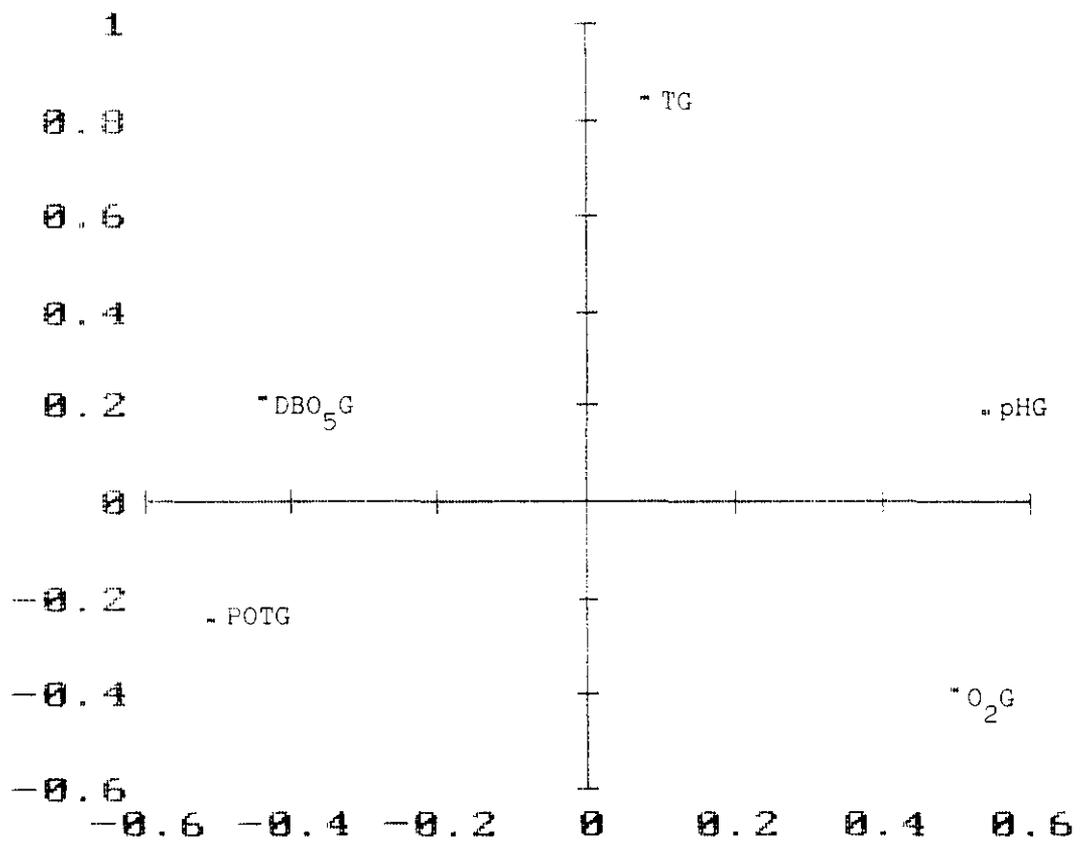


Fig. 65. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales respecto a los factores físico-químicos: temperatura (TG), pH (pHG), potencial de óxido-reducción (POTG), demanda biológica de oxígeno (DBO₅G) y oxígeno disuelto (O₂G).

2. *Dinámica de las poblaciones.-*

2.1 *Densidad y número de especies.*

Se efectuó un estudio anual de las poblaciones de protozoos del sistema embalse de La Jarosa-río Guadarrama, identificando las especies y calculando la densidad de individuos de cada especie. Los datos se han expresado respecto a los protozoos en general, los protozoos ciliados y los protozoos no ciliados, calculándose los porcentajes relativos de estos tres grupos en cuanto al total de cada muestreo (Apéndice I, Tablas XIX, XX, XXVII y XXVIII).

Con relación a la abundancia o densidad de los protozoos, en el embalse de La Jarosa, los valores oscilaron entre 953 ind.ml⁻¹ (17.2%), en el noveno muestreo (septiembre), y 169 ind.ml⁻¹ (3.0%) en el sexto muestreo (junio). En el río Guadarrama se encontró el máximo valor de abundancia, respecto a los protozoos, del sistema en el décimo muestreo (octubre), 1323 ind.ml⁻¹ (20.2%). El mínimo valor de densidad, en esta estación, correspondió (al igual que en el embalse de La Jarosa), al sexto muestreo (junio), con 213 ind.ml⁻¹ (3.2%), (Fig. 66). En el río Guadarrama, los valores máximo y mínimo fueron superiores a los del embalse de La Jarosa. En cambio, en cuanto al número de especies de protozoos, las cifras extremas fueron superiores en el embalse de La Jarosa: máximo, 36 especies (17.6%) en el segundo muestreo (febrero),

ABUNDANCIA (ind. / ml.)

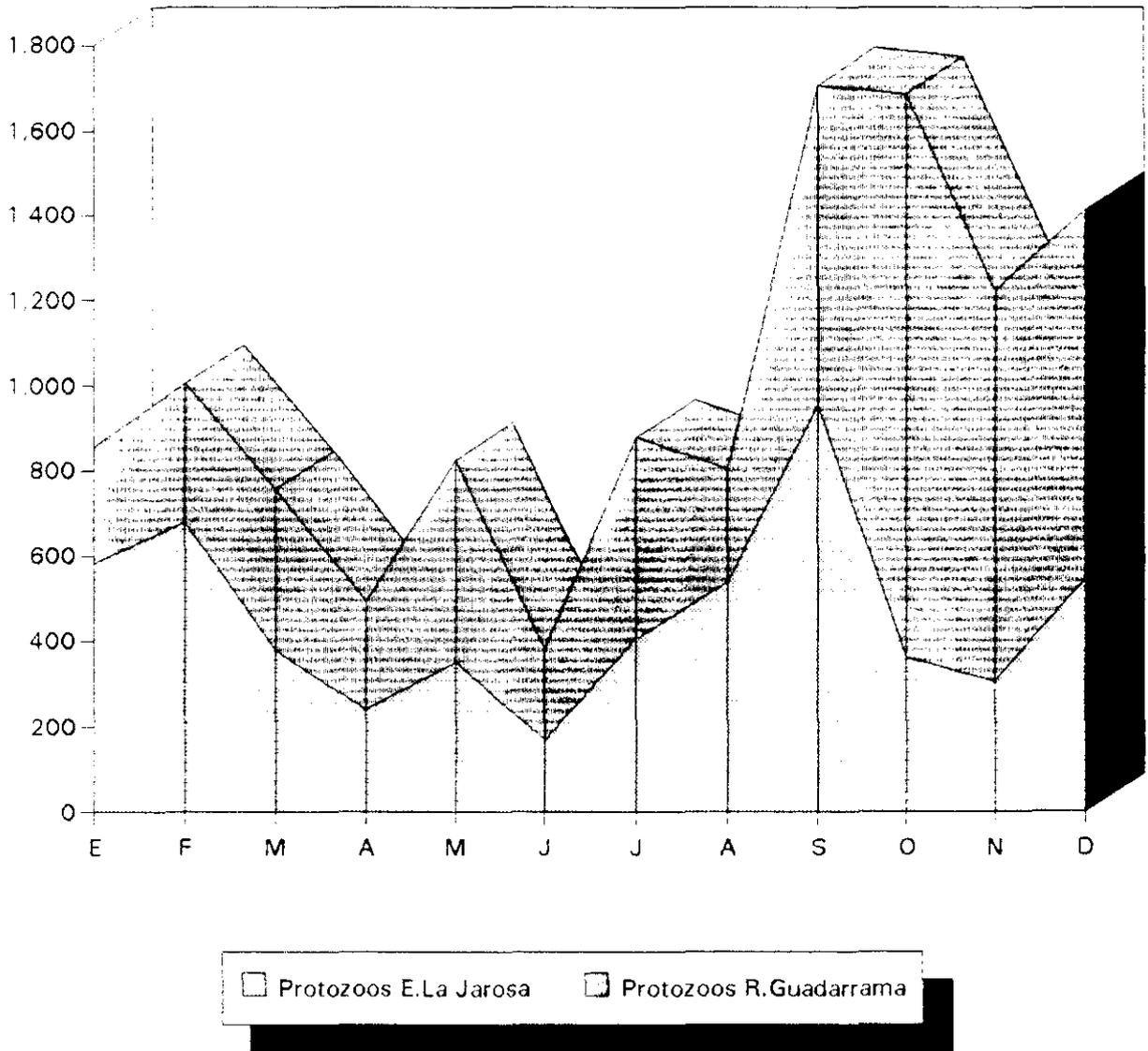


Figura 66

mínimo, 9 especies (4.4%) en los muestreos quinto, sexto y séptimo (mayo, junio y julio, respectivamente). En el río Guadarrama los valores variaron entre 23 especies (12.5%) en el décimo muestreo (octubre), y 5 especies (2.7%) en el octavo muestreo (agosto) (Fig. 67).

Teniendo en cuenta la densidad de los protozoos ciliados, en el duodécimo muestreo (diciembre) se observó el máximo valor del río Guadarrama (443 ind.ml⁻¹, 16.1%), y el mínimo del embalse de La Jarosa (115 ind.ml⁻¹, 4.7%). En el primer y segundo muestreos (enero y febrero), se encontraron los valores mínimo (105 ind.ml⁻¹, 3.8%), en el río, y máximo (400 ind.ml⁻¹, 16.5%), en el embalse, respectivamente (Fig. 68). El número de especies de protozoos ciliados (Fig. 69), osciló, en el embalse de La Jarosa, entre 26 (20.1%) en el segundo muestreo (febrero), y 5 (3.8%) en los muestreos sexto y séptimo (junio y julio). En el río Guadarrama, el valor más alto, 15 (13.0%) se encontró en el duodécimo muestreo (diciembre), y el más bajo, 2 (1.7%), en el octavo muestreo (agosto). Por consiguiente, los valores extremos del embalse de La Jarosa fueron superiores a los del río Guadarrama.

Respecto a la densidad de los protozoos no ciliados, el máximo valor del sistema, 1093 ind.ml⁻¹ (28.9%), se observó en el décimo muestreo (octubre), en el río Guadarrama, mientras que, el mayor valor del embalse de La Jarosa correspondió al noveno muestreo (septiembre), 781 ind.ml⁻¹ (25.2%). En el sexto muestreo (junio) se observaron los valores mínimos en ambas estaciones: 70 ind.ml⁻¹ (1.8%) en el río y 42

Nº ESPECIES PROTOZOOS

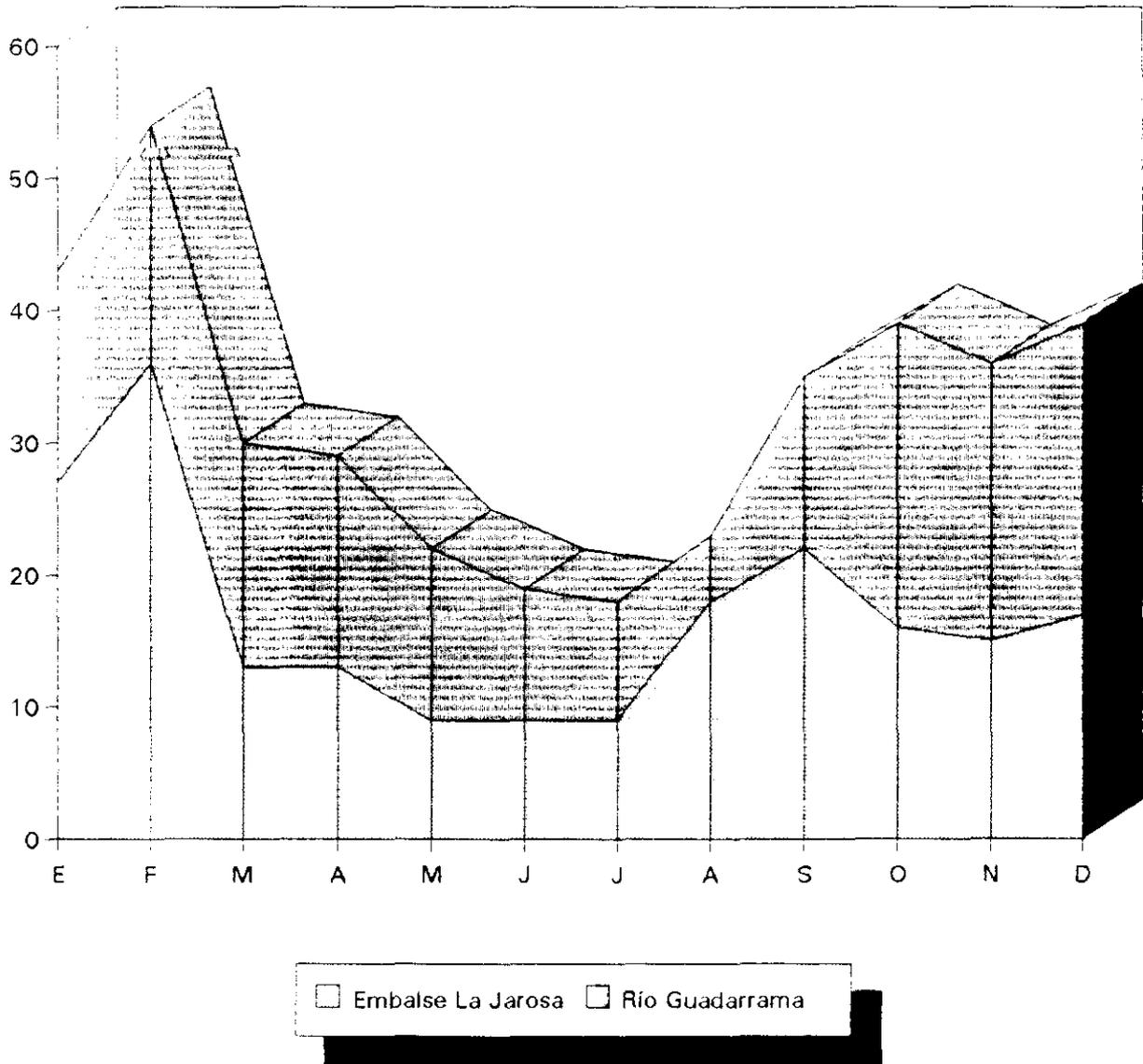


Figura 67

ABUNDANCIA (ind. / ml.)

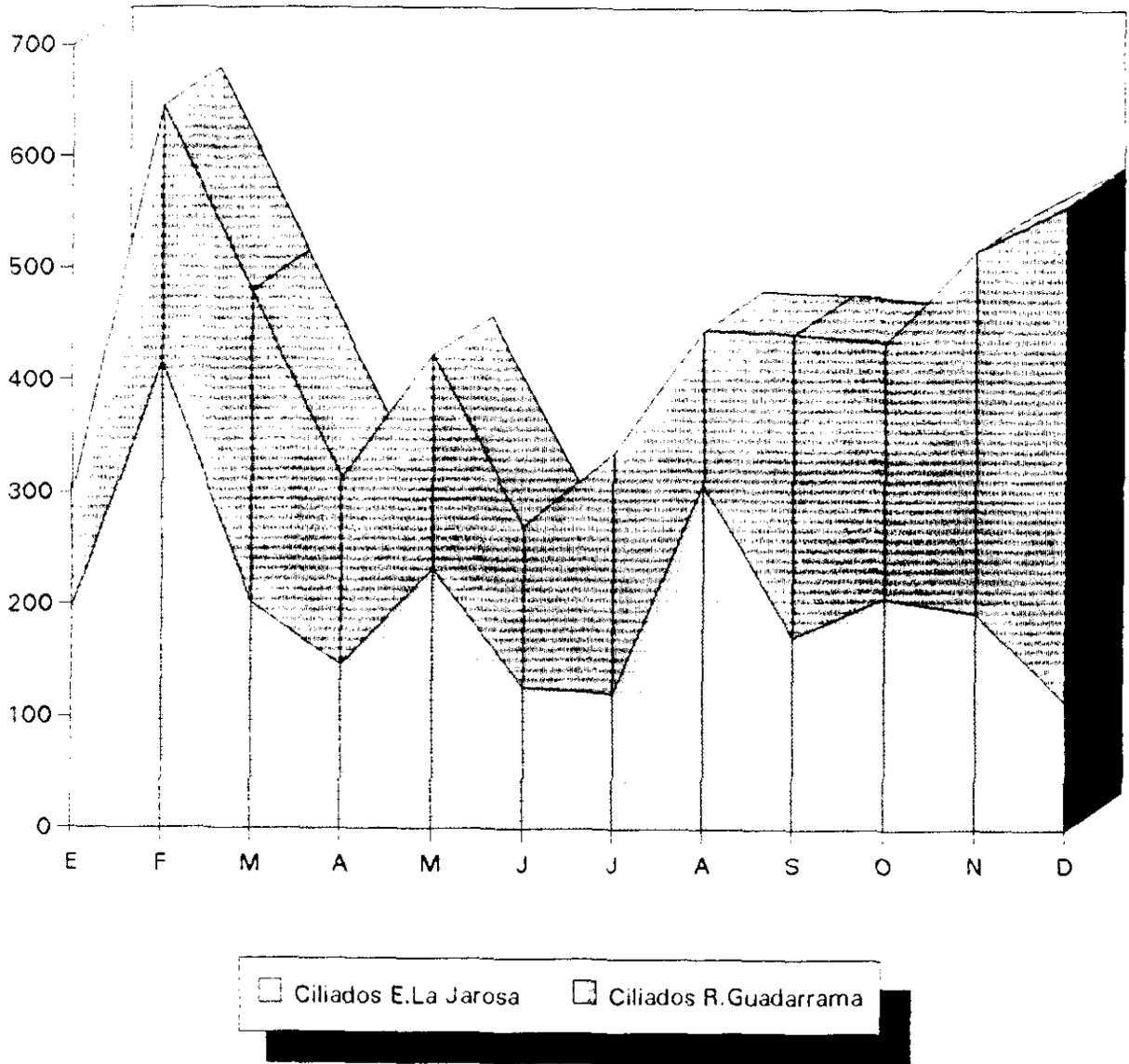


Figura 68

Nº ESPECIES CILIADOS

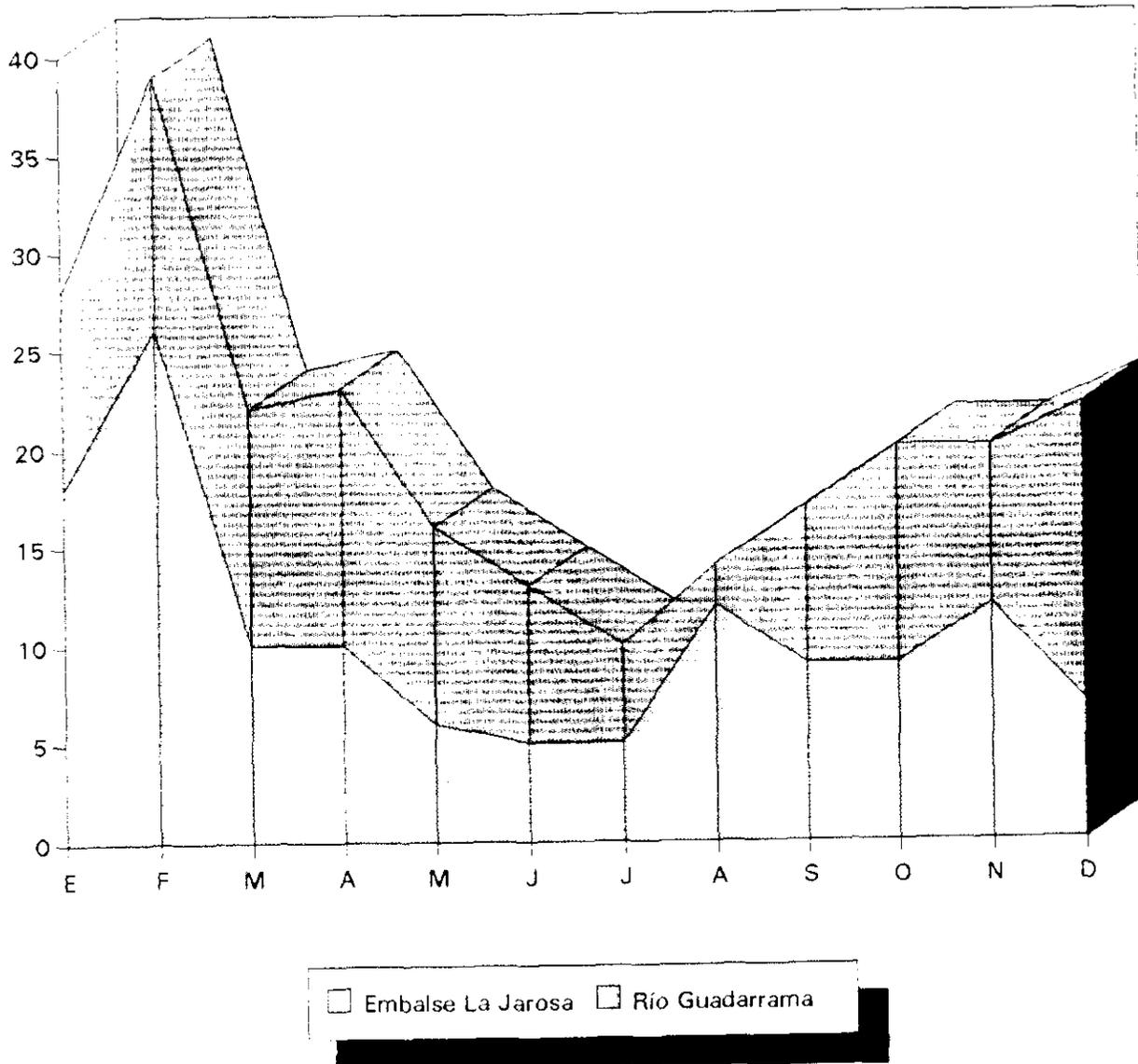


Figura 69

ind.ml⁻¹ (1.3%) en el embalse (Fig. 70). El número máximo de especies de no ciliados en las dos zonas es 13 que corresponde al muestreo de septiembre (17.3%) en el embalse de La Jarosa, y al muestreo de noviembre (19.1%) en el río Guadarrama. El valor mínimo del embalse, 3 (4.0%), se obtuvo en cuatro muestreos (marzo, abril, mayo y noviembre). El valor mínimo en el río, 2 (2.9%), se observó en el sexto muestreo (junio) (Fig. 71).

El análisis de los componentes principales respecto a la densidad de los grupos de: protozoos, protozoos ciliados y no ciliados en el embalse de La Jarosa, indicó que, respecto al primer componente (65.4% de la varianza), dominan los protozoos y, respecto al segundo componente (34.5% de la varianza), los ciliados. Los muestreos más importantes fueron: el noveno (septiembre), en cuanto al primer componente, y el segundo (febrero), en relación con el segundo componente (Tabla 17). Existe una correlación destacada (Fig. 72) entre los protozoos y los protozoos no ciliados ($r: 0.922$, $p < 0.05$). En el río Guadarrama, el análisis de los componentes principales, respecto a la densidad (abundancia) de individuos muestra que, al igual que en el embalse de La Jarosa, respecto al primer componente (95.6% de varianza), la variable más importante correspondió a los protozoos y, respecto al segundo componente (4.3% de varianza), a los ciliados. Los muestreos de octubre y diciembre fueron los más significativos en cuanto al primer y segundo componentes, respectivamente (Tabla 18). En la figura 73, se observa la importancia de los tres

ABUNDANCIA (ind. / ml.)

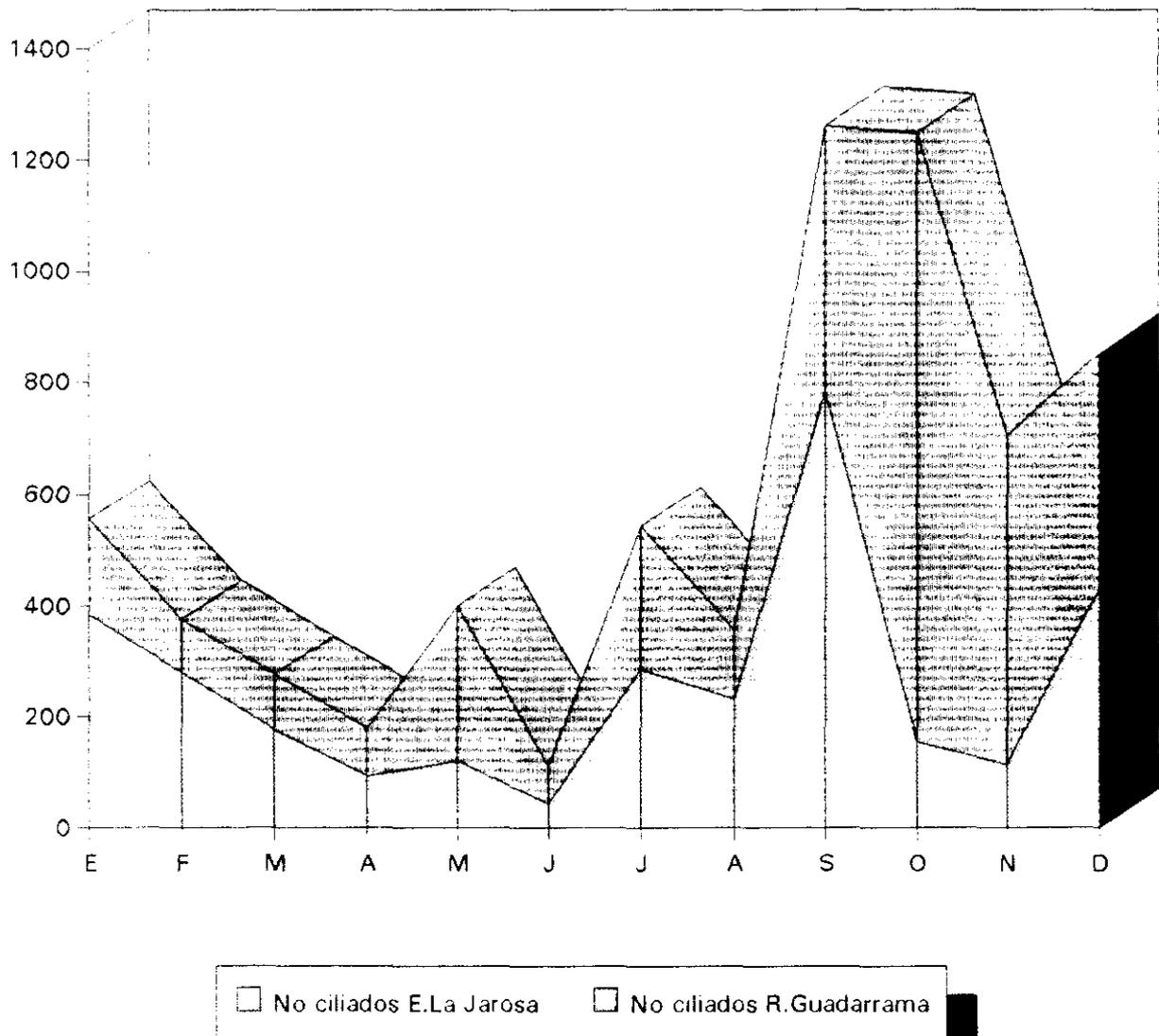


Figura 70

Nº ESPECIES NO CILIADOS

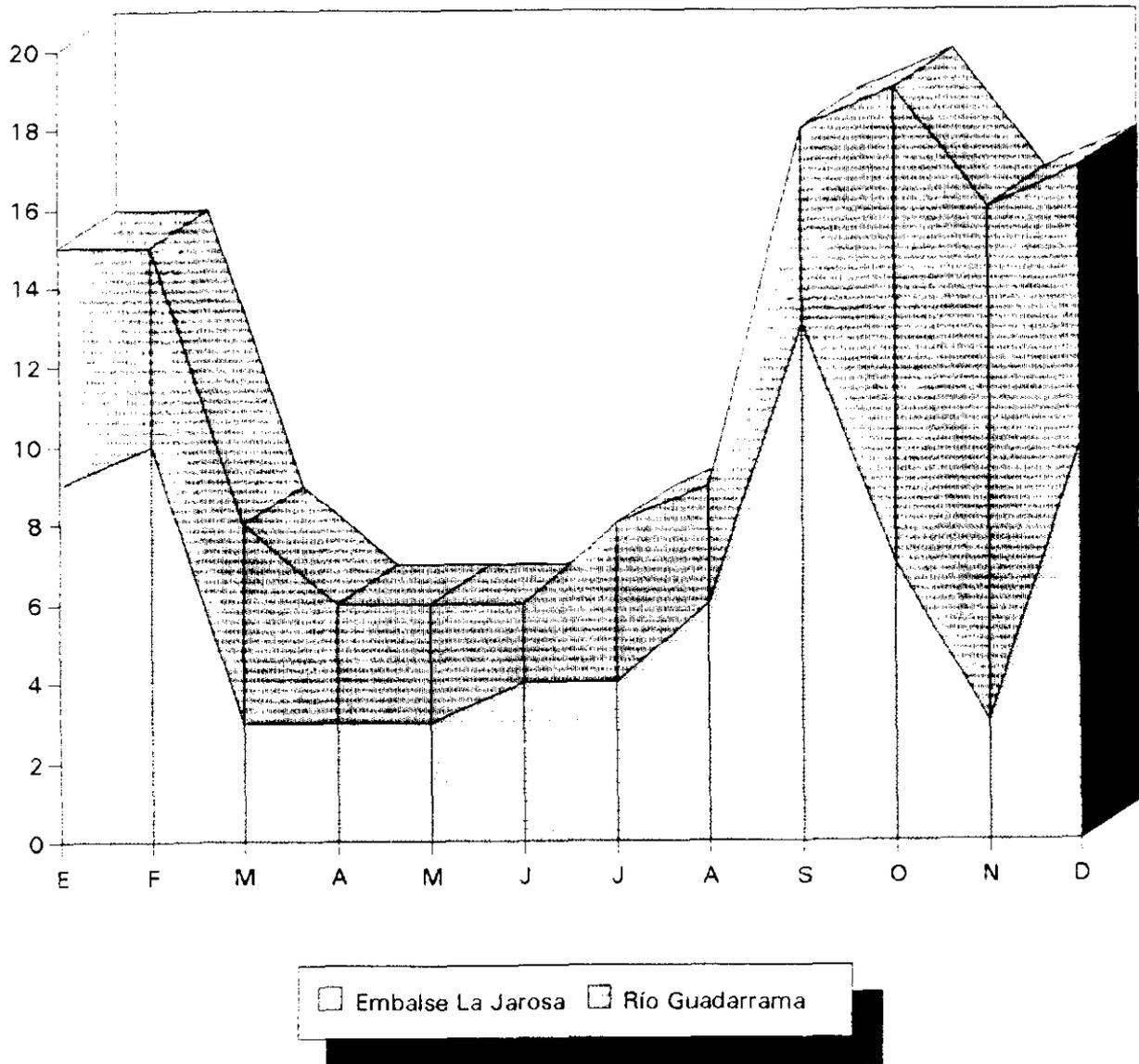


Figura 71

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Protozoos	0.712835	0.044664	0.699908
Ciliados	0.206125	0.940552	-0.269954
No ciliados	0.670357	-0.336701	-0.661252

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.82433	-0.254462
Febrero	1.29382	2.2612
Marzo	-0.538352	0.121191
Abril	-1.40671	-0.407325
Mayo	-0.735024	0.549374
Junio	-1.86147	-0.551547
Julio	-0.293467	-0.972197
Agosto	0.440753	1.28007
Septiembre	3.29455	-1.10388
Octubre	-0.655027	0.210941
Noviembre	-1.00209	0.120131
Diciembre	0.638697	-1.2535

Tabla 17

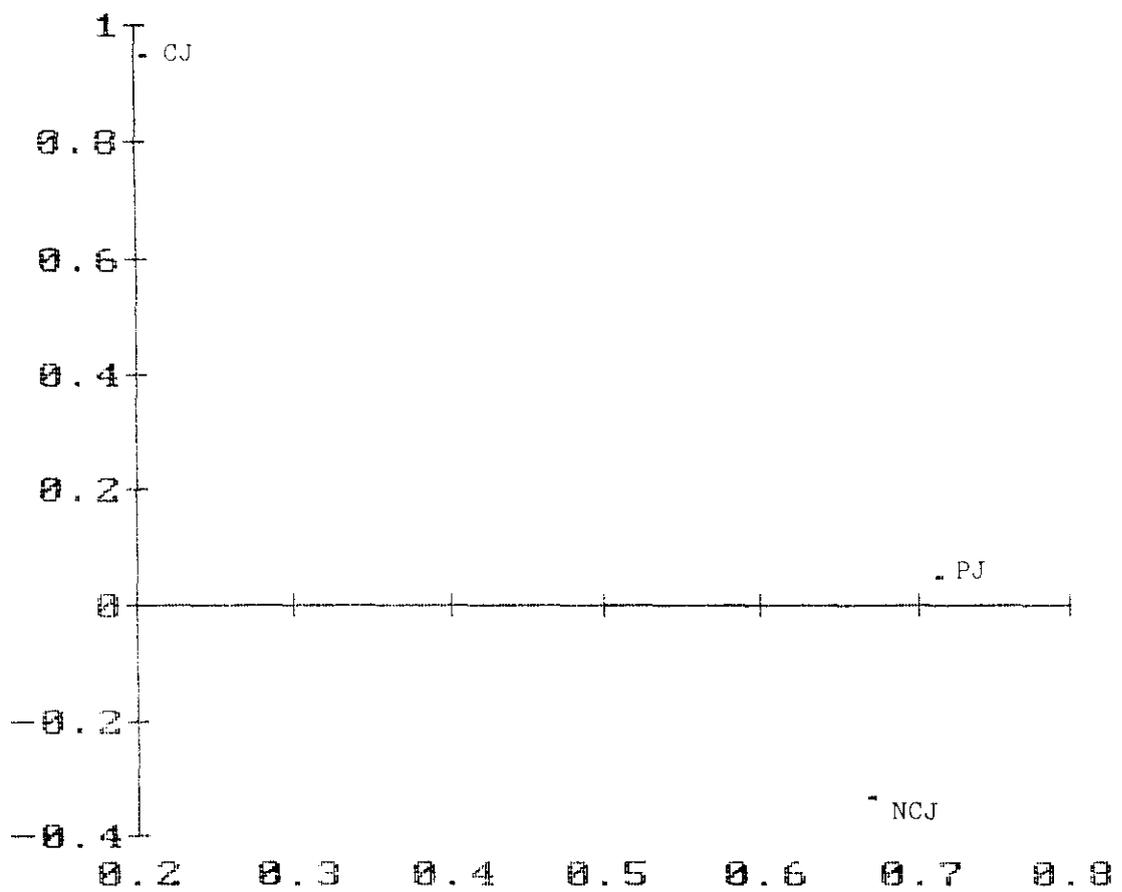


Fig. 72. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales considerando la densidad de: protozoos (PJ), protozoos ciliados (CJ) y protozoos no ciliados (NCJ).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Protozoos	0.754964	0.31096	-0.57735
Ciliados	0.108183	0.809298	0.57735
No ciliados	0.646781	-0.498338	0.57735

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-1.04407	-1.07047
Febrero	-0.934503	0.181892
Marzo	-0.75783	0.649215
Abril	-1.2023	-0.401604
Mayo	-0.267732	-0.322386
Junio	-1.34652	-0.630489
Julio	-0.287325	-0.074762
Agosto	-1.11167	-0.722807
Septiembre	0.862556	0.292008
Octubre	3.38093	-0.579765
Noviembre	1.52199	0.704646
Diciembre	1.18649	1.97452

Tabla 18

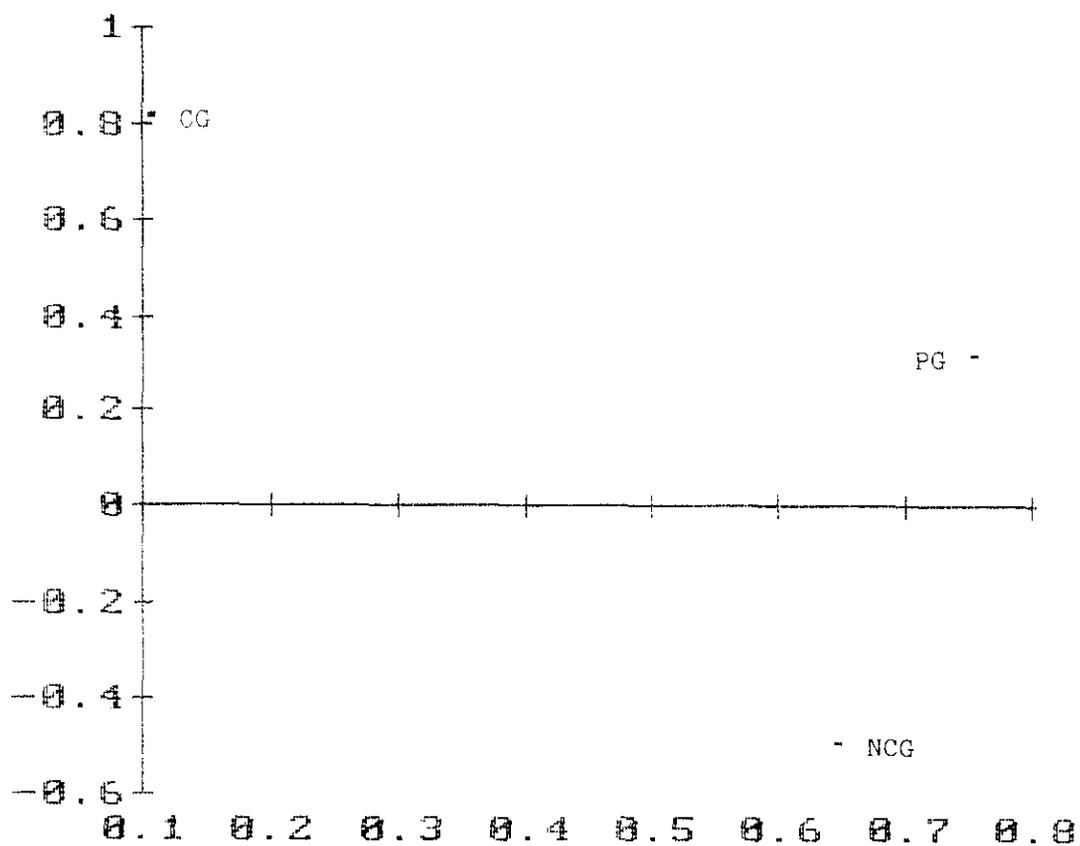


Fig. 73. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales considerando la densidad de: protozoos (PG), protozoos ciliados (CG) y protozoos no ciliados (NCG).

grupos. En este caso, la correlación entre protozoos y protozoos no ciliados es aún mayor que la observada en el embalse de La Jarosa ($r: 0.968, p < 0.05$).

El análisis de componentes principales respecto al número de especies de protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados, en el embalse de La Jarosa, reflejó un predominio de los protozoos en el primer componente (79.4% de varianza), y de los protozoos no ciliados en el segundo componente (20.5% de varianza). Fueron significativos los muestreos de febrero y septiembre respecto al primer y segundo componentes (Tabla 19). En la figura 74 se observa la representación de los dos primeros componentes principales: existe una correlación entre las especies de protozoos y las especies de protozoos ciliados ($r: 0.917, p < 0.05$). En el río Guadarrama, el análisis de los componentes principales en cuanto al número de especies de protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados pone de manifiesto que, respecto al primer componente (92.0% de varianza), los grupos más importantes fueron los protozoos seguidos de los ciliados, en el segundo componente (5.4% de varianza). El décimo muestreo (octubre) es el más significativo en relación con el primer componente (Tabla 20). En la figura 75 se aprecia la mayor importancia del número del especies de protozoos, respecto al número de especies de protozoos ciliados y protozoos no ciliados.

2.2 *Biomasa.*-

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies Protozoos	0.645824	-0.097073	0.75729
Especies Ciliados	0.573	-0.593876	-0.564786
Especies No ciliados	0.504562	0.798679	-0.327916

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	1.88808	-0.20719
Febrero	3.51479	-0.876455
Marzo	-0.861011	-0.620857
Abril	-0.861011	-0.620857
Mayo	-1.56212	-0.177932
Junio	-1.51293	0.149386
Julio	-1.51293	0.149386
Agosto	0.162979	-0.192561
Septiembre	1.20849	1.65574
Octubre	-0.138379	0.35622
Noviembre	-0.510454	-0.84232
Diciembre	0.184496	1.22744

Tabla 19

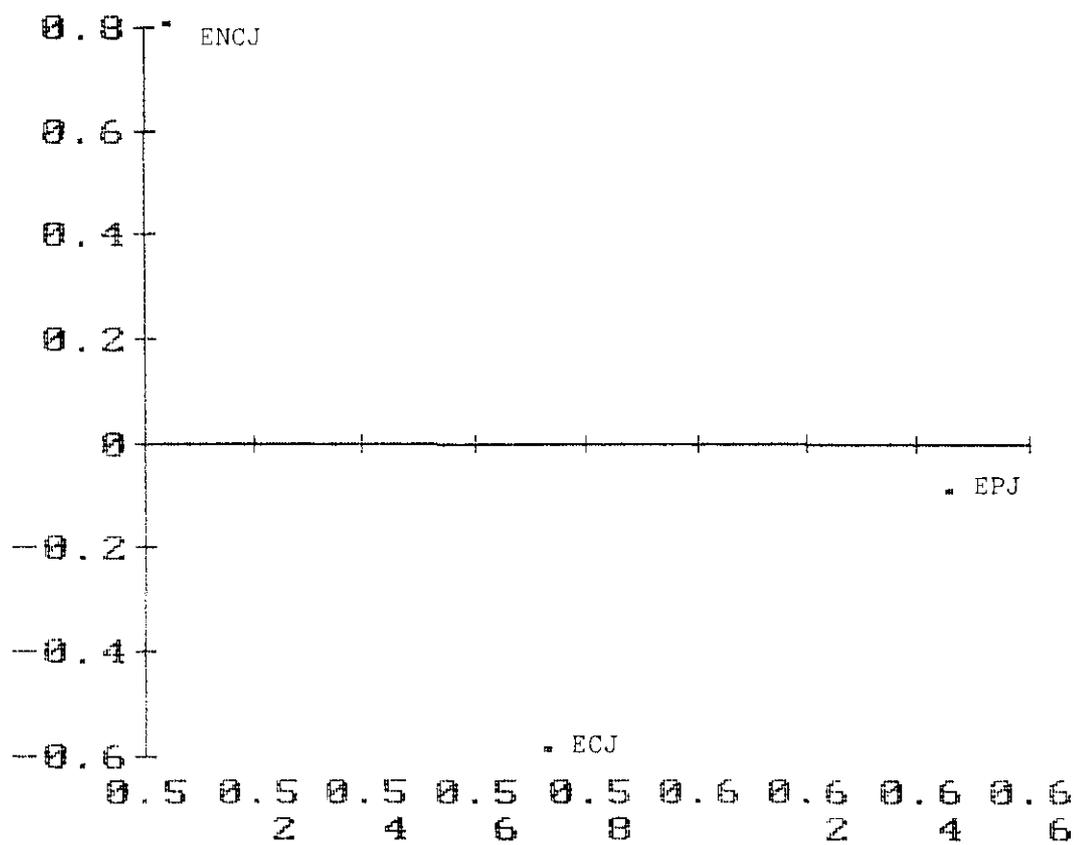


Fig. 74. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales teniendo en cuenta el número de especies de: protozoos (EPJ), protozoos ciliados (ECJ) y protozoos no ciliados (ENCJ).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies Protozoos	0.99337	6.90009E-3	-0.114753
Especies Ciliados	-0.079868	0.759374	-0.645733
Especies No ciliados	0.082684	0.650617	0.754891

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-1.1468	0.140603
Febrero	-0.884691	0.580454
Marzo	-0.850379	0.372754
Abril	-1.15307	0.207021
Mayo	0.398043	-0.406018
Junio	0.213194	-1.00896
Julio	-1.01129	-1.26971
Agosto	0.896772	-2.06606
Septiembre	1.50056	-0.442668
Octubre	1.63281	1.48255
Noviembre	0.928461	1.03963
Diciembre	-0.523607	1.37041

Tabla 20

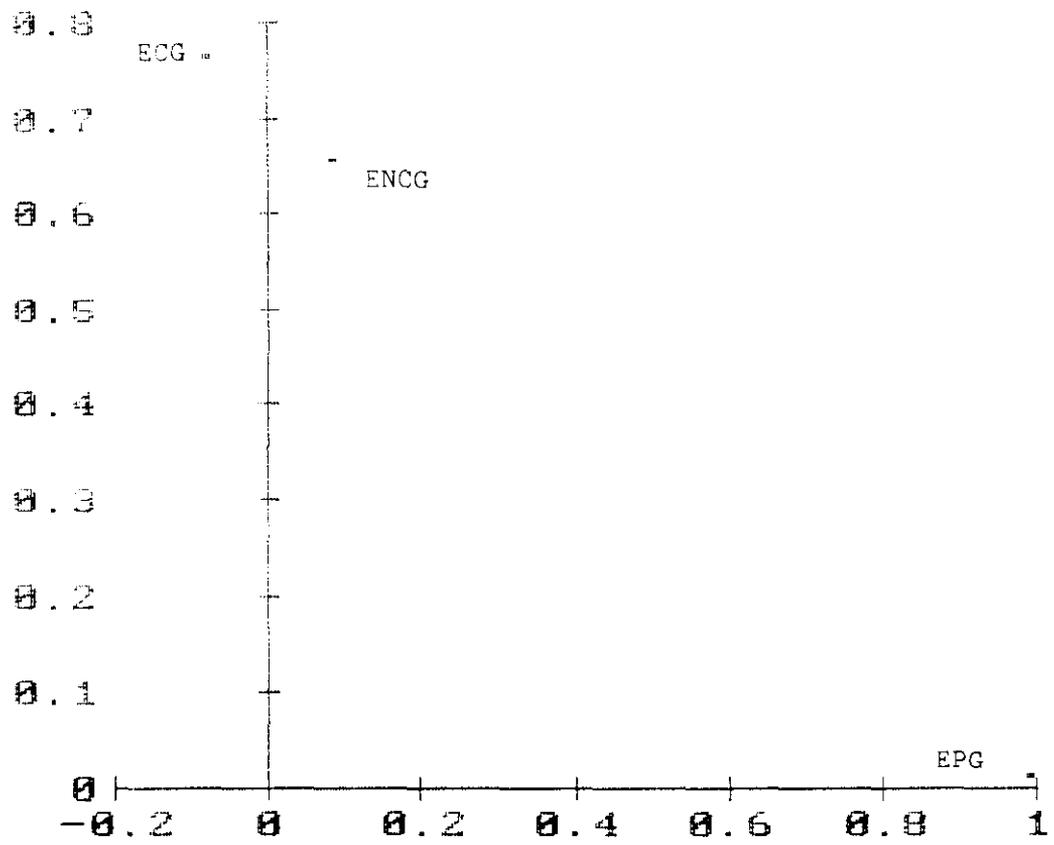


Fig. 75. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales teniendo en cuenta el número de especies de: protozoos (EPG), protozoos ciliados (ECG) y protozoos no ciliados (ENCG).

2.2 Biomasa.-

Por otro lado, se han calculado también los valores de biomasa correspondientes a los protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados en las dos zonas, hallándose los porcentajes relativos a estos tres grupos, respecto al total de los muestreos (Apéndice I, Tablas XXI y XXIX). En la figura 76 se muestra la biomasa de protozoos en el embalse de La Jarosa y en el río Guadarrama; en el embalse, se encontró la mayor biomasa del sistema, en cuanto a protozoos, ($305393.9 \text{ mg.m}^{-3}$, 91.7% en noviembre) y en el río la menor (32.6 mg.m^{-3} , 0.08% en agosto). La cifra más elevada del río Guadarrama correspondió a septiembre ($19210.8 \text{ mg.m}^{-3}$, 52.9%), y la más baja del embalse de La Jarosa a junio (110.5 mg.m^{-3} , 0.03%). En los muestreos de enero, febrero, marzo, abril, agosto y noviembre, la biomasa de protozoos fue superior en el embalse a la del río.

En cuanto a la biomasa de los protozoos ciliados (Fig. 77), los valores oscilaron, en el embalse de La Jarosa, entre 9942.7 mg.m^{-3} (36.4%) en marzo, y 73.6 mg.m^{-3} (0.27%) en junio y, en el río Guadarrama, entre 2297.4 mg.m^{-3} (21.6%) en febrero, y 16.1 mg.m^{-3} (0.15%) en agosto. La biomasa de protozoos ciliados del embalse fue superior a la del río en los muestreos de enero, marzo, abril, agosto, septiembre y noviembre. Respecto a la biomasa de los protozoos no ciliados (Fig. 78), en mayo se observaron, en ambas zonas, los valores mínimos (5.8 mg.m^{-3} , 0.001%, en

BIOMASA (mg. / m³)

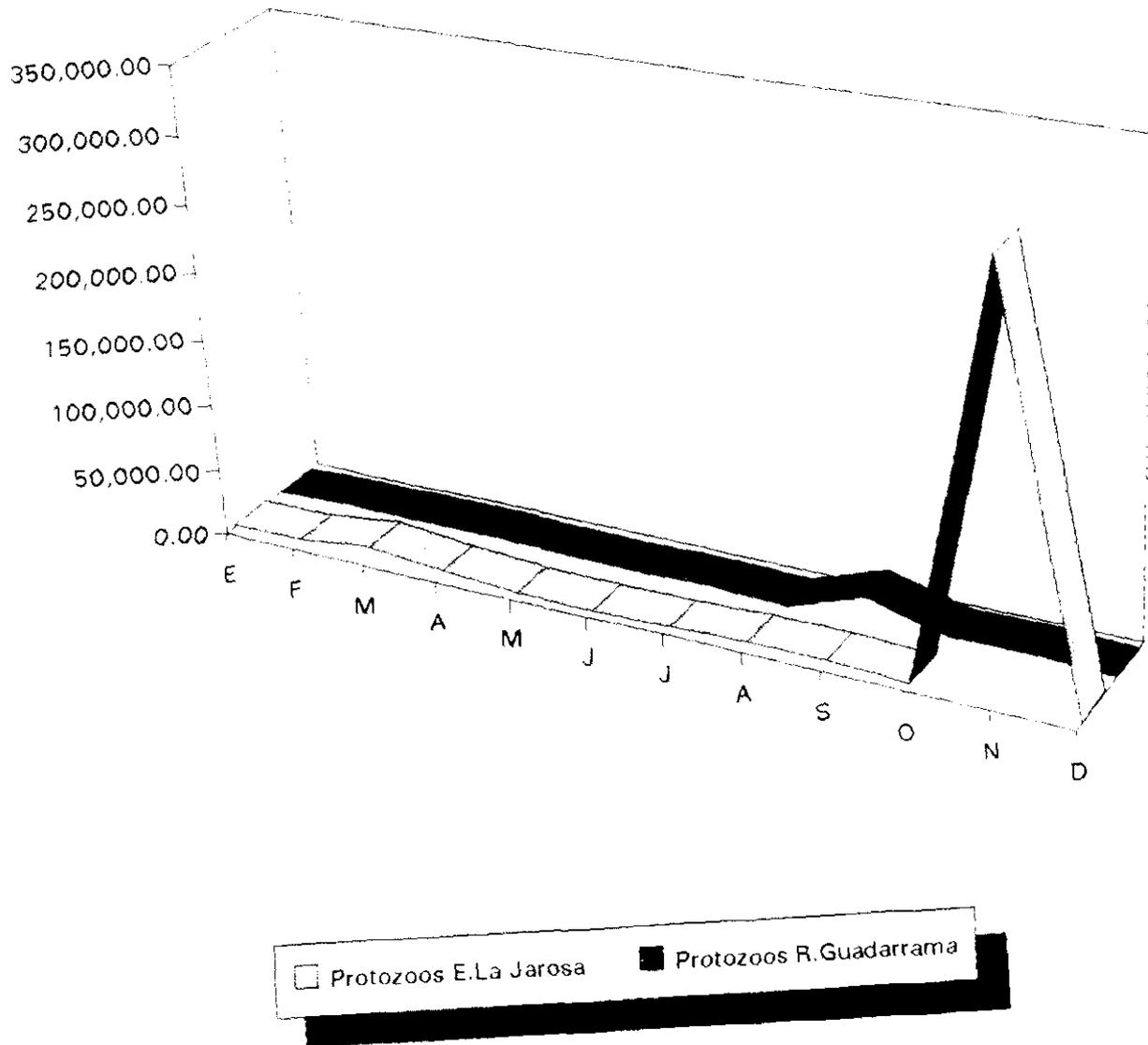


Figura 76

BIOMASA (mg. / m3)

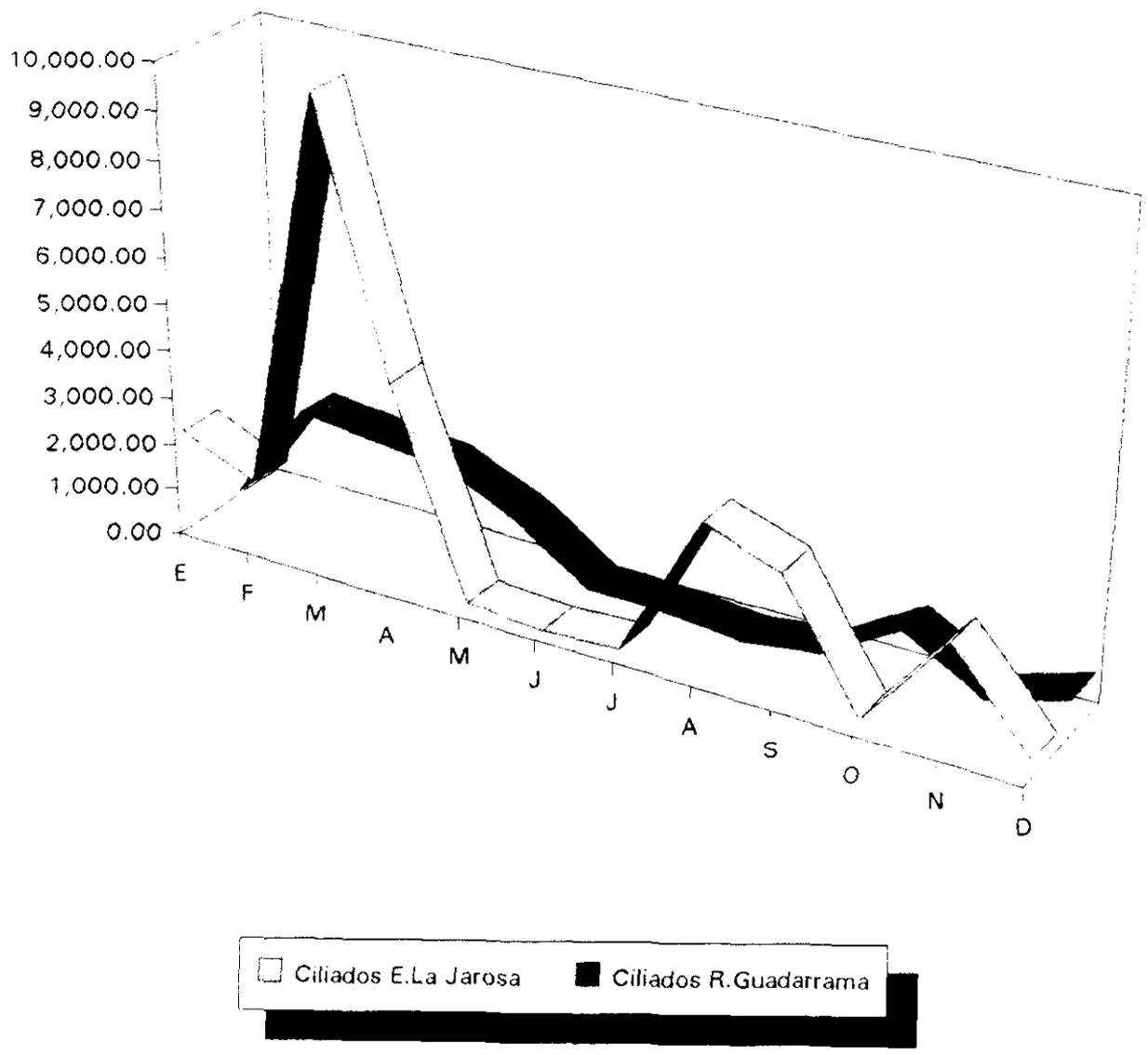


Figura 77

BIOMASA (mg. / m³)

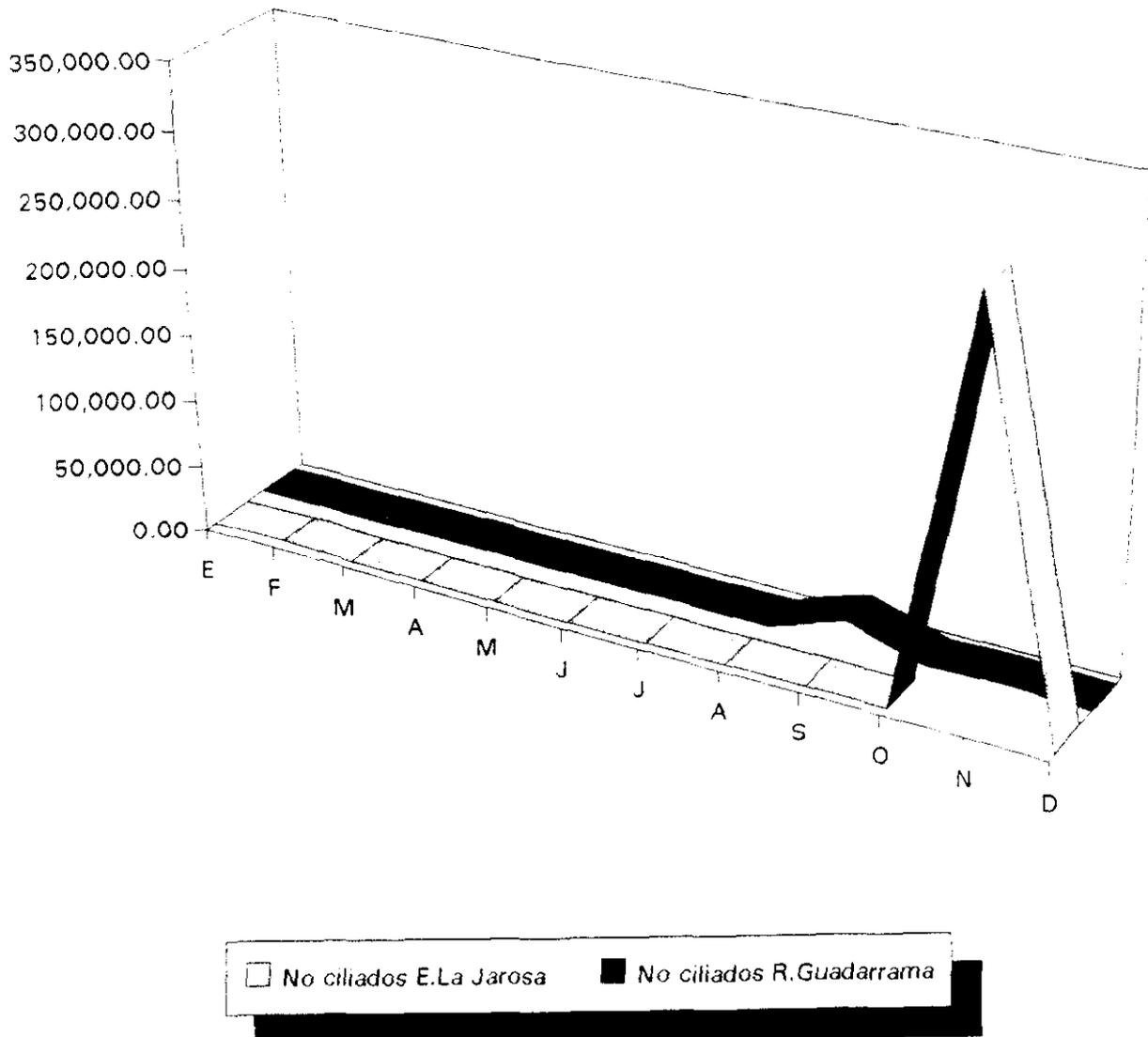


Figura 78

el embalse y 2.0 mg.m^{-3} , 0.008%, en el río), mientras que, el valor máximo se encontró en el embalse de La Jarosa en noviembre ($303127.9 \text{ mg.m}^{-3}$, 99.2%) y, en el río Guadarrama, en septiembre ($18979.5 \text{ mg.m}^{-3}$, 78.5%). En los muestreos de marzo, abril, julio, septiembre y octubre, la biomasa de los protozoos no ciliados del río fue superior a la del embalse.

El análisis de los componentes principales, en cuanto a la biomasa, respecto a los protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados, en el embalse de La Jarosa, reflejó que, en relación al primer componente (66.6% de varianza), el grupo más importante fue el de los protozoos y, respecto al segundo componente (33.3% de varianza), el de los ciliados. Los muestreos más significativos fueron, el de noviembre, respecto al primer componente, y el de marzo, respecto al segundo componente (Tabla 21). La figura 79 muestra la representación de los tres grupos, donde se aprecia una alta correlación entre la biomasa de los protozoos y la biomasa de los protozoos no ciliados ($r: 0.999$, $p < 0.05$).

En el río Guadarrama, el análisis de los componentes principales en cuanto a la biomasa de los protozoos, protozoos ciliados y protozoos no ciliados, indicó que, respecto al primer componente (68.5% de varianza), dominan los no ciliados y, respecto al segundo componente, los ciliados. Los muestreos más importantes fueron, el de septiembre y el de febrero, en relación con el primer y segundo componentes respectivamente (Tabla 22). En la figura 80 se observa la representación de la biomasa

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa Protozoos	0.707152	7.8329E-3	0.707018
Biomasa Ciliados	0.011591	0.999676	-0.022668
Biomasa No ciliados	0.706966	-0.024225	-0.706832

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.409858	-0.045582
Febrero	-0.401574	-0.312359
Marzo	-0.317565	2.75375
Abril	-0.385478	0.758384
Mayo	-0.437552	-0.77171
Junio	-0.435532	-0.569462
Julio	-0.437848	-0.782316
Agosto	-0.399132	0.349687
Septiembre	-0.403317	0.150553
Octubre	-0.433645	-0.76583
Noviembre	4.48904	-0.074121
Diciembre	-0.427536	-0.690993

Tabla 21

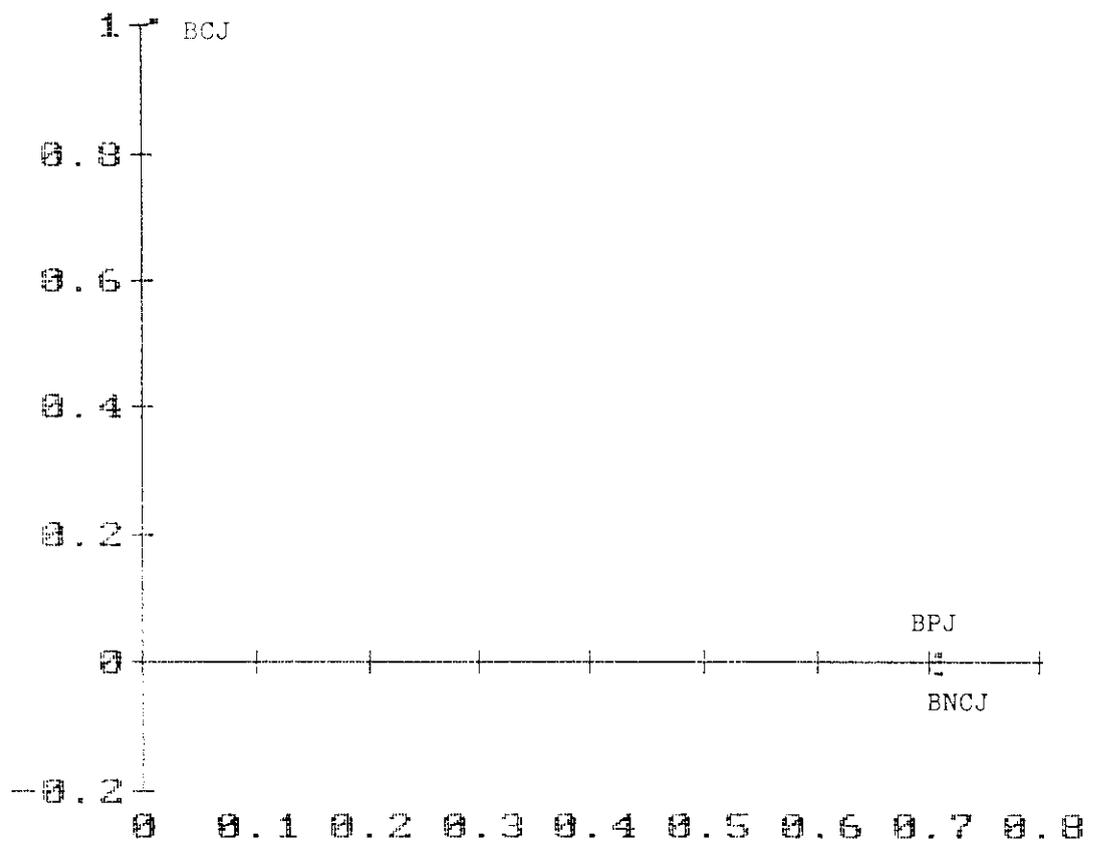


Fig. 79. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de: protozoos (BPJ), protozoos ciliados (BCJ) y protozoos no ciliados (BNCJ).

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa Protozoos	0.676987	0.244432	-0.694221
Biomasa Ciliados	-0.247247	0.963954	0.098294
Biomasa No ciliados	0.693223	0.1051	0.713019

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.391462	-1.08267
Febrero	-0.729062	1.50893
Marzo	-0.724347	1.31226
Abril	-0.656443	1.1399
Mayo	-0.591432	0.277533
Junio	-0.425176	-0.949389
Julio	-0.219929	-0.898179
Agosto	-0.39675	-1.14524
Septiembre	4.4625	0.362703
Octubre	-0.149121	0.385292
Noviembre	0.290306	-0.6648
Diciembre	-0.469084	-0.246333

Tabla 22

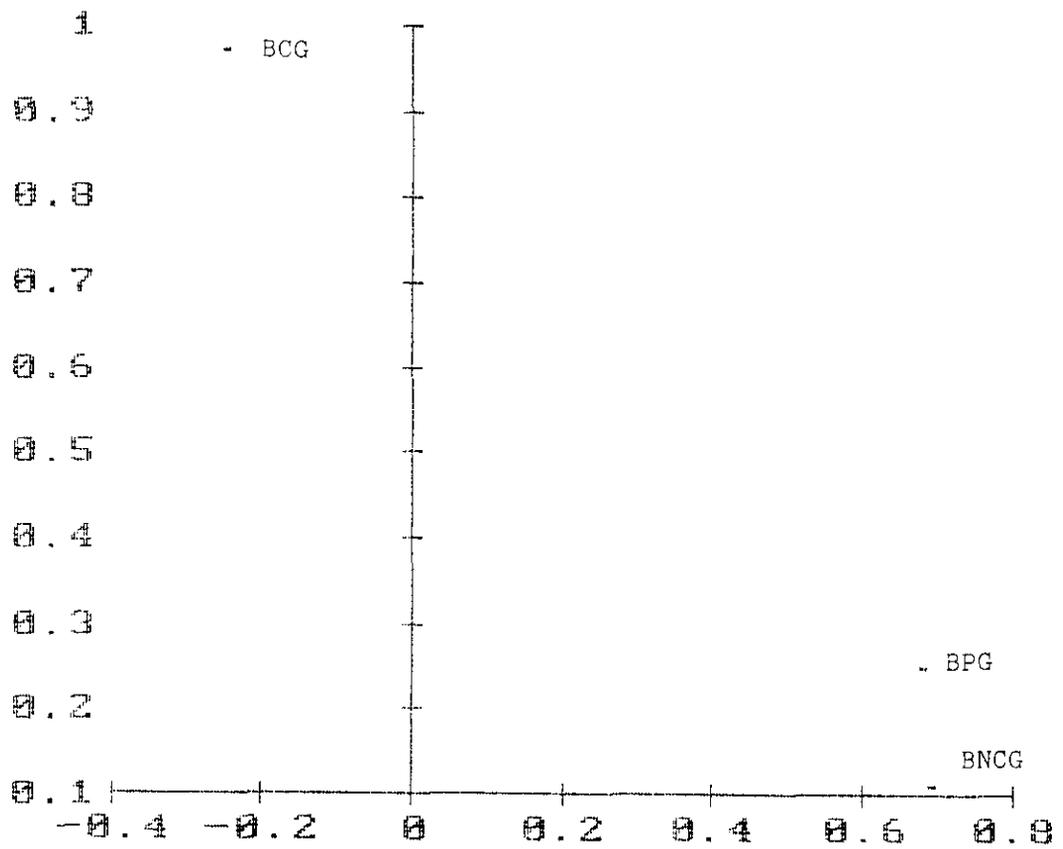


Fig. 80. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de: protozoos (BPG), protozoos ciliados (BCG) y protozoos no ciliados (BNCG).

de los tres grupos. También en esta zona, al igual que en el embalse de La Jarosa, existe una correlación entre biomasa de los protozoos y la biomasa de los protozoos no ciliados ($r: 0.987, p < 0.05$).

2.3 Densidad y biomasa de determinadas especies.-

Respecto a la abundancia y a la biomasa, se ha hecho un estudio estadístico de la dinámica anual de las distintas especies de protozoos, observándose que en las dos estaciones, y entre los ciliados, *Halteria cirrifera* presentó el máximo valor de abundancia, y *Paramecium caudatum* el máximo valor de biomasa. En el embalse de La Jarosa, *Halteria cirrifera* fue encontrada en siete muestreos (enero, febrero, mayo, junio, julio, agosto y octubre), y en el muestreo de junio se observó el máximo de abundancia de esta especie (82 ind.ml⁻¹, 32,03 %) (12.3 mg.m⁻³ de biomasa). En el río Guadarrama, el máximo de esta especie se produjo en noviembre (64 ind.ml⁻¹, 35.75 %)(9,6 mg.m⁻³ de biomasa), encontrándose también en esta zona en los muestreos de enero, febrero, abril, junio y octubre (Figs. 81 y 82). *Paramecium caudatum* se presentó tanto en el embalse de La Jarosa como en el río Guadarrama en ocho muestreos, siendo además los mismos en ambas zonas, (no se encontró en los meses de abril, julio, agosto y septiembre). Los valores máximos de biomasa correspondientes a *Paramecium caudatum* se observaron en el embalse en mayo (34 ind.ml⁻¹,

Halteria cirrifera

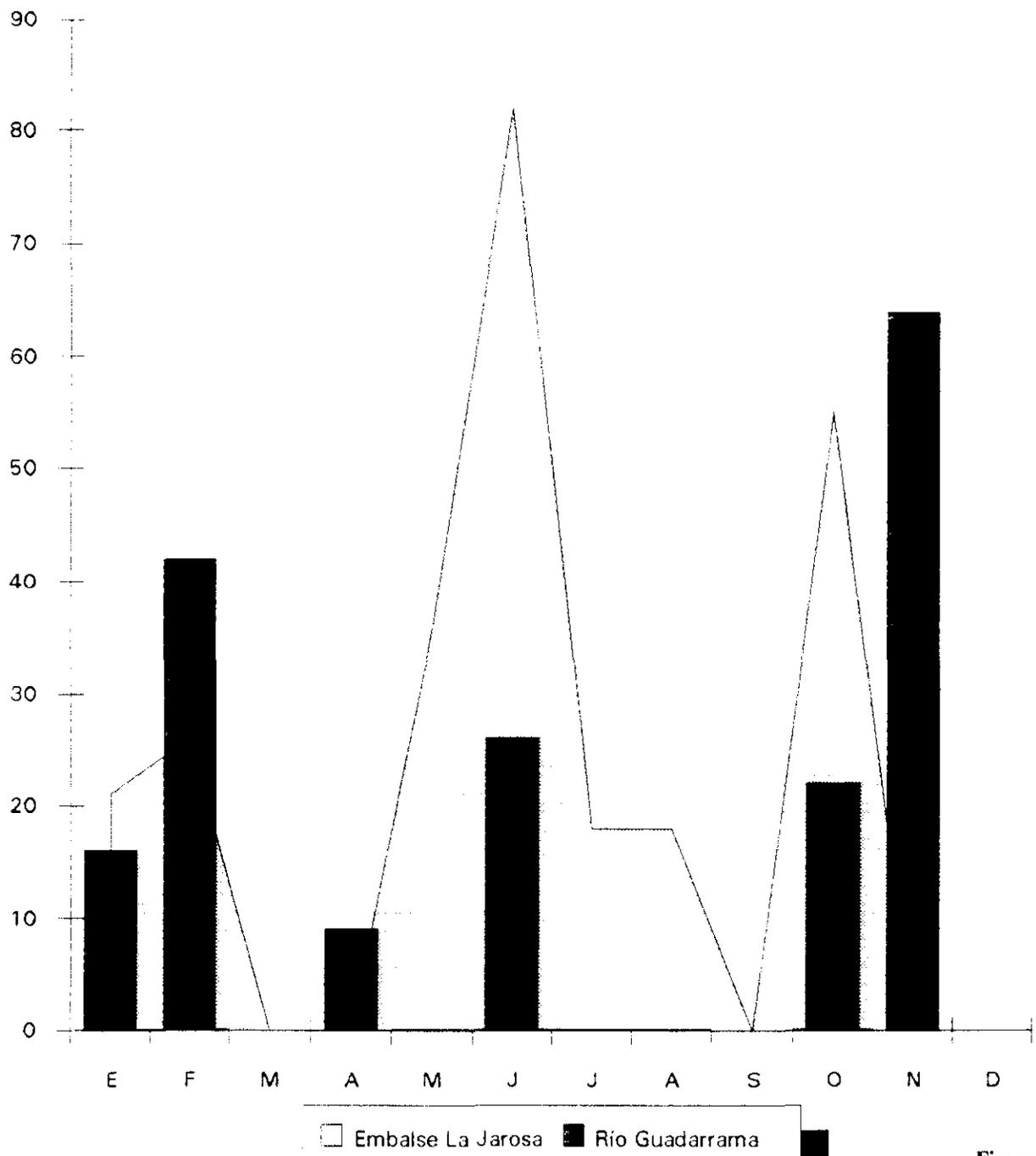


Figura 81

BIOMASA (mg. / m³) *H.cirrifera*

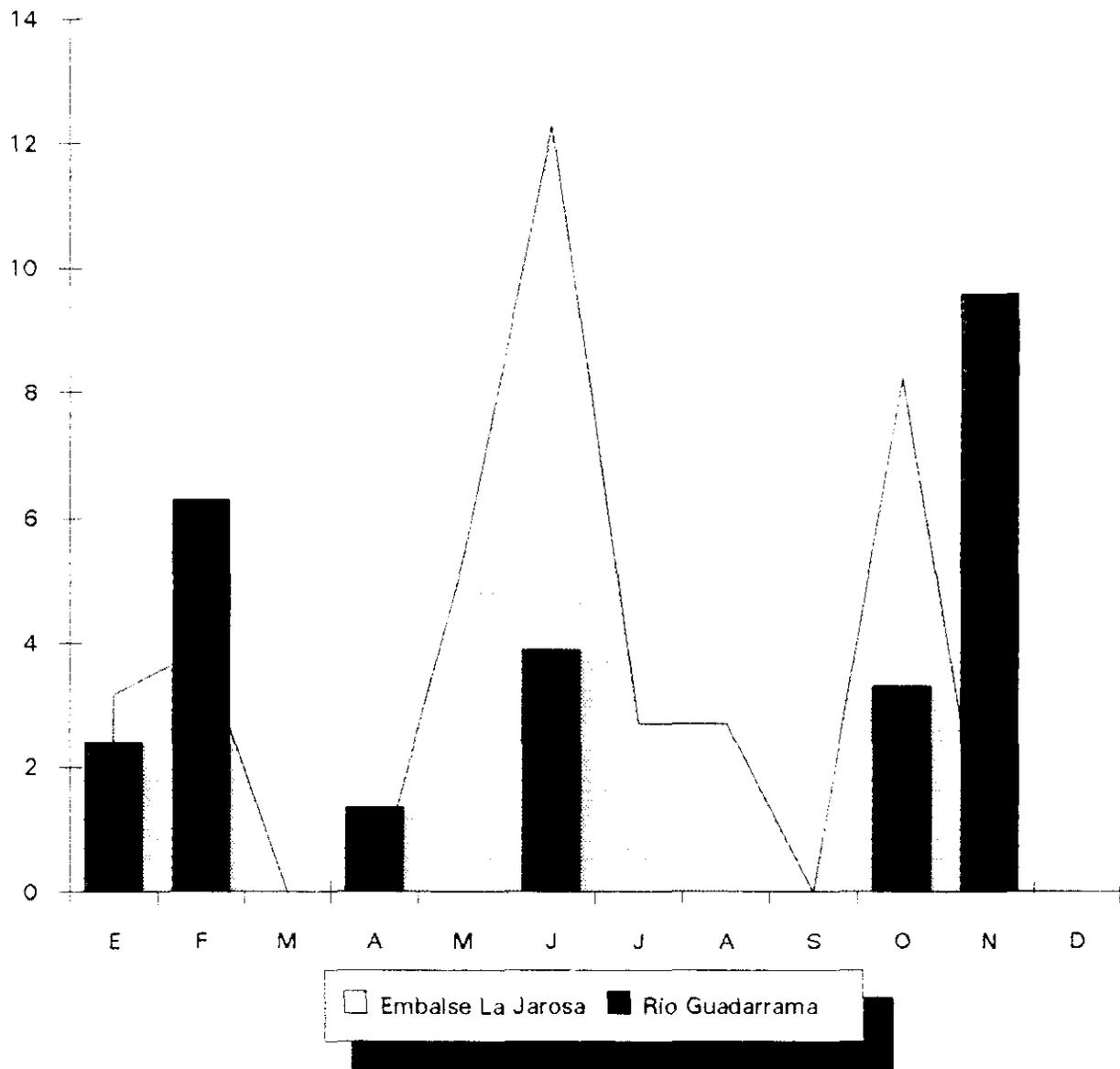


Figura 82

26,3%)(biomasa 56.3 mg.m⁻³), y en el río, en diciembre (30 ind.ml⁻¹, 19,6%)(biomasa 49.6 mg.m⁻³)(Figs. 83 y 84). También entre los ciliados, aunque menos frecuentes, se encontraron *Epispathidium terricola* y *Oxytricha similis*. En el embalse de La Jarosa, *E. terricola* apareció en enero, febrero y junio, presentando los valores máximos en los meses de febrero y junio (16 ind.ml⁻¹, 40%)(12.9 mg.m⁻³ de biomasa) y, en el río Guadarrama se encontró en cuatro muestreos (marzo, mayo, julio y diciembre), observándose los máximos en julio (18 ind.ml⁻¹, 28,5%)(14.6 mg.m⁻³ de biomasa)(Figs. 85 y 86). *O. similis* sólo se encontró en el río Guadarrama en octubre (35 ind.ml⁻¹, 100%)(12.7 mg.m⁻³ de biomasa), mientras que, en el embalse de La Jarosa apareció en seis muestreos (febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre), teniendo los máximos de densidad y biomasa en febrero y abril (14 ind.ml⁻¹, 20.5%)(5.0 mg.m⁻³ de biomasa)(Figs. 87 y 88).

En cuanto a los no ciliados, *Cryptomonas ovata* presentó, en las dos estaciones, los valores máximos respecto a la abundancia de individuos. Respecto a la biomasa los máximos correspondieron, en el embalse de La Jarosa, a *Trachelomonas grandis* y, en el río Guadarrama, a *Polytoma uvella*. *Cryptomonas ovata* se presentó en el embalse en los muestreos de febrero, mayo y julio, alcanzando el máximo de abundancia en julio (124 ind.ml⁻¹, 0.44 mg.m⁻³, 46.2%). En el río se observó en cinco muestreos (mayo, junio, julio, agosto y septiembre), teniendo el máximo de densidad en mayo (148 ind.ml⁻¹, 0.53 mg.m⁻³, 37.1%)(Figs. 89 y 90). En el embalse de La

Paramecium caudatum

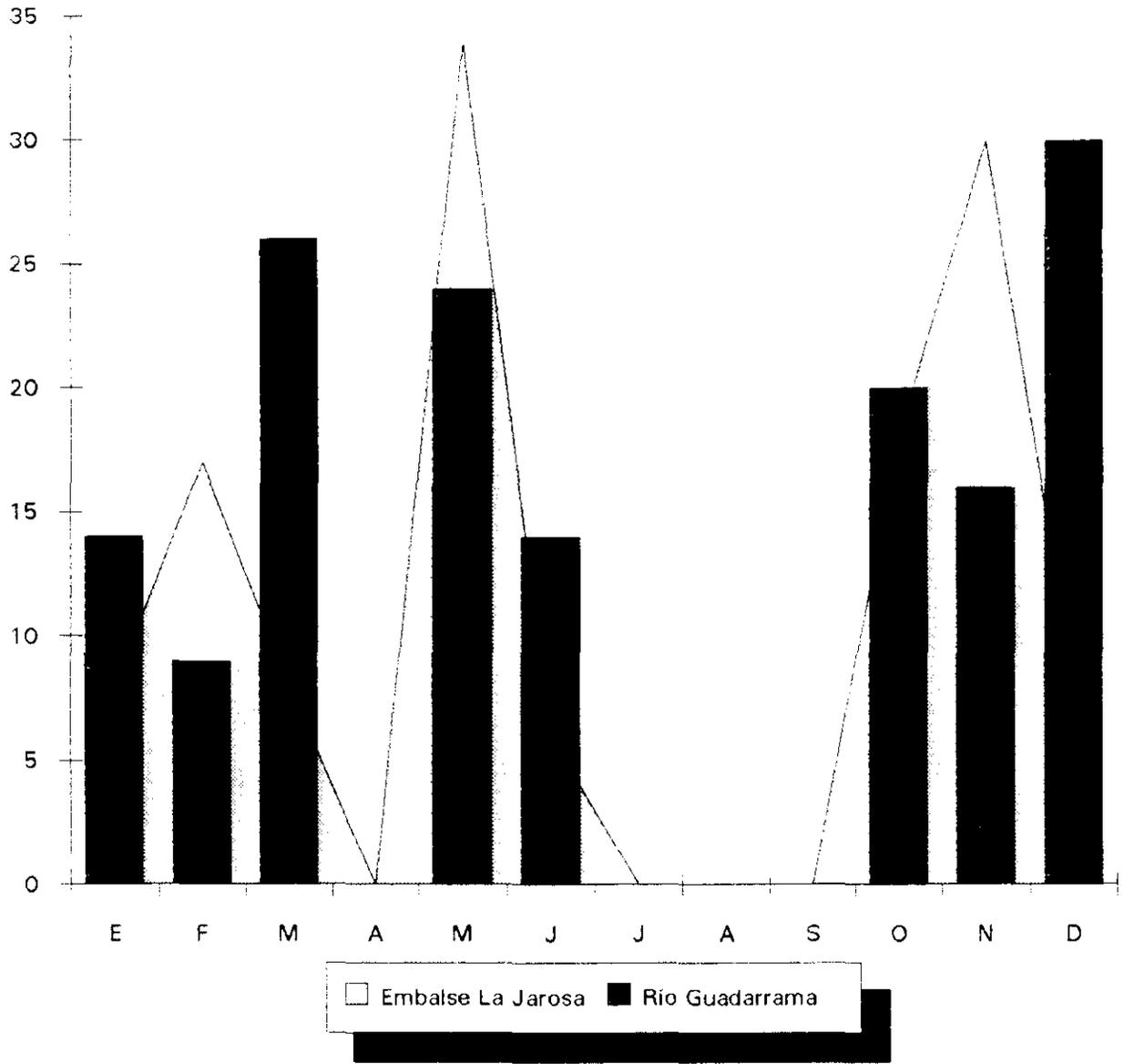


Figura 83

BIOMASA (mg. / m³) *P.caudatum*

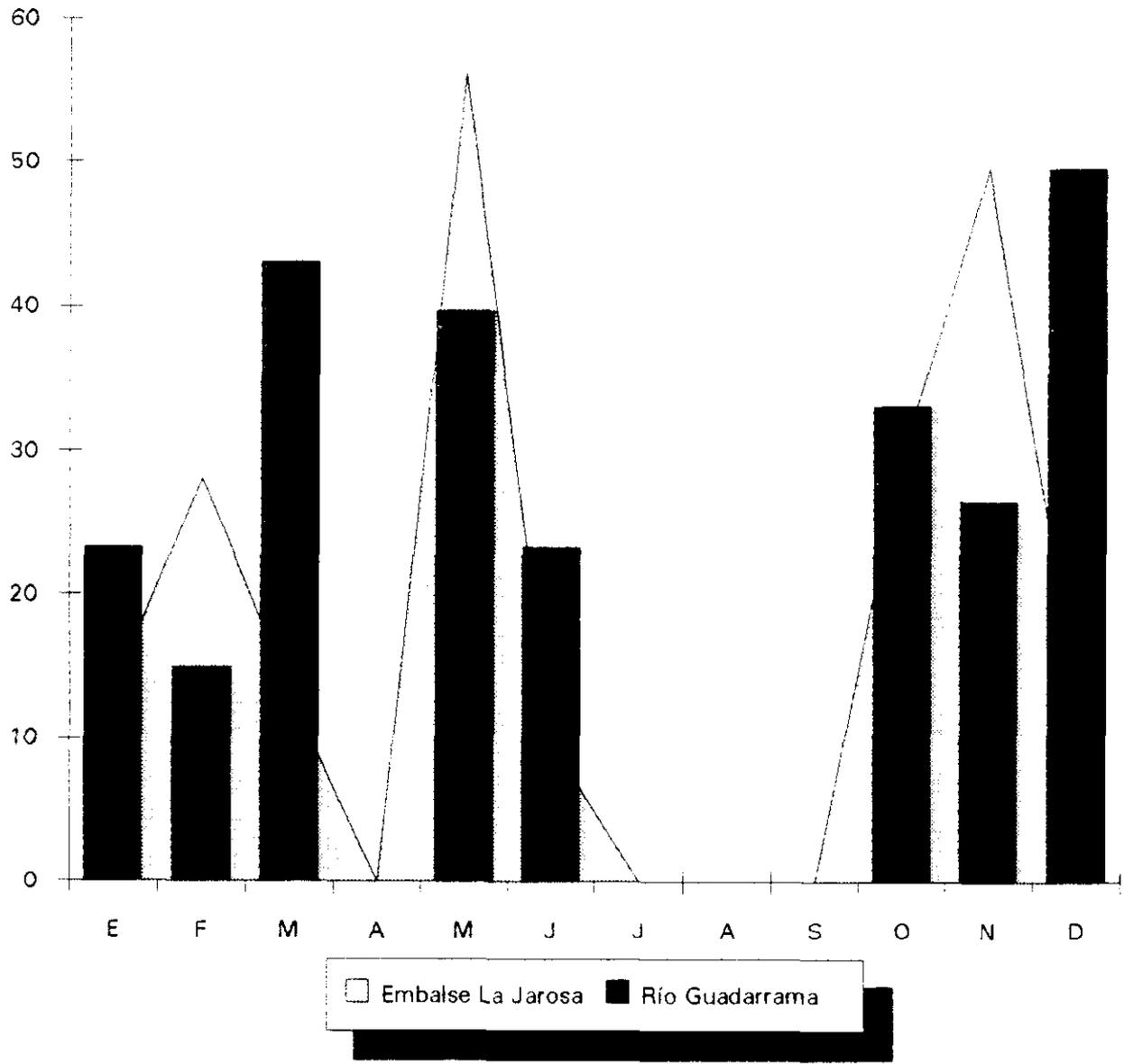


Figura 84

Epispathidium terricola

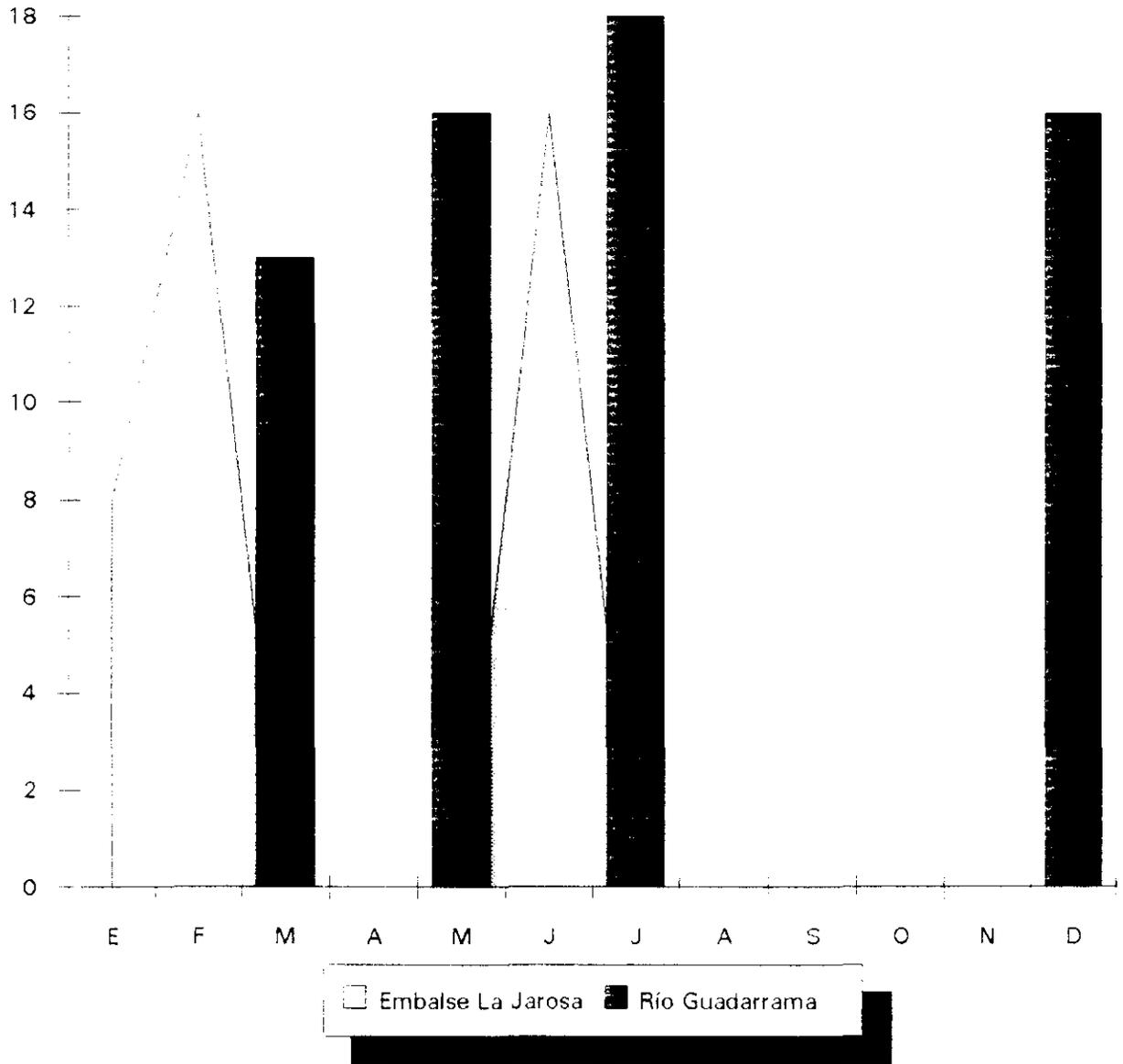


Figura 85

BIOMASA (mg. / m³) E.terricola

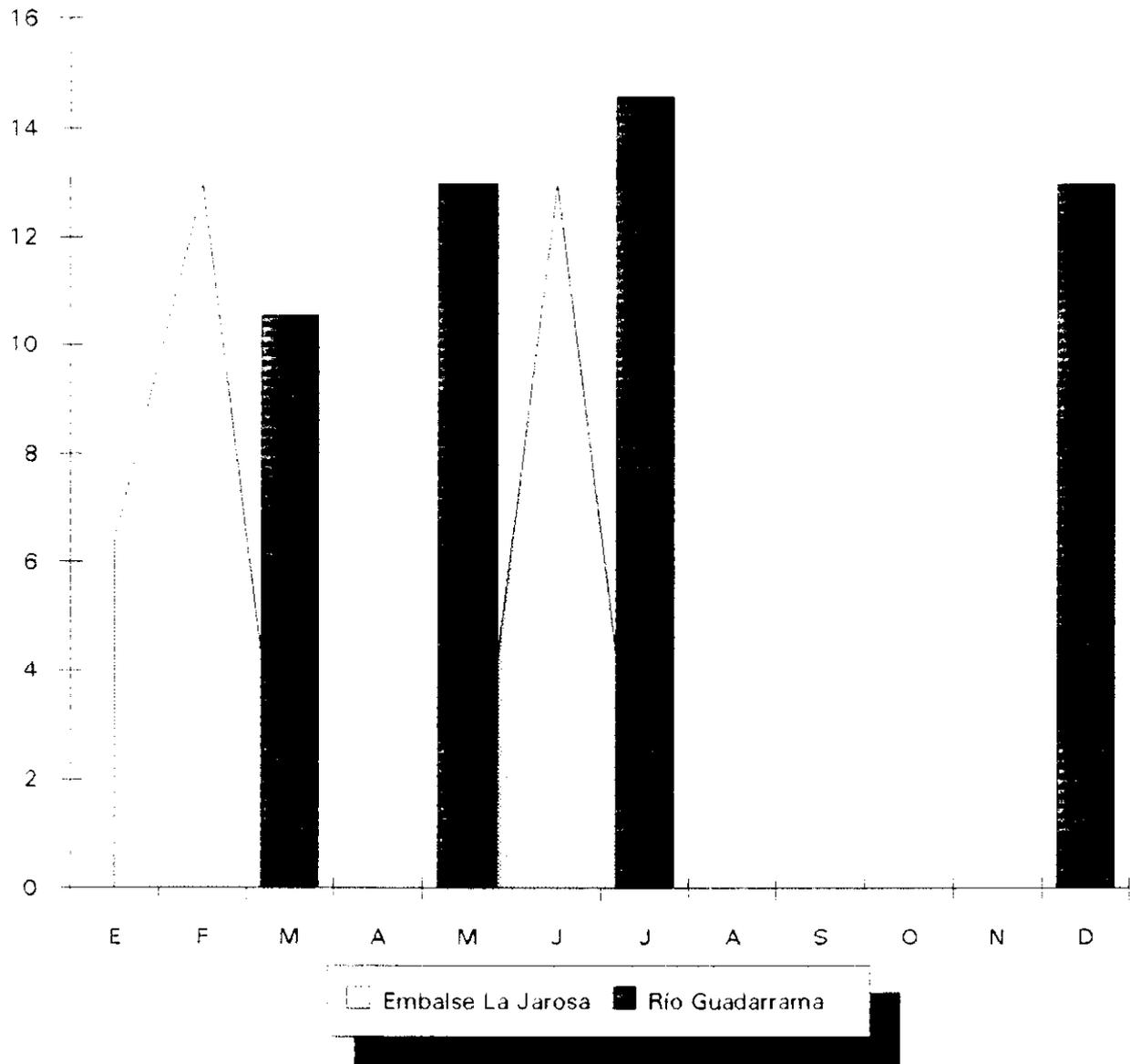


Figura 86

Oxytricha similis

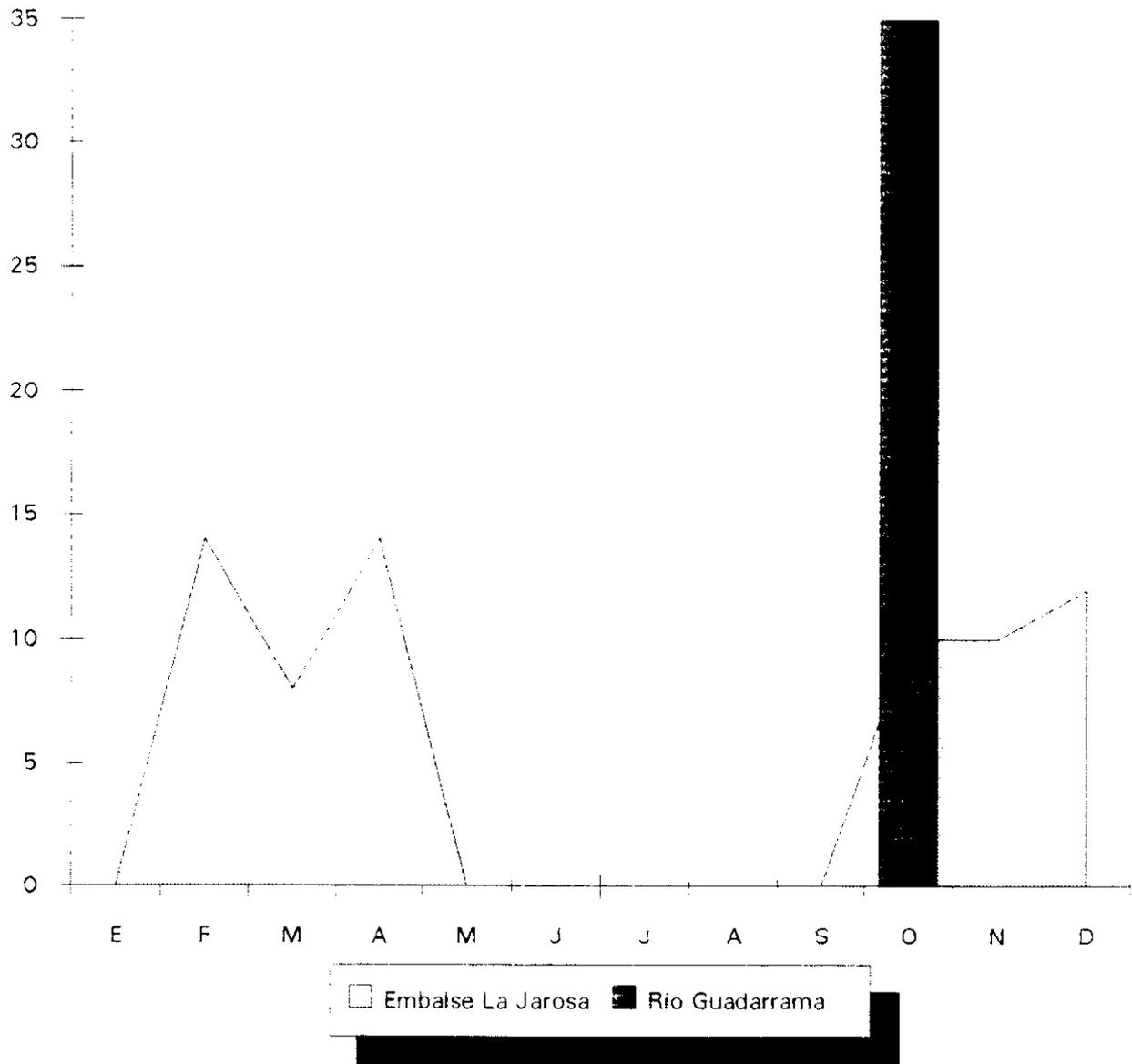


Figura 87

BIOMASA (mg. / m³) O.similis

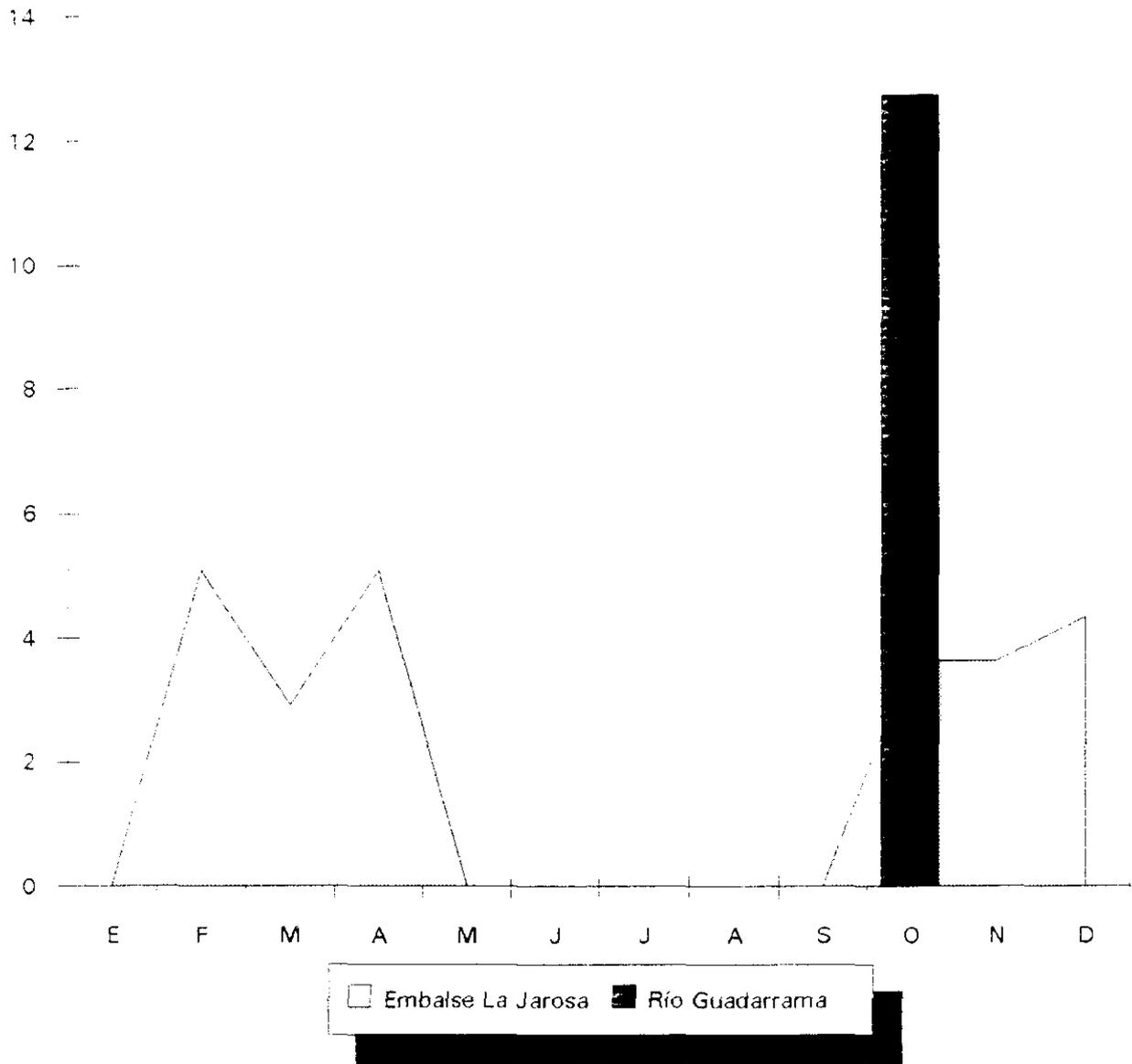


Figura 88

Cryptomonas ovata

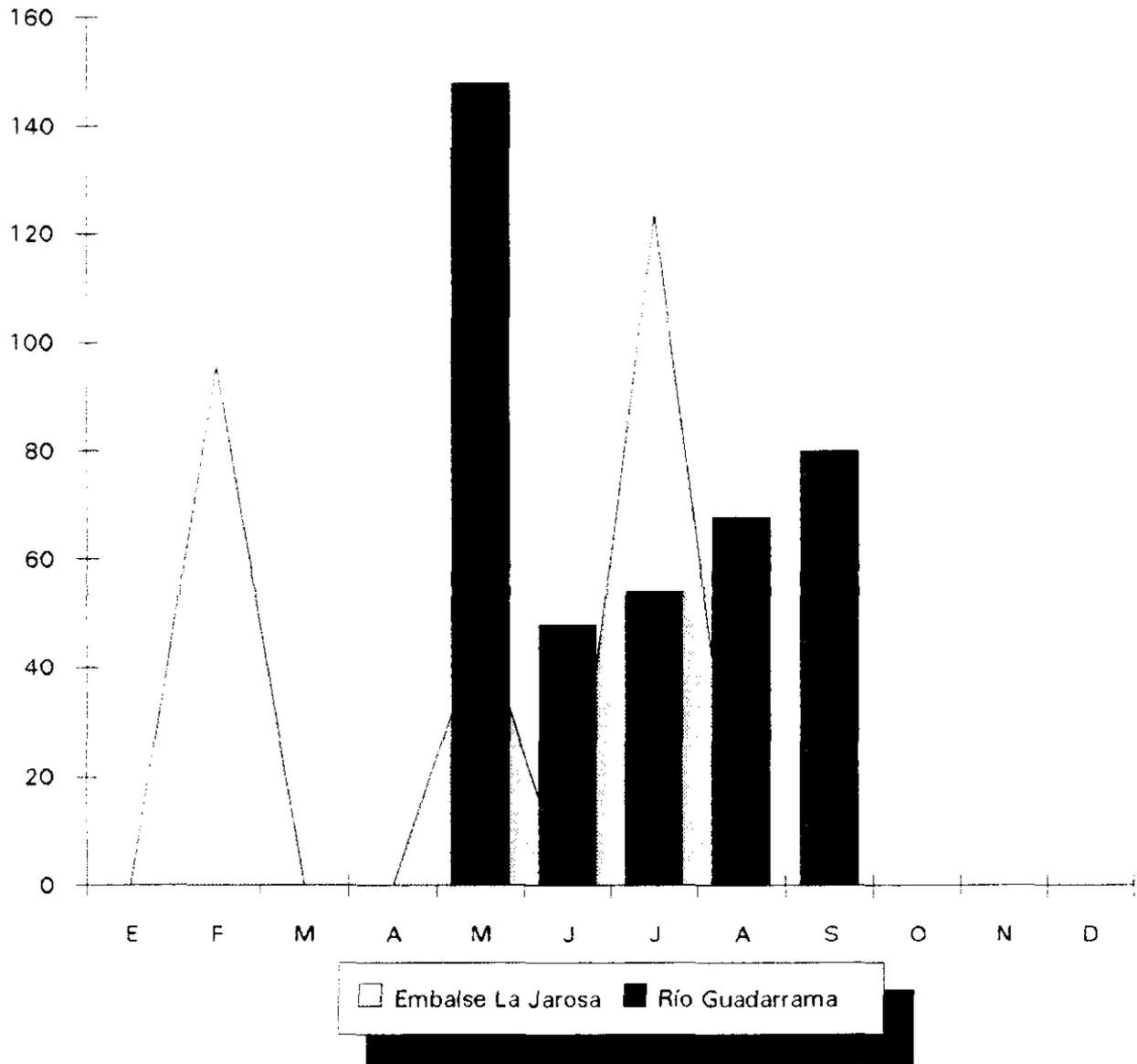


Figura 89

BIOMASA (mg. / m3) C.ovata

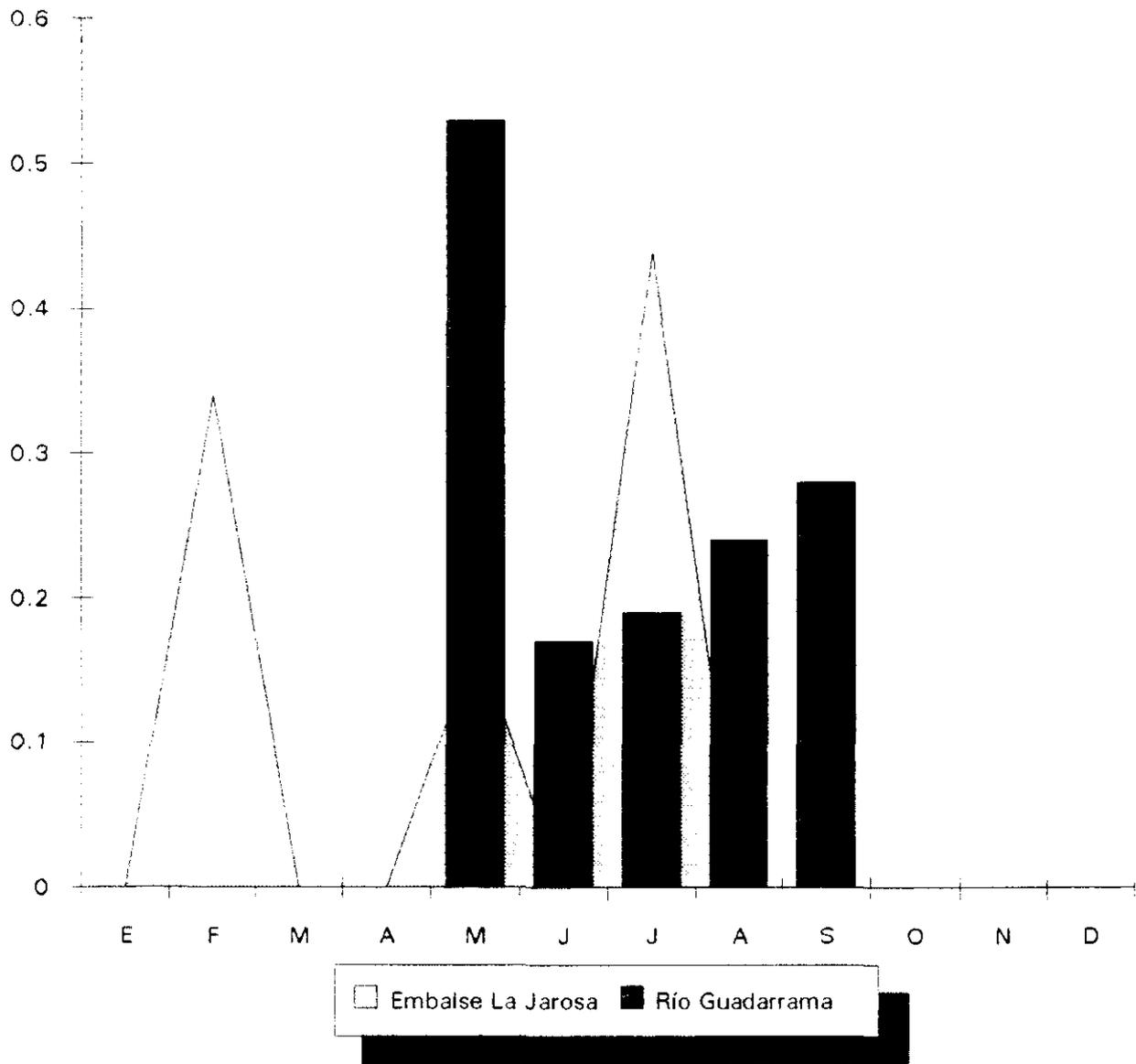


Figura 90

Jarosa, *Trachelomonas grandis* alcanzó la mayor biomasa en abril (24 ind.ml⁻¹, 9.0 mg.m⁻³, 26.6%), presentándose también en los muestreos de enero, marzo y agosto, mientras que, en el río Guadarrama se encontró en junio, septiembre y noviembre, y tuvo los valores máximos en noviembre (48 ind.ml⁻¹, 18.0 mg.m⁻³, 44.4%) (Figs. 91 y 92). *Polytoma uvella* apareció en el embalse de La Jarosa en siete muestreos (febrero, marzo, mayo, agosto, septiembre, octubre y diciembre), obteniéndose las cifras más elevadas en el noveno muestreo (septiembre, 78 ind.ml⁻¹, 1.02 mg.m⁻³, 21.0%); en el río Guadarrama, esta especie se presentó en cinco muestreos (enero, abril, mayo, julio y noviembre), y fue en julio (146 ind.ml⁻¹, 1.92 mg.m⁻³, 34.8%) cuando se observó la mayor biomasa, en cuanto a los protozoos no ciliados, de esta estación (Figs. 93 y 94).

3. Grupos Funcionales.-

3.1 Densidad.

Las diferentes especies se han distribuido en grupos funcionales, siguiendo la clasificación de Pratt y Cairns (1985), según el tipo de nutriente, para determinar las relaciones entre los distintos grupos, tanto por lo que respecta a la

Trachelomonas grandis

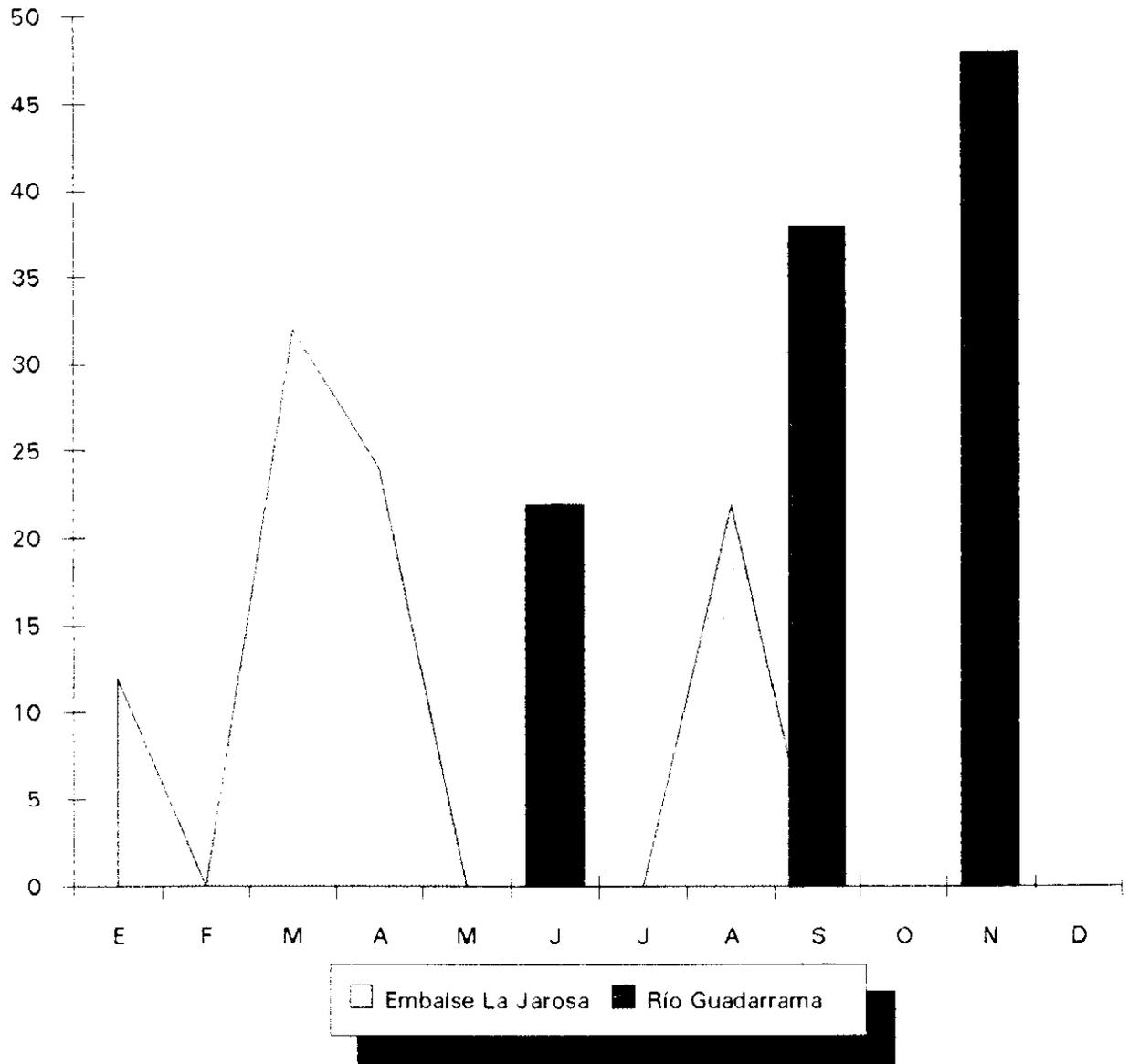


Figura 91

BIOMASA (mg. / m3) T.grandis

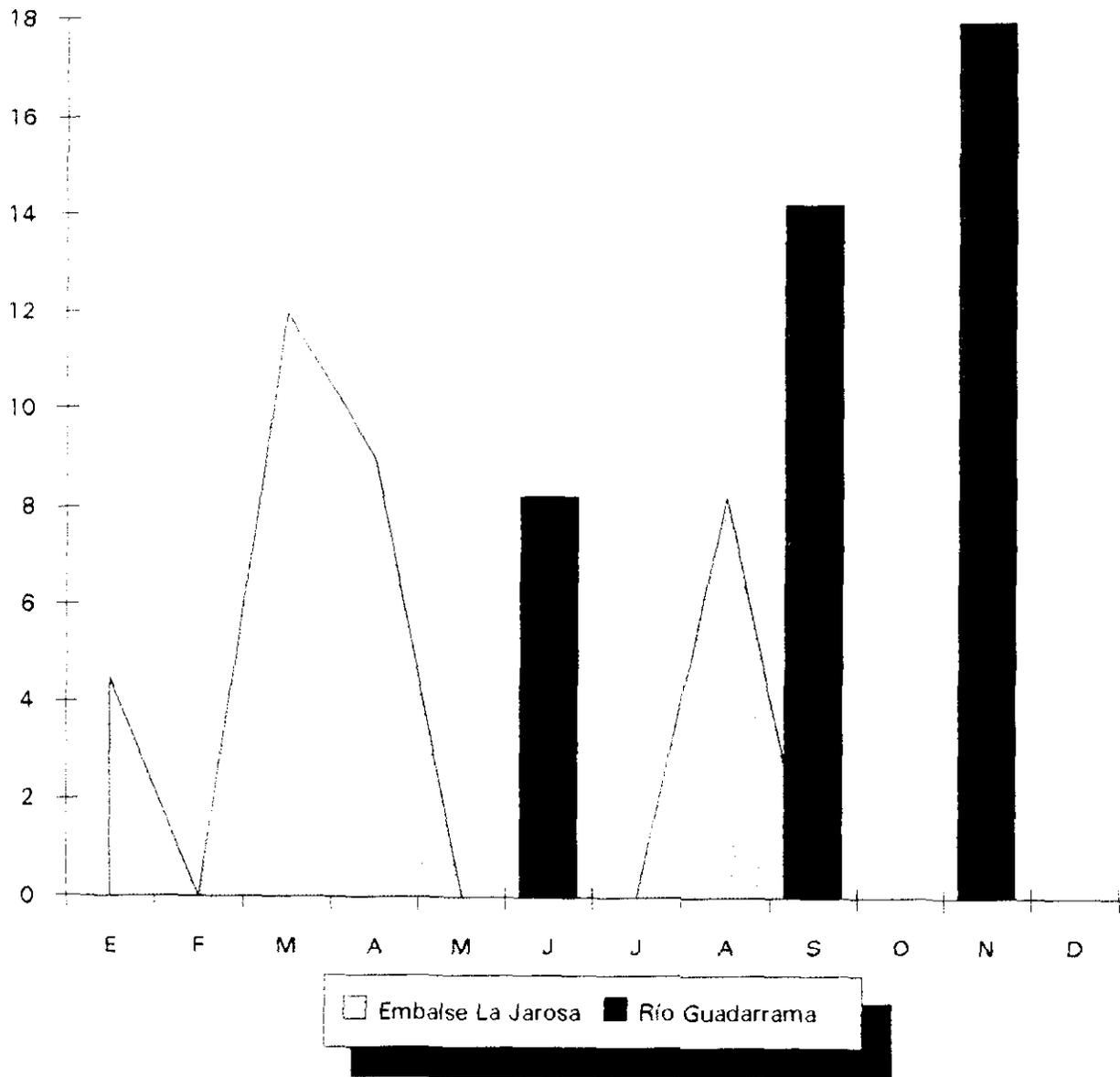


Figura 92

Polytoma uvella

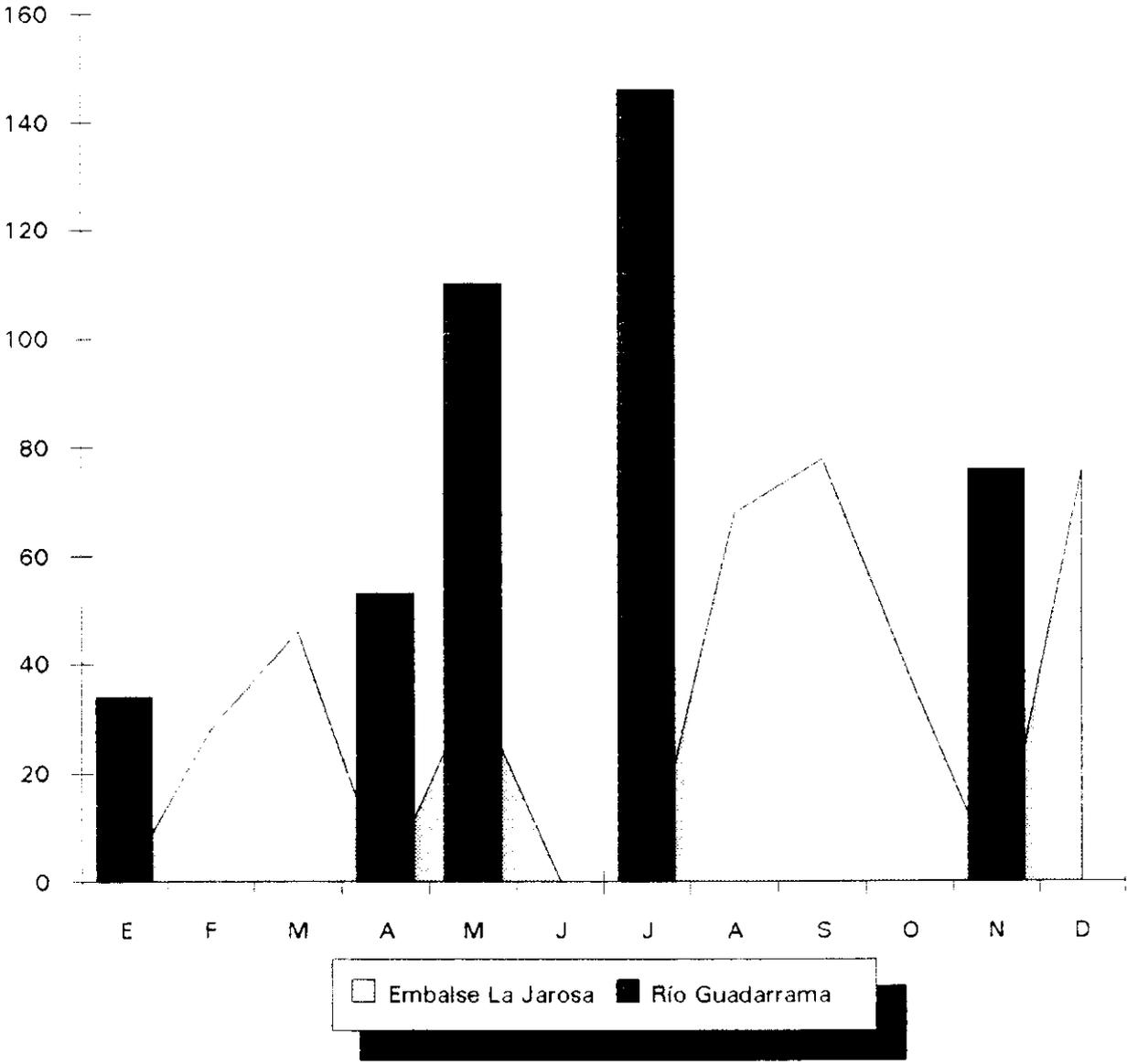


Figura 93

BIOMASA (mg. / m³) P.uvella

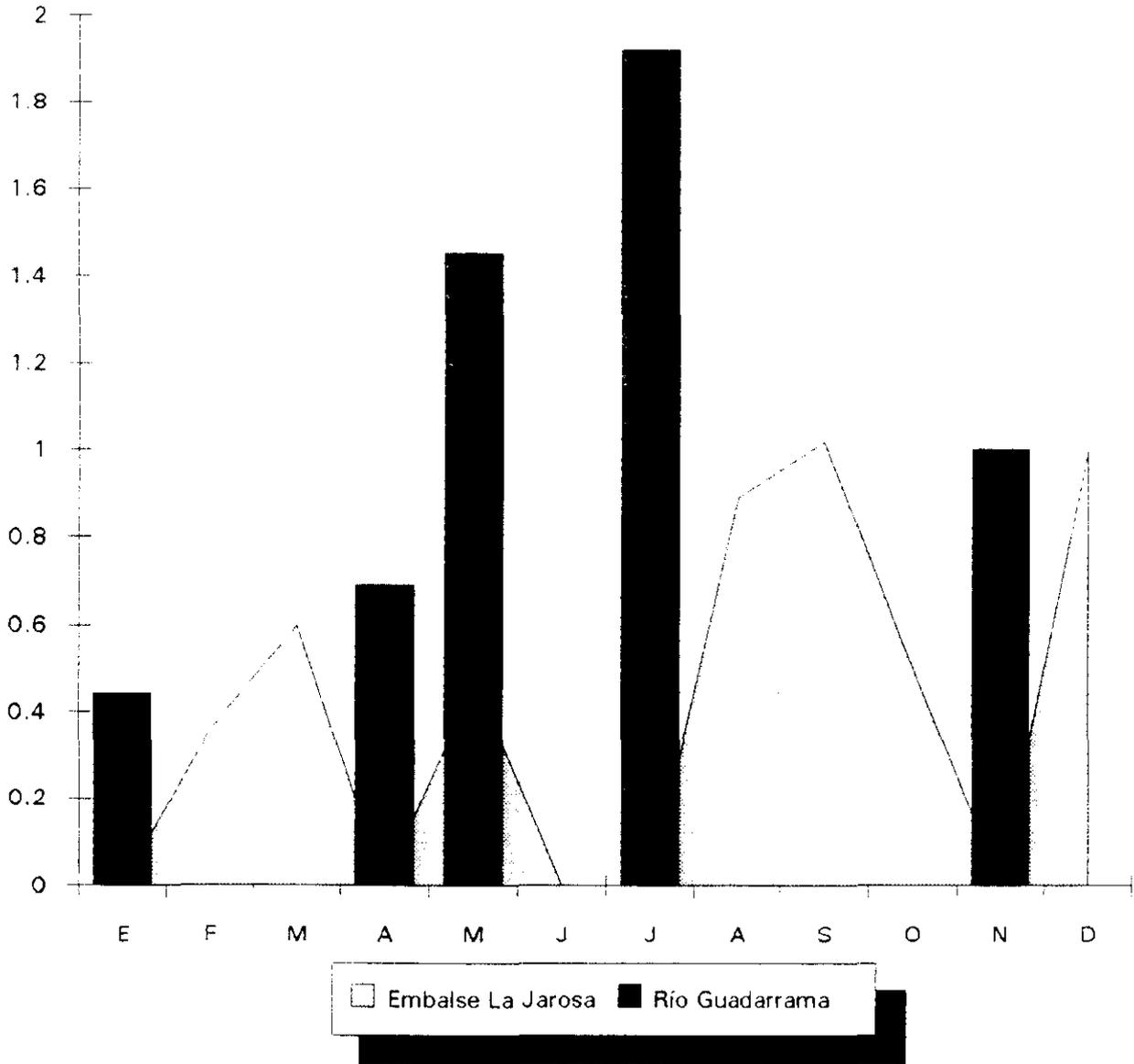


Figura 94

abundancia de individuos por mililitro, como a los porcentajes respectivos en cuanto al total de cada muestreo (Apéndice I, XXII y XXX). Tanto en el embalse de La Jarosa como en el río Guadarrama (Figs. 95 y 96), se han encontrado en todos los muestreos individuos pertenecientes a los grupos funcionales correspondientes a los protozoos fotoautótrofos (P) y bacterívoros (B), hecho que no ocurrió con el resto de los grupos que, no estaban representados en algunos muestreos. En el décimo muestreo (octubre), el grupo de los fotoautótrofos presentó la mayor abundancia de individuos (700 ind.ml⁻¹, 52.1%) en el río Guadarrama, y la menor abundancia en el embalse de La Jarosa (18 ind.ml⁻¹, 4.9%). En el río, la menor densidad de individuos de este grupo se encontró en abril (31 ind.ml⁻¹, 12.3%), y la mayor del embalse (545 ind.ml⁻¹, 57.1%) en septiembre.

El grupo funcional B (bacterívoros), en las dos estaciones, fue más abundante que el grupo P a lo largo del año, aunque, por muestreos, fue el grupo P (fotoautótrofos), el que presentó las cifras de mayor densidad. El grupo B mostró la mayor abundancia, en el embalse de La Jarosa, en septiembre (362 ind.ml⁻¹, 37.9%) y, en el río Guadarrama, (636 ind.ml⁻¹, 73.4%) en diciembre; la menor densidad, en el embalse (85 ind.ml⁻¹, 35.4%), correspondió a abril y, en el río Guadarrama, al mes de junio (129 ind.ml⁻¹, 60.5%).

El grupo funcional A (algívoros) estuvo representado en el río Guadarrama en ocho muestreos y en el embalse de La Jarosa en siete. En el embalse

GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) E.La Jarosa

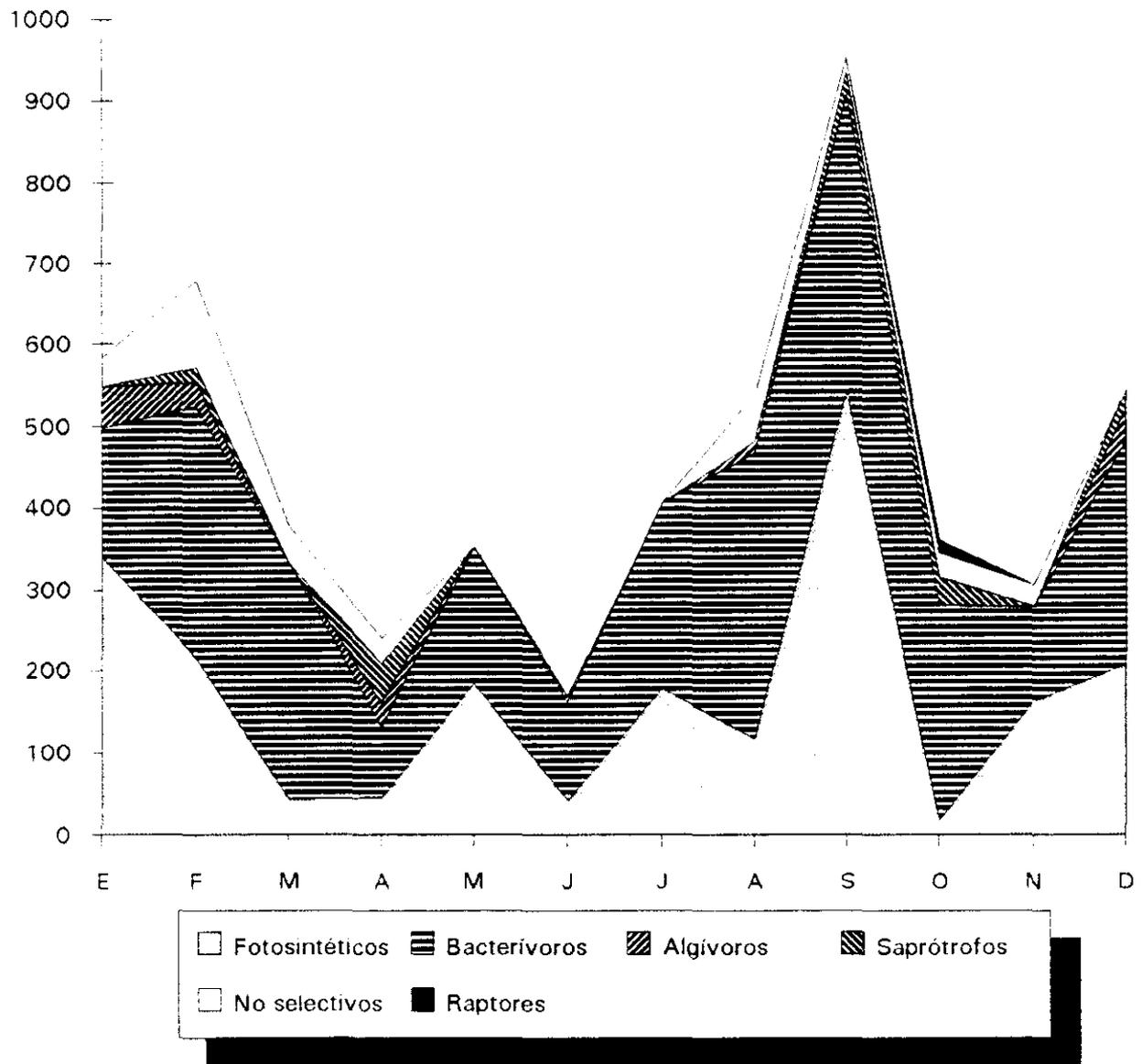


Figura 95

GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) R.Guadarrama

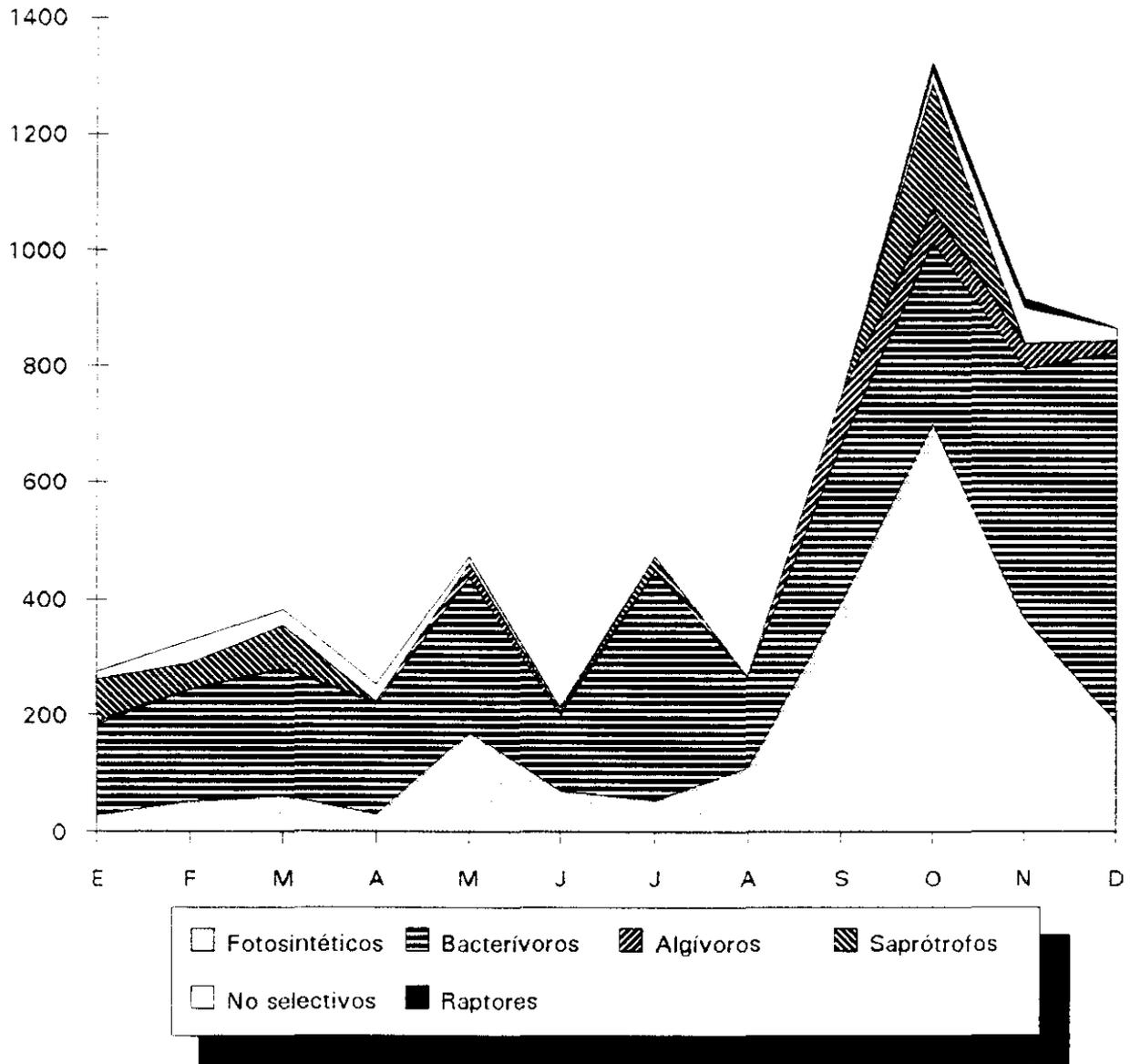


Figura 96

la mayor densidad se encontró en enero, (51 ind.ml⁻¹, 8.7%), y la menor (2 ind.ml⁻¹, 1.5%), en noviembre. En el río Guadarrama el valor máximo (86 ind.ml⁻¹, 11.4%) se observó en septiembre, y el mínimo (6 ind.ml⁻¹), en los meses de enero, abril y junio (2.1%, 2.3% y 2.8%, respectivamente).

El grupo S (saprófitos) estuvo presente, tanto en el embalse de La Jarosa como en el río Guadarrama, en cinco muestreos, aunque no son los mismos en las dos estaciones. En el embalse, las cifras máxima y mínima de abundancia son: 48 ind.ml⁻¹, 20.0% en abril y 17 ind.ml⁻¹, 2.5% en febrero, y en el río: 215 ind.ml⁻¹, 16.2% en octubre y 26 ind.ml⁻¹, 5.8% en julio.

El grupo N (no selectivos) estuvo representado en el río Guadarrama en nueve muestreos, y en el embalse de La Jarosa en ocho. La mayor densidad de individuos se observó en el embalse, en febrero (108 ind.ml⁻¹, 15.9%), y en el río (64 ind.ml⁻¹, 6.9%), en noviembre. La menor densidad correspondió al embalse (18 ind.ml⁻¹, 0.5%) en septiembre y al río en junio (8 ind.ml⁻¹, 3.7%).

El grupo R (predadores, raptos) sólo apareció en el embalse de La Jarosa en el mes de octubre (15 ind.ml⁻¹, 4.1%), y en el río Guadarrama en los meses de octubre y noviembre (14 ind.ml⁻¹, 1.05% y 15 ind.ml⁻¹, 1.63%, respectivamente). En todos estos muestreos el grupo R estuvo representado por una sola especie.

Respecto a la diversidad de los grupos funcionales a lo largo del año, el río Guadarrama tuvo representantes de los seis grupos en el décimo muestreo (octubre),

y de cinco grupos en los muestreos de enero y noviembre. Por otro lado, el embalse de La Jarosa mostró individuos de cinco grupos funcionales, en los muestreos de febrero, abril y octubre. En los restantes muestreos la representación fue algo menor en las dos estaciones.

En cuanto a la densidad de individuos, en el embalse de La Jarosa, el análisis de los componentes principales de los grupos funcionales indicó que, respecto al primer componente (73.0% de varianza), el grupo de los fotoautótrofos (P) fue el más importante. Le siguió el grupo de los bacterívoros (B) y el de los algívoros. En relación con el segundo componente (22.7% de varianza), los grupos más destacados fueron los bacterívoros y los no selectivos (N), éste último el más importante respecto al tercer componente (2.6% de varianza) (Tabla 23). En relación con los muestreos, los más significativos fueron: el de septiembre respecto al primer componente, el de agosto respecto al segundo componente y el de febrero en cuanto al tercer componente. En la figura 97 se muestra la importancia relativa de los fotoautótrofos y bacterívoros, que no están correlacionados entre sí, respecto a los demás grupos.

El análisis de los componentes principales en el río Guadarrama, en relación con los grupos funcionales (abundancia de individuos) puso de manifiesto que, respecto al primer componente (69.1% de varianza), el grupo de los fotoautótrofos fue el más importante, seguido de los bacterívoros y los saprótrofos, que son los grupos más destacados respecto al segundo componente (26.6% de varianza) y al tercero (3.5%

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Fotosintéticos	0.946817	-0.317122	0.029957
Bacterívoros	0.321145	0.932617	-0.134537
Algívoros	0.015721	-0.047231	0.357402
Saprótrofos	1.42869E-3	9.52308E-3	0.087483
No selectivos	9.72329E-3	0.164615	0.919343
Raptors	-7.73909E-3	0.015511	-0.020552

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.845225	-1.10539
Febrero	0.573415	1.08099
Marzo	-0.628675	0.992408
Abril	-1.27631	-1.12447
Mayo	-0.162592	-0.722218
Junio	-1.21908	-0.922665
Julio	-1.39178E-3	-0.13118
Agosto	0.064767	1.45672
Septiembre	2.78324	0.524899
Octubre	-0.903287	0.796046
Noviembre	-0.464056	-1.04409
Diciembre	0.388742	0.198941

Tabla 23

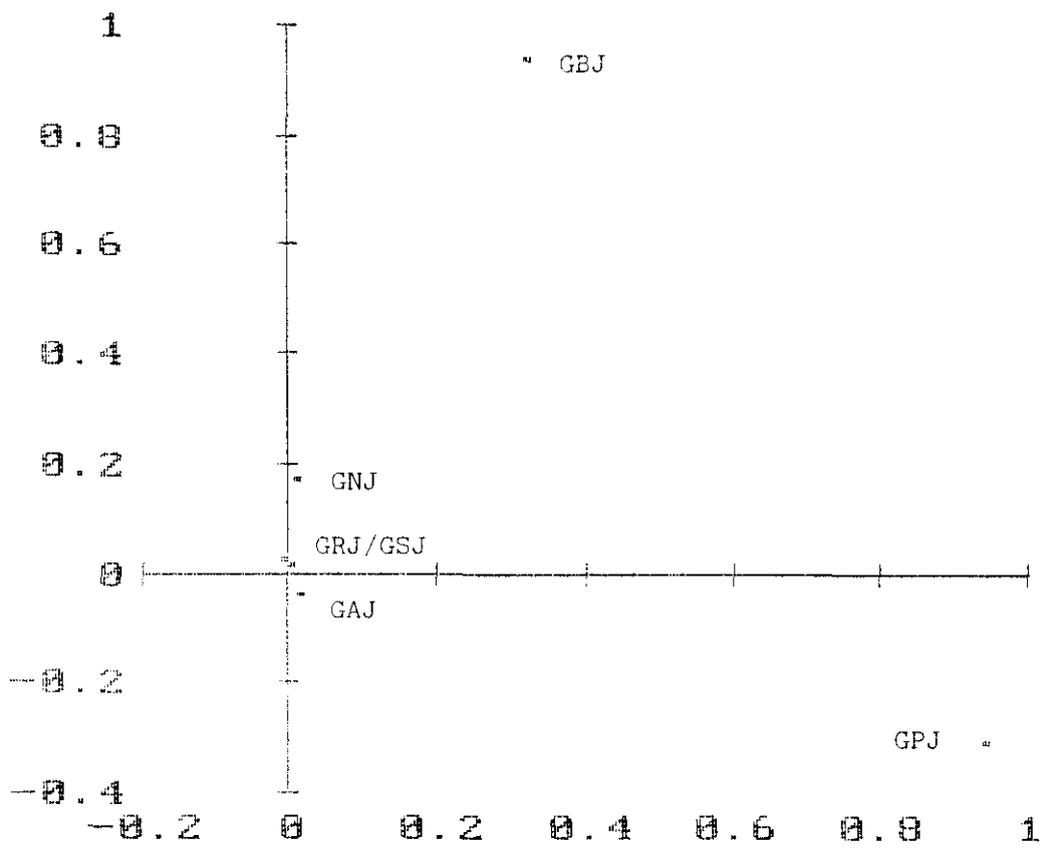


Fig. 97. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales respecto a la densidad de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPJ), bacterívoros (GBJ), algívoros (GAJ), saprótrofos (GSJ), no selectivos (GNJ) y depredadores (raptores) (GRJ).

de varianza), respectivamente (Tabla 24). El décimo muestreo (octubre) fue el más significativo con respecto al primer componente principal, el de diciembre respecto al segundo componente y el de octubre en relación con el tercer componente. Al igual que en el embalse de La Jarosa, en el río Guadarrama los fotosintéticos y los bacterívoros son los grupos más importantes, no estando correlacionados entre sí (Fig. 98). Por otro lado, en el río, se observó una correlación entre la abundancia de los fotosintéticos y la de los algívoros (grupo A) ($r: 0.842, p < 0.05$).

En las figuras 99 y 100 se muestran (en valores globales de cada estación), los grupos funcionales y sus porcentajes, respectivamente, en cuanto a la abundancia de individuos (Apéndice I, Tablas XXV y XXXIII). El grupo de los bacterívoros es el que mostró un mayor valor, tanto en el embalse de La Jarosa (2722 ind.ml⁻¹, 49.3%), como en el río Guadarrama (3344 ind.ml⁻¹, 51.3%); le siguió el grupo de los fotoautótrofos (2101 ind.ml⁻¹, 38.1% en el embalse; 2226 ind.ml⁻¹, 34.1% en el río). El grupo de los no selectivos, en el embalse (349 ind.ml⁻¹, 6.3%), presentó una mayor abundancia que el grupo de los algívoros (173 ind.ml⁻¹, 3.1%), y que el grupo de los saprótrofos (151 ind.ml⁻¹, 2.7%). Por otro lado, en el río, la abundancia de los saprótrofos (433 ind.ml⁻¹, 6.6%) fue mayor que la de los algívoros (250 ind.ml⁻¹, 3.8%), y que la de los no selectivos (235 ind.ml⁻¹, 3.6%). El grupo de los raptores fue el que presentó menor densidad, tanto en el embalse de La Jarosa (15 ind.ml⁻¹, 0.27%) como en el río Guadarrama (29 ind.ml⁻¹, 0.44%). Existe una importante correlación

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Fotosintéticos	0.917709	-0.317407	-0.182051
Bacterívoros	0.351292	0.925167	0.137616
Algívoros	0.104548	-0.030994	-0.233693
Saprótrofos	0.150816	-0.204282	0.944692
No selectivos	0.018042	0.024455	0.028038
Raptors	0.020096	-5.3873E-3	8.83641E-3

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.988043	-0.641821
Febrero	-0.852072	-0.322377
Marzo	-0.69322	-0.276963
Abril	-1.0565	-0.197551
Mayo	-0.184012	0.052953
Junio	-1.03827	-0.645206
Julio	-0.443188	0.964505
Agosto	-0.824227	-0.540639
Septiembre	1.05032	-0.344778
Octubre	3.00263	-1.20226
Noviembre	1.25791	0.776966
Diciembre	0.768669	2.37717

Tabla 24

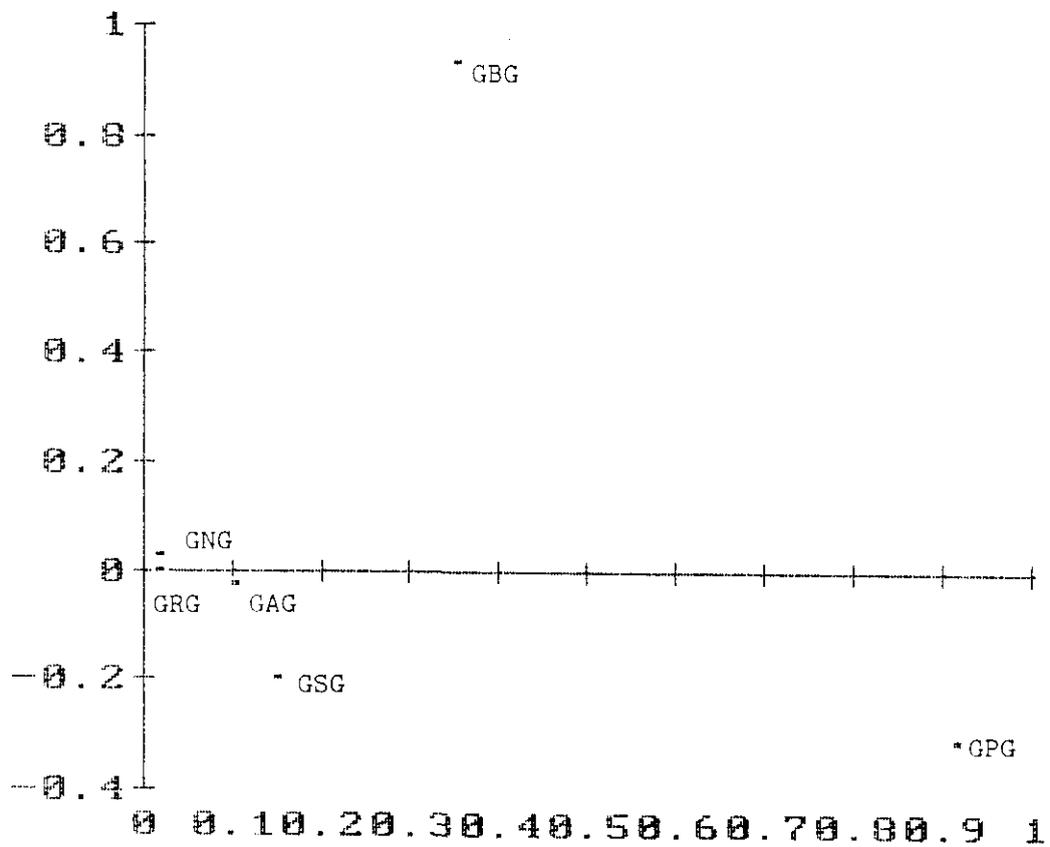


Fig. 98. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales respecto a la densidad de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPG), bacterívoros (GBG), algívoros (GAG), saprótrofos (GSG), no selectivos (GNG) y depredadores (raptores) (GRG).

GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) Val. anuales

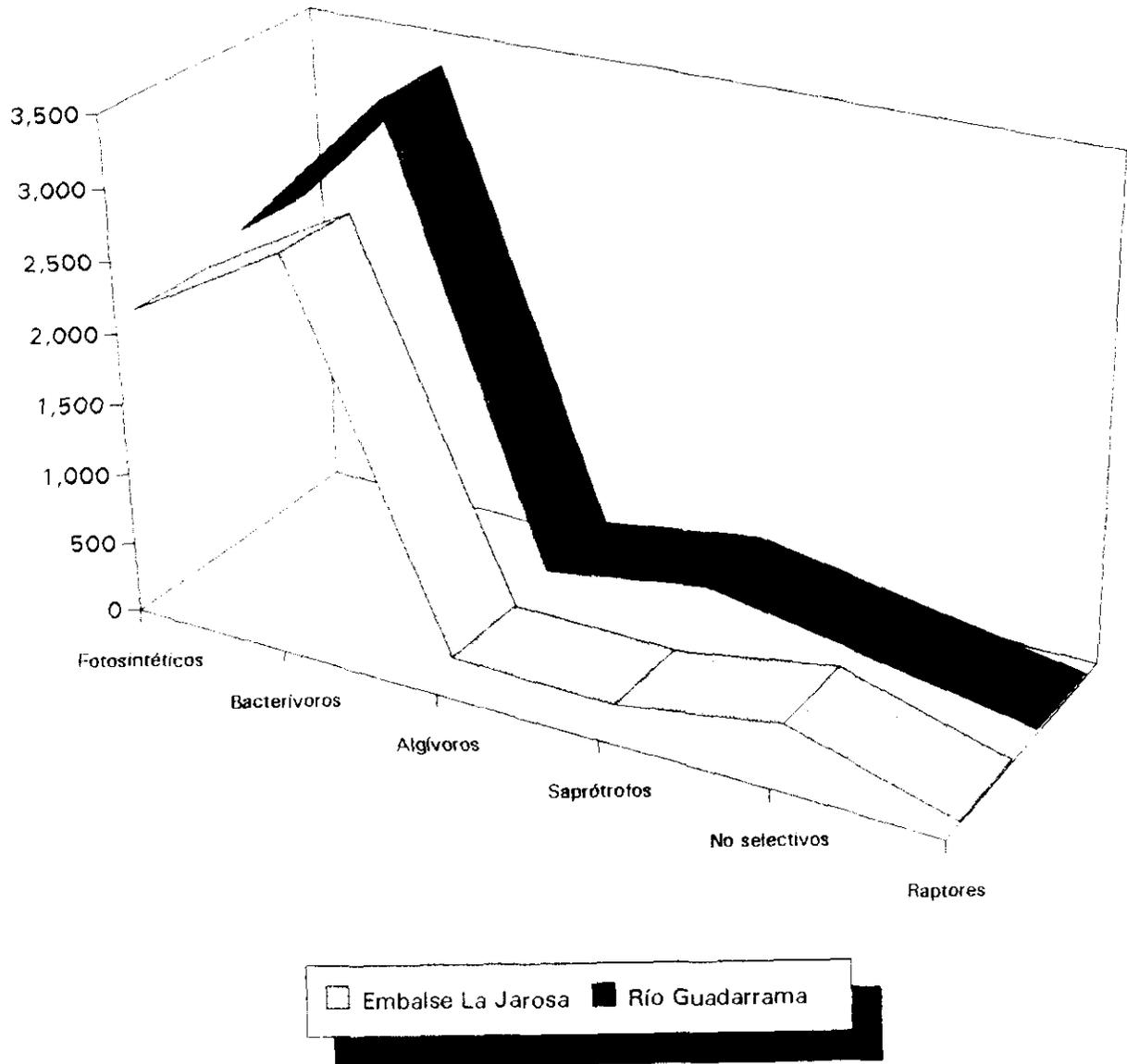


Figura 99

% GRUPOS FUNCIONALES (ind. / ml.) Val. anuales

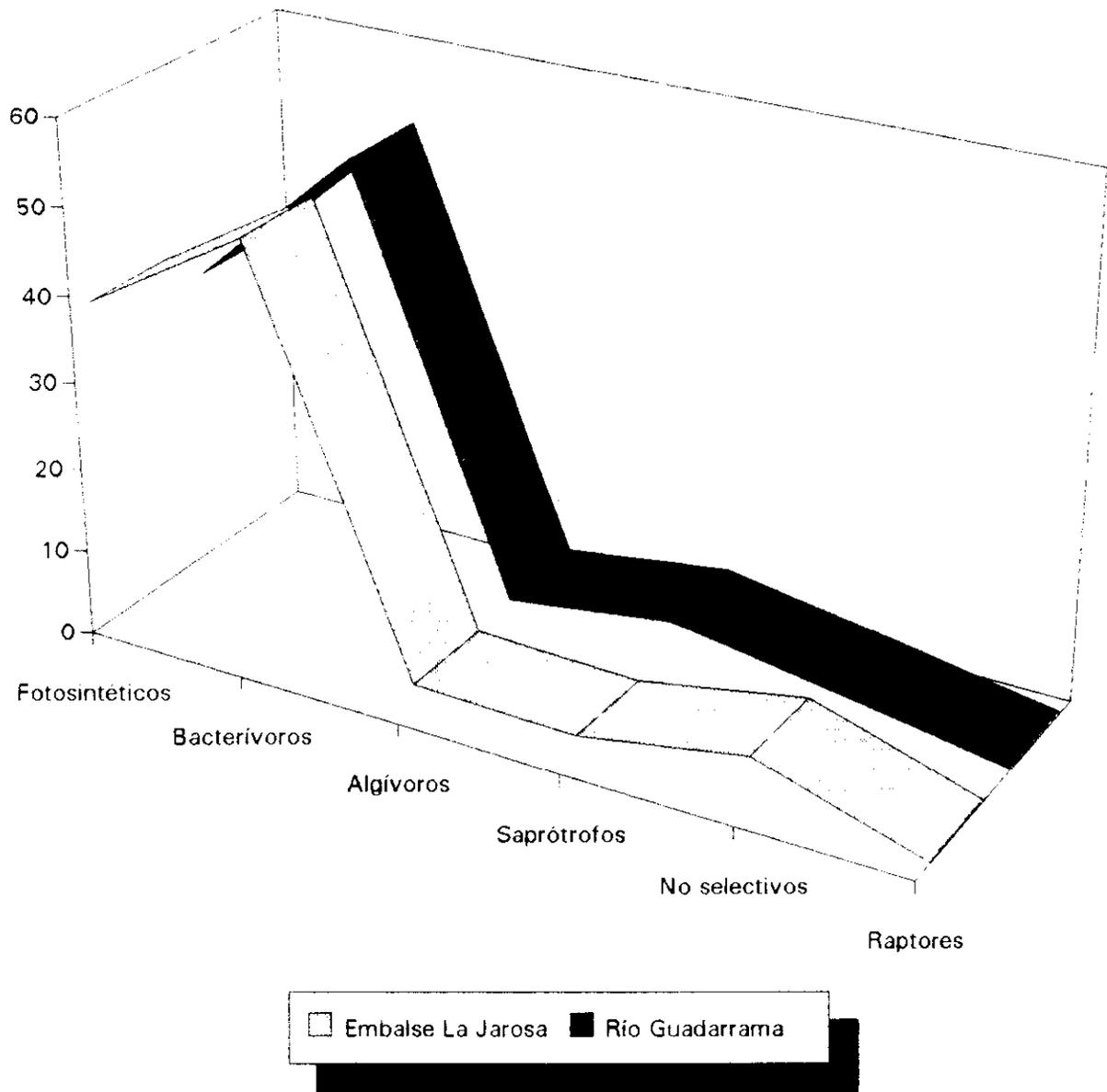


Figura 100

entre los valores anuales de los mismos grupos funcionales del embalse de La Jarosa y los del río Guadarrama ($r: 0.990, p < 0.05$).

3.2 Número de especies.

En cuanto al número de especies y su distribución en grupos funcionales (Figs. 101 y 102), el grupo de los fotoautótrofos, en el embalse de La Jarosa, tuvo el valor máximo en enero (8, 29.6%) y, en el río Guadarrama este valor se observó en octubre (6, 26.0%). Los mínimos valores, se presentaron, en el embalse, en los muestreos de marzo, abril y octubre y, en el río, en enero y julio (Apéndice I, Tablas XXIII y XXXI).

El número de especies del grupo B (bacterívoros) fue, en las dos estaciones y en todos los muestreos, superior al grupo de los fotoautótrofos (P); los valores máximos (18, 50.0% en el embalse; 16, 72.7% en el río) se registraron en los muestreos segundo (febrero) y duodécimo (diciembre) respectivamente, y los mínimos, (5, 38.4% en abril y 5, 55.5% en junio), en el embalse de La Jarosa, y (3, 60.0%) en agosto, en el río Guadarrama.

El número de especies pertenecientes al grupo A (algóvoros), en las dos estaciones, fue pequeño. Los máximos valores se observaron en el embalse, (5, 18.5%) en enero y, en el río (2, 8.6%) en noviembre.

Nº ESPECIES G.FUNCIONALES E.La Jarosa

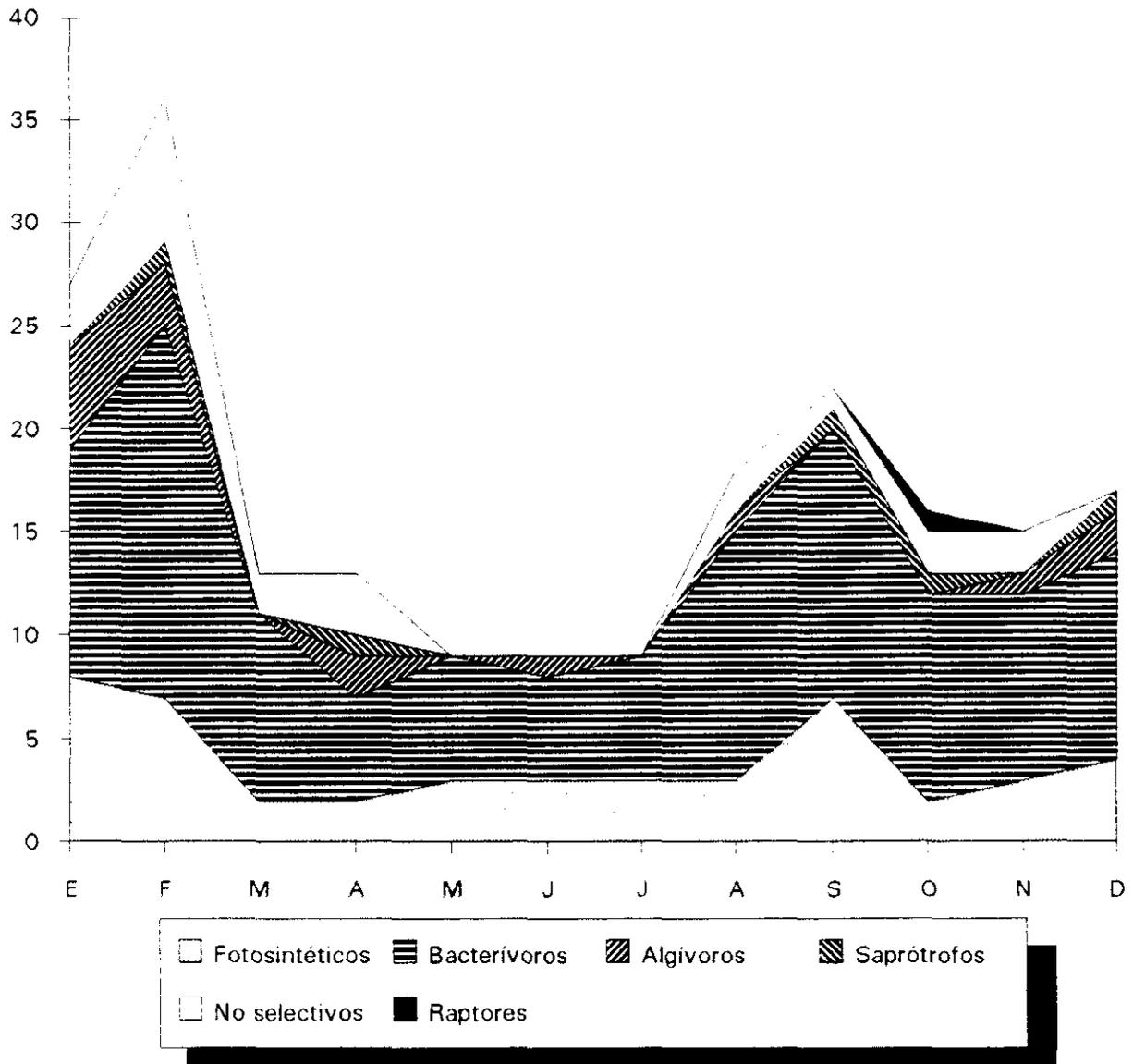


Figura 101

Nº ESPECIES G.FUNCIONALES R.Guadarrama

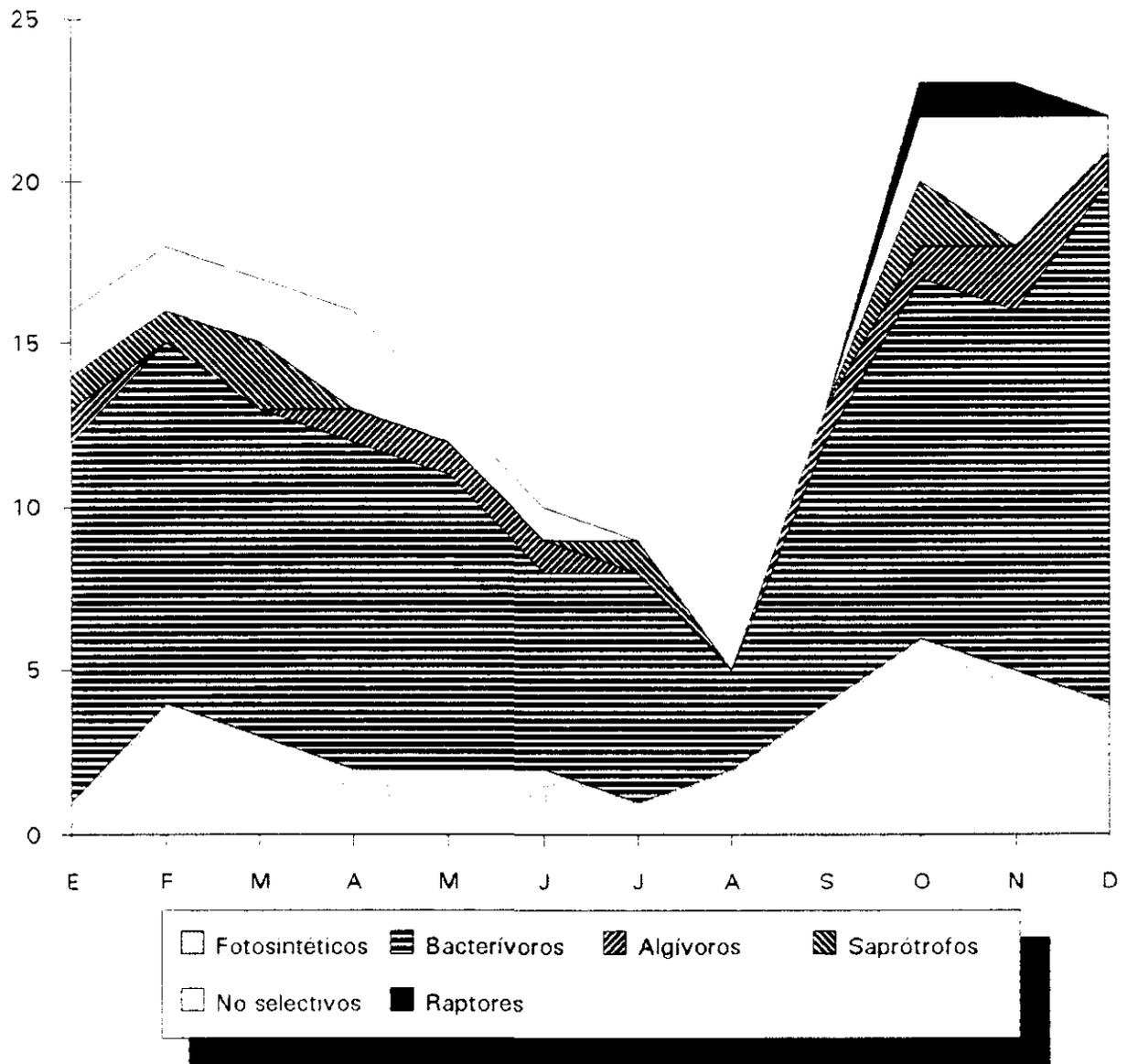


Figura 102

El número de especies del grupo S (saprótrofos), encontradas en las dos estaciones a lo largo del año, fue inferior al de las pertenecientes al grupo de los algívoros.

En el río Guadarrama una sola especie representó al grupo de los no selectivos, en los muestreos de mayo, junio y diciembre, y lo mismo ocurrió en el embalse de La Jarosa en el noveno muestreo (septiembre). Los valores máximos se encontraron, en el embalse, en febrero (7, 19.4%), y en el río, en noviembre (4, 17.3%).

El análisis de los componentes principales, en el embalse, respecto al número de especies, indicó que, el grupo de los fotoautótrofos fue el más importante en cuanto al primer componente (83.1% de varianza), seguido de los bacterívoros, también el más destacado respecto al segundo componente (9.0% de varianza). Los dos primeros componentes representan el 92.2% de la variabilidad total. Los muestreos de enero, febrero y septiembre fueron los más significativos, en relación con el primer componente (Tabla 25). En la representación de los dos primeros componentes principales (Fig. 103), se observa la mayor importancia de los vectores representativos de los grupos de fotoautótrofoa y bacterívoros, en relación con los demás. Estos dos grupos están correlacionados entre sí ($r: 0.807, p < 0.05$) y, además, existe una correlación, aunque menos importante, entre los fotoautótrofos (P) y los no selectivos (N) ($r: 0.757, p < 0.05$).

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies Fotosintéticas	0.724035	-0.482521	-0.481203
Especies Bacterívoras	0.612065	0.741389	0.127831
Especies Algívoras	0.143835	-0.43525	0.515456
Especies Saprótrofas	0.034272	0.039302	0.012595
Especies No selectivas	0.281535	-0.152282	0.695604
Especies Raptoras	-4.95794E-3	0.057780	0.048836

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	1.27528	-1.26565
Febrero	4.35998	-0.57431
Marzo	-0.661702	0.501409
Abril	-0.911576	-0.842222
Mayo	-1.25925	-0.042719
Junio	-1.32713	-0.519478
Julio	-1.25925	-0.042719
Agosto	0.082399	0.692689
Septiembre	0.747634	0.874294
Octubre	-0.45133	0.972897
Noviembre	-0.400567	0.107677
Diciembre	-0.194492	0.138137

Tabla 25

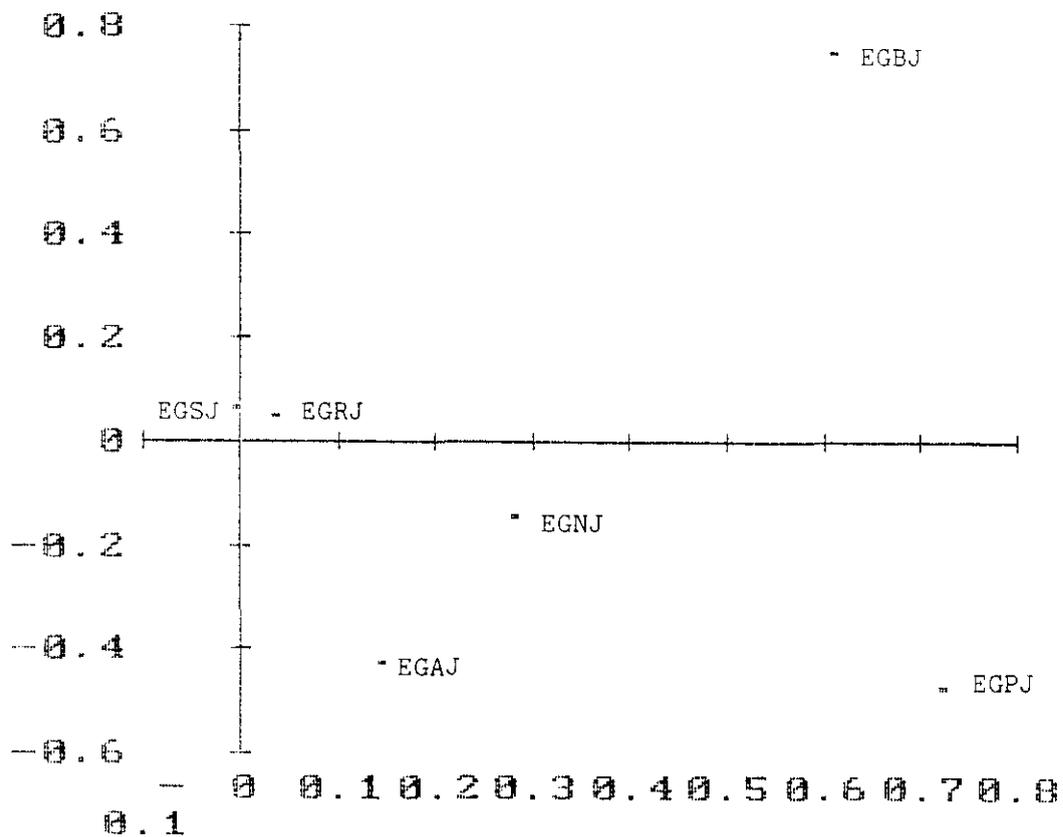


Fig. 103. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales respecto al número de especies de los grupos funcionales: fotosintéticos (EGPI), bacterívoros (EGBJ), algívoros (EGAI), saprótrofos (EGSJ), no selectivos (EGNJ) y depredadores (raptores) (EGRJ).

En el río Guadarrama, el análisis de los componentes principales en cuanto al número de especies, puso de manifiesto que, el grupo de los bacterívoros fue el más importante respecto al primer componente (74.1% de varianza), seguido del de los fotoautótrofos (el más destacado respecto al segundo componente, 13.0% de varianza), y el de los no selectivos. Destacan los muestreos de diciembre, octubre y noviembre en el primero, segundo y tercero de los componentes principales, respectivamente (Tabla 26). En la figura 104 se puede apreciar la mayor importancia de los fotosintéticos y bacterívoros en relación con los demás grupos funcionales.

En las figuras 105 y 106 se aprecia, en valores anuales, la distribución de los grupos funcionales y sus porcentajes respecto al número de especies en las dos estaciones. El orden de importancia (de mayor a menor) de los grupos funcionales es el siguiente: grupos bacterívoros, fotoautótrofos, no selectivos, algívoros, saprótrofos y predadores (raptores). Este orden es el mismo, tanto en el embalse de La Jarosa, como en el el río Guadarrama. En el embalse los bacterívoros estuvieron representados por 114 especies (55.8%) y, en el río, por 113 especies (61.0%). El grupo de los fotosintéticos presentó, en el embalse de La Jarosa, 47 especies (23.0%) y, en el río Guadarrama, 36 (19.4%). El grupo de los no selectivos, 22 (10.7%) en el embalse y 18 (9.7%) en el río. Los algívoros, 15 (7.3%) en el embalse, 9 (4.8%) en el río. El grupo de los saprótrofos 5 (2.4%) en el embalse, 7 (3.7%), en el río. Los raptores (depredadores), 1 (0.49%) en el embalse, 2 (1.08%) en el río. Existió, como en el caso

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Especies Fotosintéticas	0.266197	0.881031	-0.323977
Especies Bacterívoras	0.936517	-0.324724	-0.120805
Especies Algívoras	0.078068	0.111636	0.25831
Especies Saprótrofas	0.047241	0.081324	-0.136296
Especies No selectivas	0.205286	0.237308	0.887548
Especies Raptoras	0.040092	0.207236	0.086037

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	0.246694	-1.16916
Febrero	0.621641	0.307888
Marzo	0.224622	-0.041303
Abril	0.229349	-0.428143
Mayo	-0.390662	-0.709459
Junio	-1.25991	-0.40806
Julio	-1.36816	-1.32868
Agosto	-2.41988	-0.477154
Septiembre	-0.511846	0.304548
Octubre	1.24351	2.22688
Noviembre	1.41337	2.03093
Diciembre	1.97127	-0.30829

Tabla 26

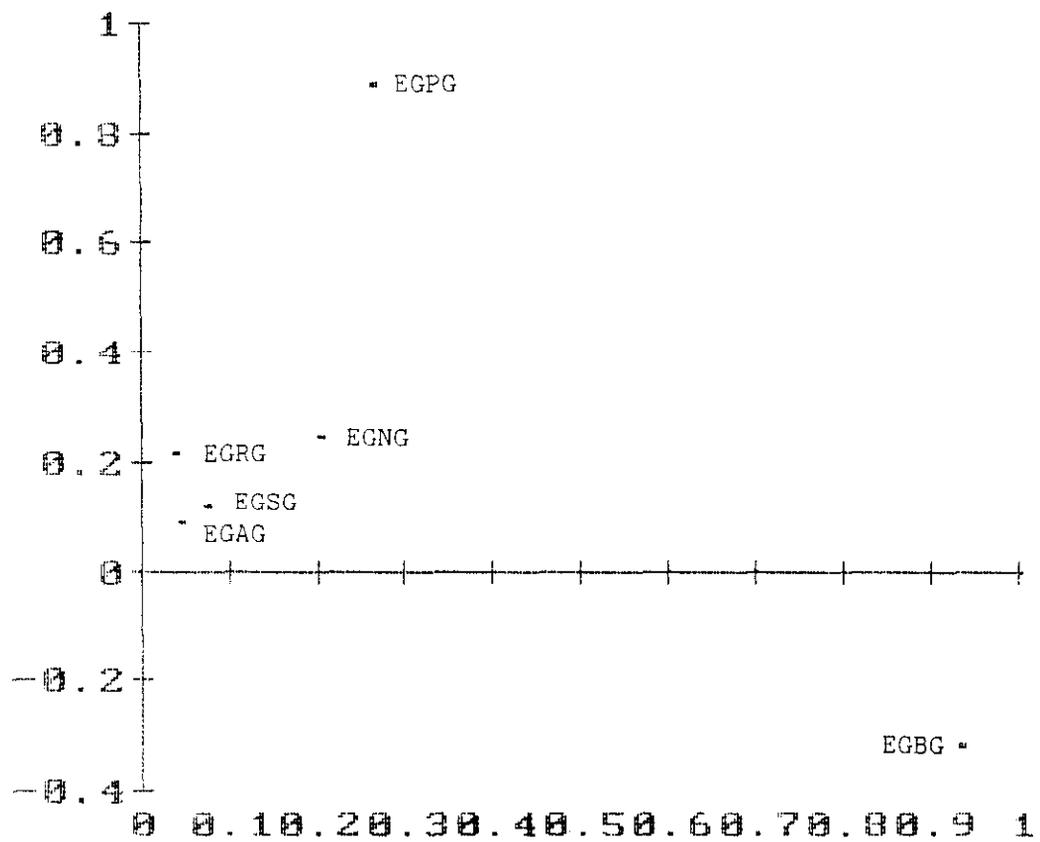


Fig. 104. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales respecto al número de especies de los grupos funcionales: fotosintéticos (EGPG), bacterívoros (EGBG), algívoros (EGAG), saprótrofos (EGSG), no selectivos (EGNG) y depredadores (raptores) (EGRG).

Nº ESPECIES G.FUNCIONALES Val. anuales

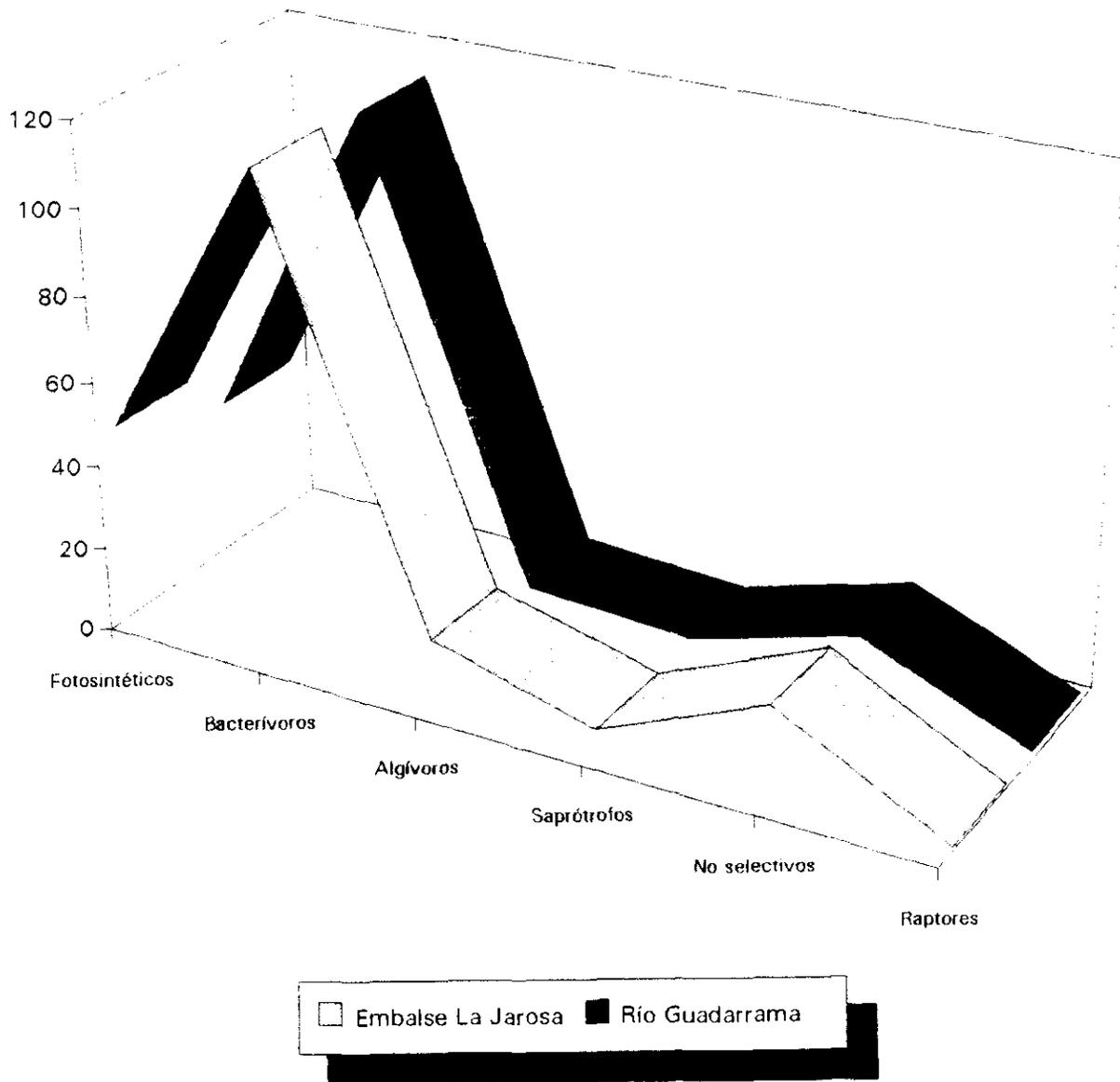


Figura 105

% N° ESPECIES G. FUNCIONALES Val. anuales

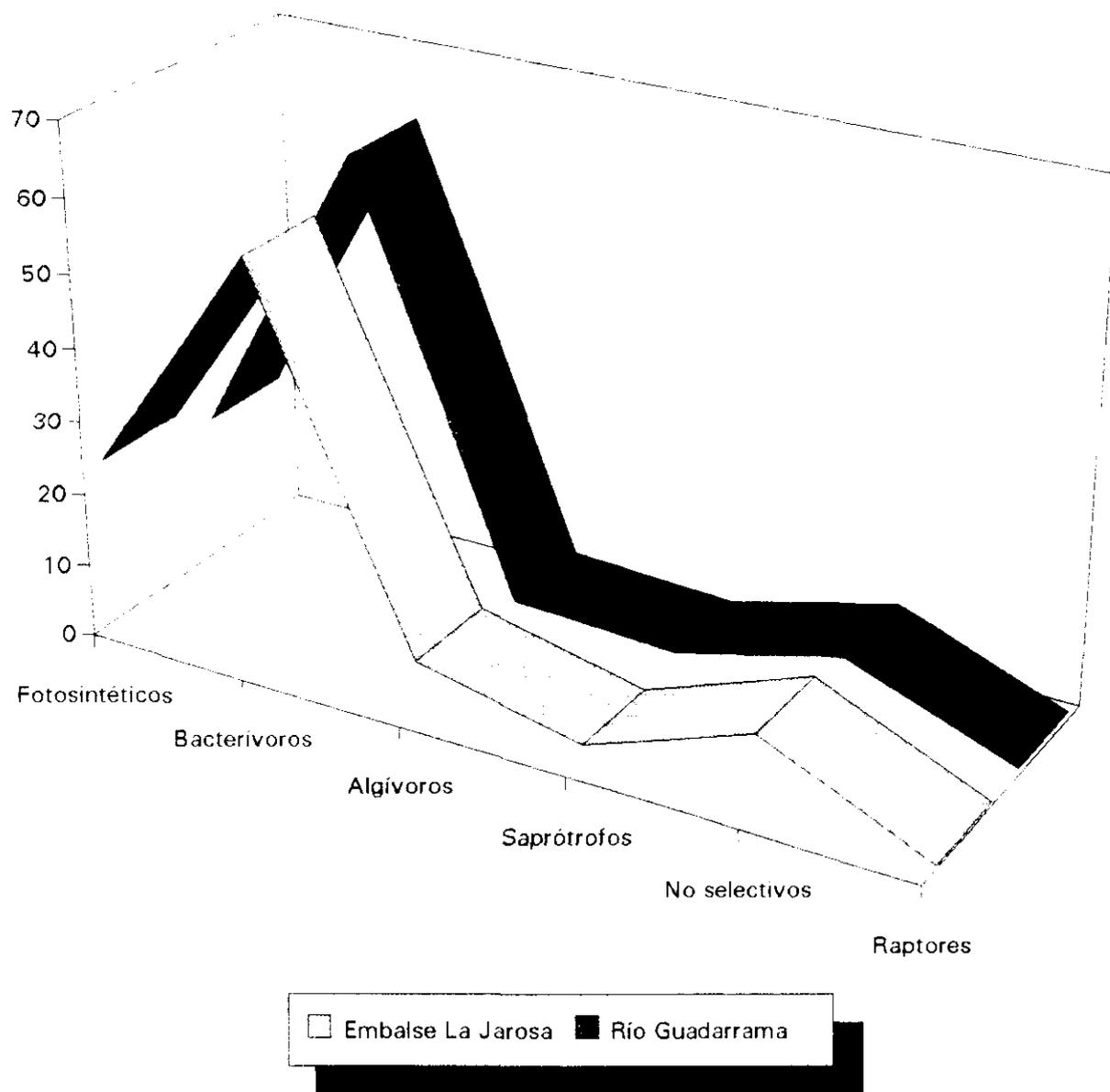


Figura 106

de la abundancia de individuos, una correlación importante entre los valores anuales de los mismos grupos funcionales (número de especies) del embalse de La Jarosa, y los del río Guadarrama ($r: 0.993, p < 0.05$).

3.3 *Biomasa.*

Teniendo en cuenta el tipo de nutriente y, de acuerdo con la clasificación de Pratt y Cairns (1985), las distintas especies se distribuyeron en seis grupos funcionales en cuanto a la biomasa ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), y se calcularon los porcentajes correspondientes al total de los muestreos a lo largo del año (Apéndice I, Tablas XXIV y XXXII). Los grupos funcionales P (fotosintéticos) y B (bacterívoros) estuvieron representados en todos los muestreos, tanto en el embalse de La Jarosa, como en el río Guadarrama. El grupo de los fotosintéticos, en el embalse y teniendo en cuenta un solo muestreo (noviembre), alcanzó el mayor valor de biomasa del sistema ($303156.7 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 99.6%), mientras que el valor mínimo lo presentó en septiembre, ($4.5 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.001%), muestreo en el que tuvo este grupo la mayor abundancia ($545 \text{ ind}\cdot\text{ml}^{-1}$). En el río Guadarrama los fotosintéticos registraron la mayor biomasa ($296.8 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 28.0%) en octubre que coincidió, en este caso, con la mayor densidad ($700 \text{ ind}\cdot\text{ml}^{-1}$) del grupo. El mínimo valor de la biomasa ($0.16 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 0.015%), en el río, correspondió al muestreo de enero.

El grupo B (bacterívoros) en el embalse de La Jarosa mostró las cifras máxima (2145.8 mg.m⁻³, 50.3%) y mínima (42.3 mg.m⁻³, 0.99%) de biomasa, en los muestreos de noviembre y abril, respectivamente. En el río Guadarrama el máximo (2682.4 mg.m⁻³, 39.6%) se observó en noviembre y el mínimo (22.1 mg.m⁻³, 0.32%) en agosto.

En las dos estaciones el grupo de los algívoros (A) presentó unos valores máximo y mínimo respecto a la biomasa que se correspondieron con los máximos y mínimos de abundancia de individuos en los mismos muestreos. La máxima biomasa de este grupo en el embalse (2142.2 mg.m⁻³, 84.0%) se obtuvo en el mes de enero en el que se encontraron 51 ind.ml⁻¹, y en noviembre se registró la mínima biomasa (0.56 mg.m⁻³, 0.02%) que se correspondió con la mínima abundancia (2 ind.ml⁻¹) en este mismo muestreo. En el río Guadarrama los valores máximos se encontraron en el muestreo del mes de septiembre (18963.0 mg.m⁻³, 98.4%; 86 ind.ml⁻¹) y los mínimos (5.6 mg.m⁻³, 0.02%; 6 ind.ml⁻¹) en el mes de junio.

En el embalse de La Jarosa el grupo de los saprótrofos (S) presentó la mayor biomasa (18.9 mg.m⁻³, 87.2%) en el mes de octubre y la cifra más baja (0.26 mg.m⁻³, 1.19%) en diciembre; en el río Guadarrama en el mes de julio, se observó la mayor biomasa (25.4 mg.m⁻³, 36.3%) de los saprotrofos que coincide en este muestreo con la mayor abundancia, 26 ind.ml⁻¹ y la mínima biomasa apareció (0.51 mg.m⁻³, 0.72%) en febrero.

Los valores del grupo de los no selectivos (N) oscilaron en el embalse de La Jarosa entre 9882.0 mg.m⁻³, 45.3% en el muestreo de marzo y 8.0 mg.m⁻³, 0.03% en el de octubre; mientras que en el río Guadarrama lo hicieron entre 2147.8 mg.m⁻³, 26.0% y 3.0 mg.m⁻³, 0.03% en los meses de febrero y diciembre, respectivamente.

El grupo de los predadores (raptos) (R) solo estuvo presente en el embalse en el muestreo del mes de octubre (74.1 mg.m⁻³, 100%); y en el río en este mismo mes (69.1 mg.m⁻³, 48.2%) y en noviembre (74.1 mg.m⁻³, 51.7%) (Figs. 107 y 108).

El análisis de los componentes principales respecto a la biomasa de los grupos funcionales en el embalse de La Jarosa, manifestó que respecto al primer componente (99.8% de varianza) el grupo de los fotosintéticos fue el más importante y le siguió el grupo de los no selectivos en cuanto al segundo componente (0.11% de varianza). Los dos primeros componentes representaron el 99.9% de la variabilidad. En relación con los muestreos los más significativos fueron: los de noviembre, marzo y enero en relación al primer, segundo y tercer componentes, respectivamente (Tabla 27). Los grupos funcionales más importantes respecto a la biomasa, en el embalse de La Jarosa, fueron los fotosintéticos y los no selectivos, que no estuvieron correlacionados entre sí (Fig. 109). Por otro lado, existió una correlación entre la biomasa del grupo de los fotosintéticos y la del grupo de los bacterívoros ($r: 0.948, p <$

BIOMASA (mg. / m³) G.FUNCIONALES E.La Jarosa

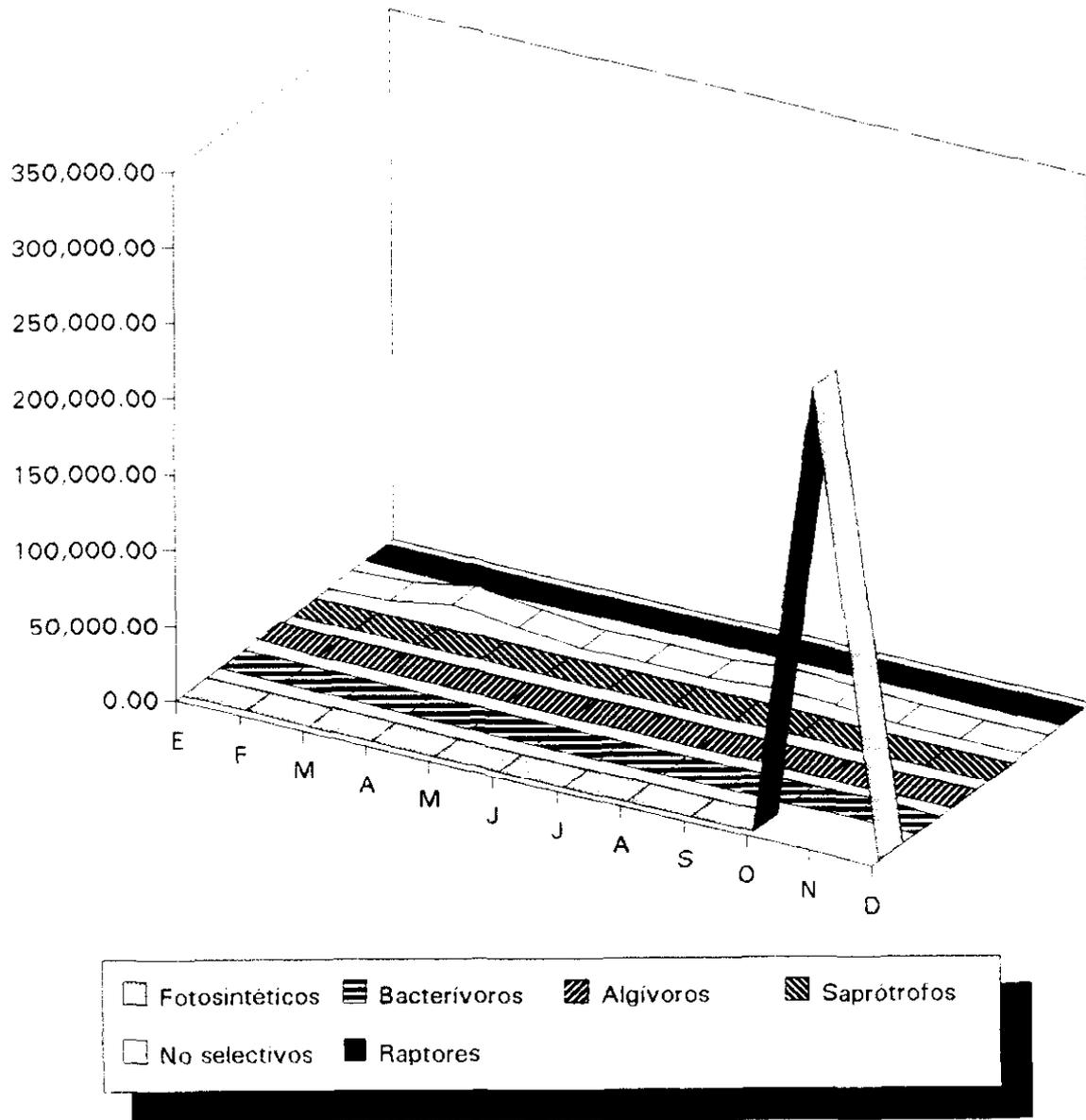


Figura 107

BIOMASA (mg. / m³) R.Guadarrama

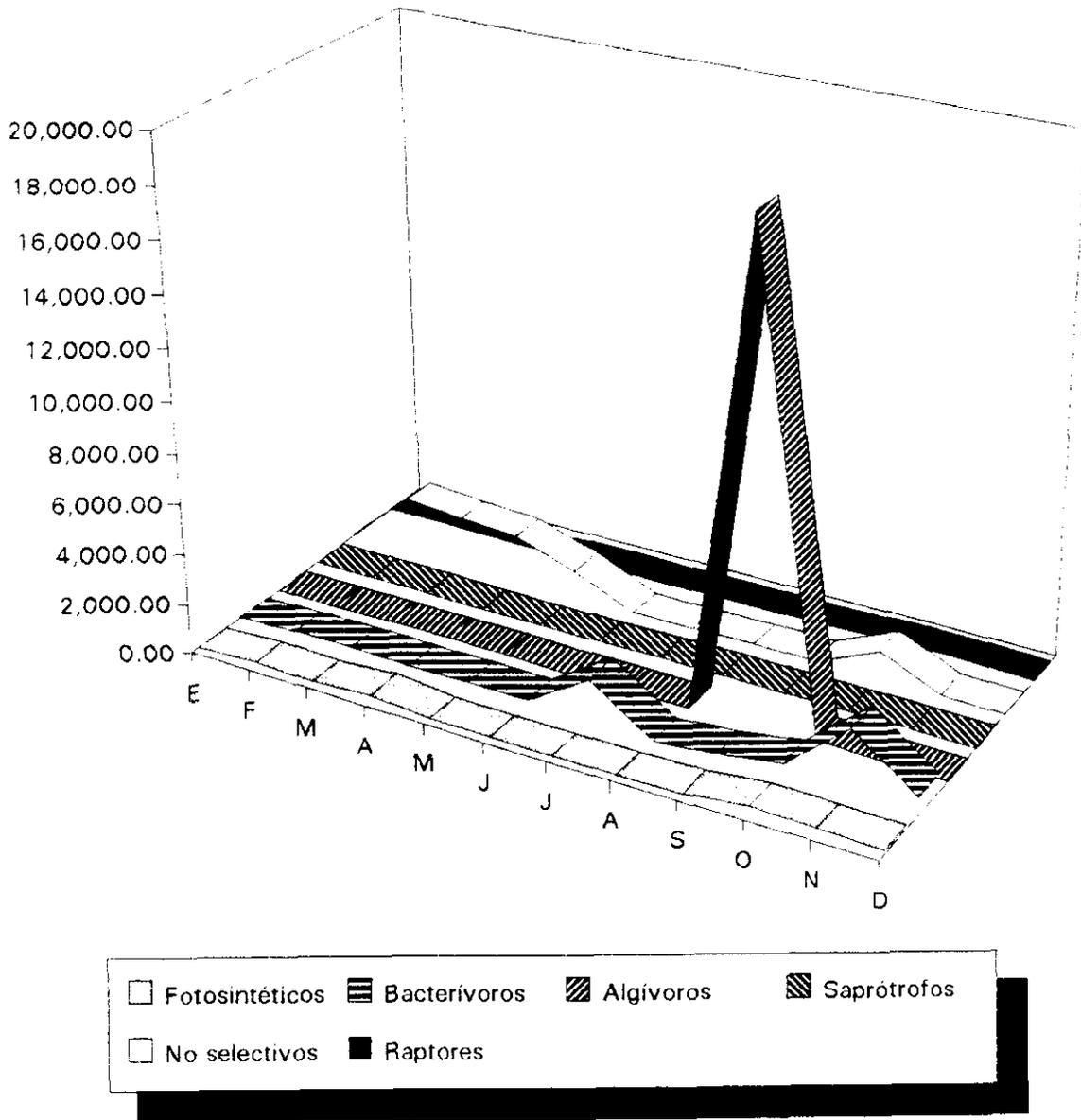


Figura 108

COMPONENTES PRINCIPALES

EMBALSE LA JAROSA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa Fotosintéticos	0.99996	6.20527E-3	1.72146E-3
Biomasa Bacterívoros	6.44253E-3	-3.97021E-3	-0.098593
Biomasa Algívoros	-7.59774E-4	-0.053869	0.993681
Biomasa Saprótorfos	-6.50525E-6	-3.83219E-4	-1.76978E-3
Biomasa No selectivos	-6.22963E-3	0.99852	0.053195
Biomasa Raptores	-2.2233E-5	-1.55812E-3	-6.49744E-3

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.289831	-0.771206
Febrero	-0.289613	0.170446
Marzo	-0.309433	2.74927
Abril	-0.298054	0.873145
Mayo	-0.287409	-0.595593
Junio	-0.28829	-0.595915
Julio	-0.287714	-0.595769
Agosto	-0.292049	0.408565
Septiembre	-0.286139	0.140516
Octubre	-0.285957	-0.600529
Noviembre	3.1986	-0.556942
Diciembre	-0.284116	-0.625991

Tabla 27

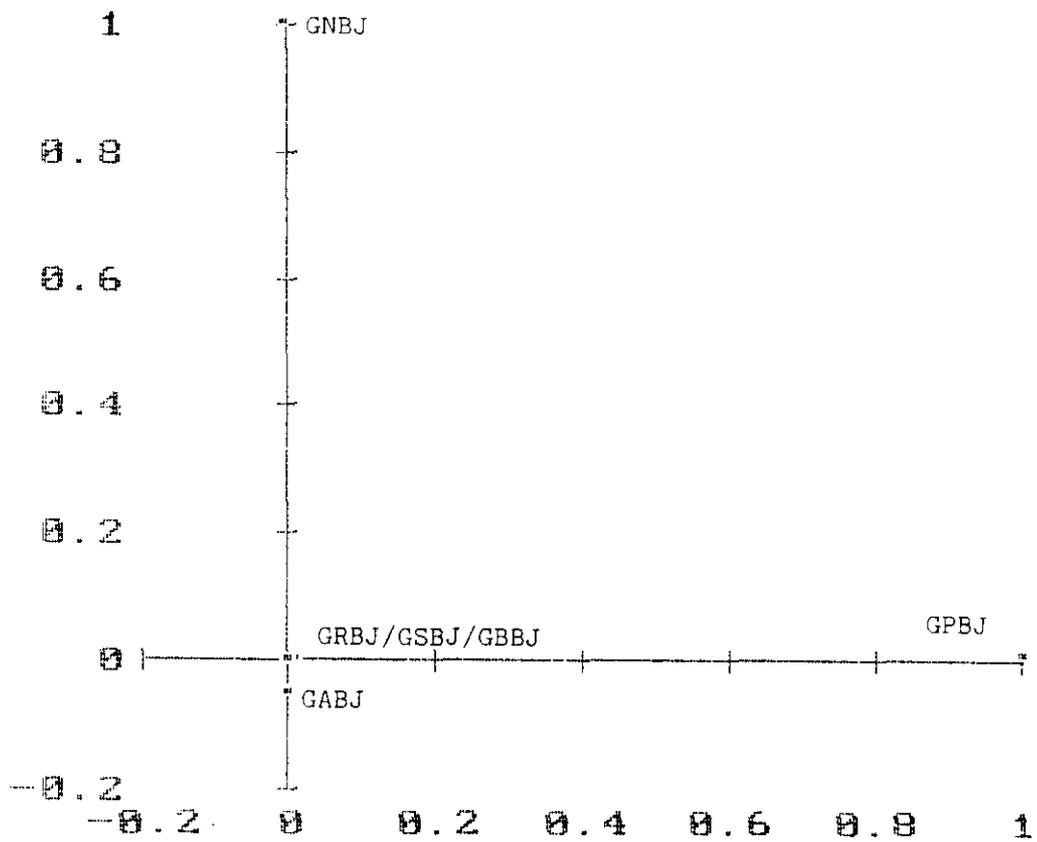


Fig. 109. Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPBJ), bacterívoros (GBBJ), algívoros (GABJ), saprótrofos (GSBJ), no selectivos (GNBJ) y depredadores (raptores) (GRBJ).

0.05); también se presentó otra correlación entre las biomásas de los grupos: saprotrofos y predadores ($r: 0.996, p < 0.05$), aunque esta última se consideró menos importante debido a la ausencia de individuos en bastantes muestreos.

En el río Guadarrama, el análisis de los componentes principales de los grupos funcionales en relación con la biomasa mostró que, el grupo de los algóvoros fue el más relevante respecto al primer componente (95.5% de varianza) y le siguieron el grupo de los no selectivos en cuanto al segundo componente (3.1% de varianza) y el de los bacterívoros en relación al tercer componente (1.3% de varianza) (Tabla 28). Los muestreos de septiembre, febrero y noviembre fueron los más importantes respecto al primer, segundo y tercer componentes, respectivamente. En la figura 110 se muestra la importancia de los grupos: algóvoros, no selectivos y bacterívoros en cuanto a la biomasa en el río Guadarrama. Existió una correlación entre las biomásas de los grupos: fotosintéticos y predadores (raptors) ($r: 0.764; p < 0.05$).

Las figuras 111 y 112 muestran la biomasa en cuanto a los grupos funcionales y los porcentajes respectivos en cifras medias globales, del embalse de La Jarosa y del río Guadarrama (Apéndice I, Tabla XXXIV). El grupo de los fotosintéticos fue el que presentó mayor biomasa ($304121.2 \text{ mg.m}^{-3}$, 91.3%) en el embalse, mientras que en el río era el de los algóvoros ($19263.9 \text{ mg.m}^{-3}$, 54.1%). En el embalse le siguieron al grupo de los fotosintéticos por orden de importancia respecto a la biomasa, el grupo de los no selectivos ($21789.8 \text{ mg.m}^{-3}$, 6.5%) y los grupos: bacterívoros y

COMPONENTES PRINCIPALES

RIO GUADARRAMA	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE	TERCER COMPONENTE
Biomasa Fotosintéticos	-4.04014E-3	-8.15874E-3	0.090008
Biomasa Bacterívoros	-0.018761	-0.658269	0.748577
Biomasa Algívoros	0.998999	0.018030	0.040941
Biomasa Saprótrofos	-3.30997E-4	-3.92602E-4	4.92322E-3
Biomasa No selectivos	-0.040406	0.752433	0.655236
Biomasa Raptores	-6.52426E-4	-0.011595	0.022280

MUESTREOS	PRIMER COMPONENTE	SEGUNDO COMPONENTE
Enero	-0.248537	-0.124025
Febrero	-0.350801	1.57784
Marzo	-0.339839	1.42081
Abril	-0.339291	1.3886
Mayo	-0.29367	0.667504
Junio	-0.248936	-0.246632
Julio	-0.284626	-1.48026
Agosto	-0.246109	-0.143453
Septiembre	3.21433	-0.249955
Octubre	-0.288422	0.233634
Noviembre	-0.308272	-2.2928
Diciembre	-0.265832	-0.751269

Tabla 28

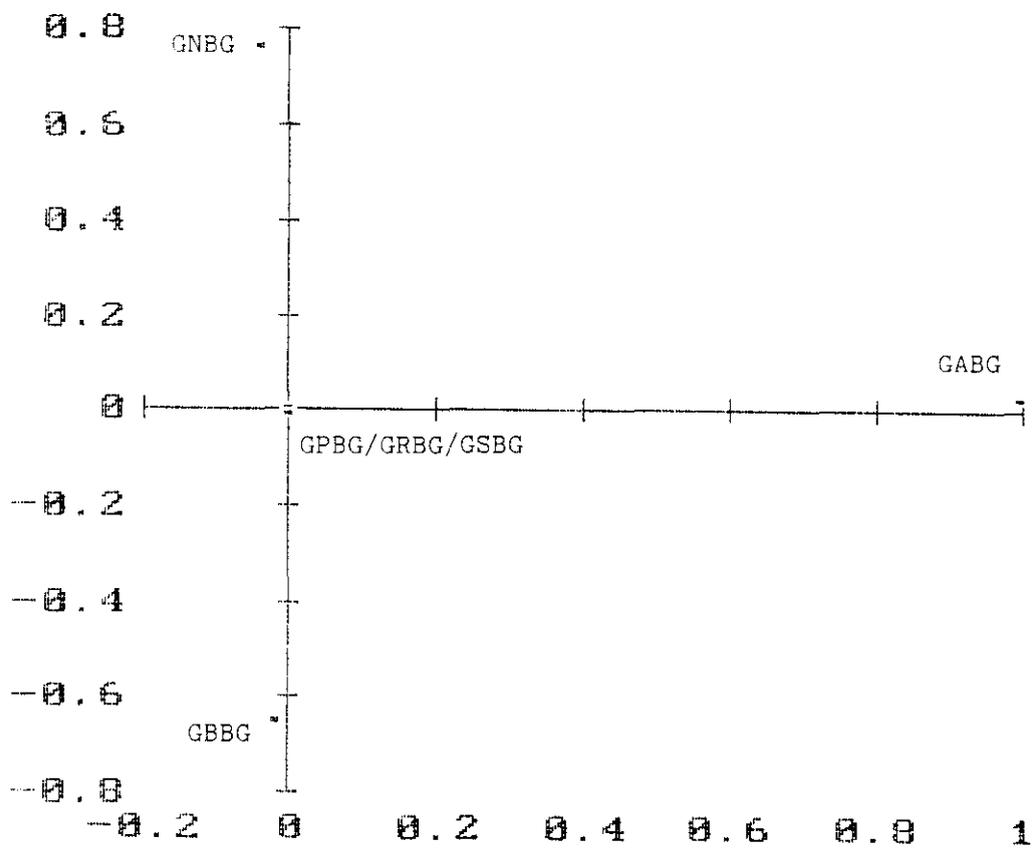


Fig. 110. Río Guadarrama. Los dos primeros componentes principales respecto a la biomasa de los grupos funcionales: fotosintéticos (GPBG), bacterívoros (GBBG), algívoros (GABG), saprótrofos (GSBG), no selectivos (GNBG) y depredadores (raptores) (GRBG).

BIOMASA (mg. / m3) G.FUNCIONALES Val. anuales

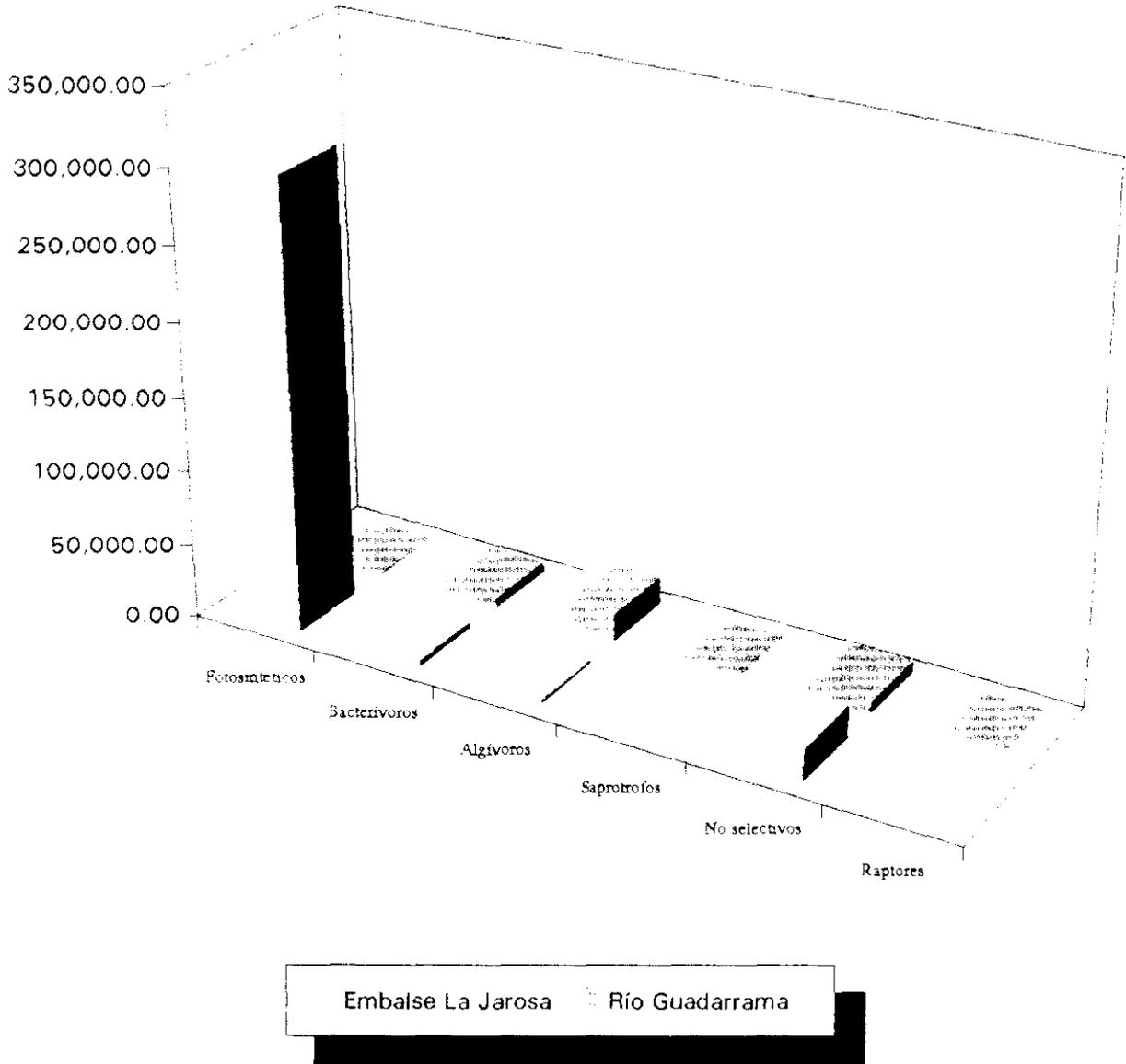


Figura 111

% BIOMASA (mg. / m3) G.FUNCIONALES Val. anuales

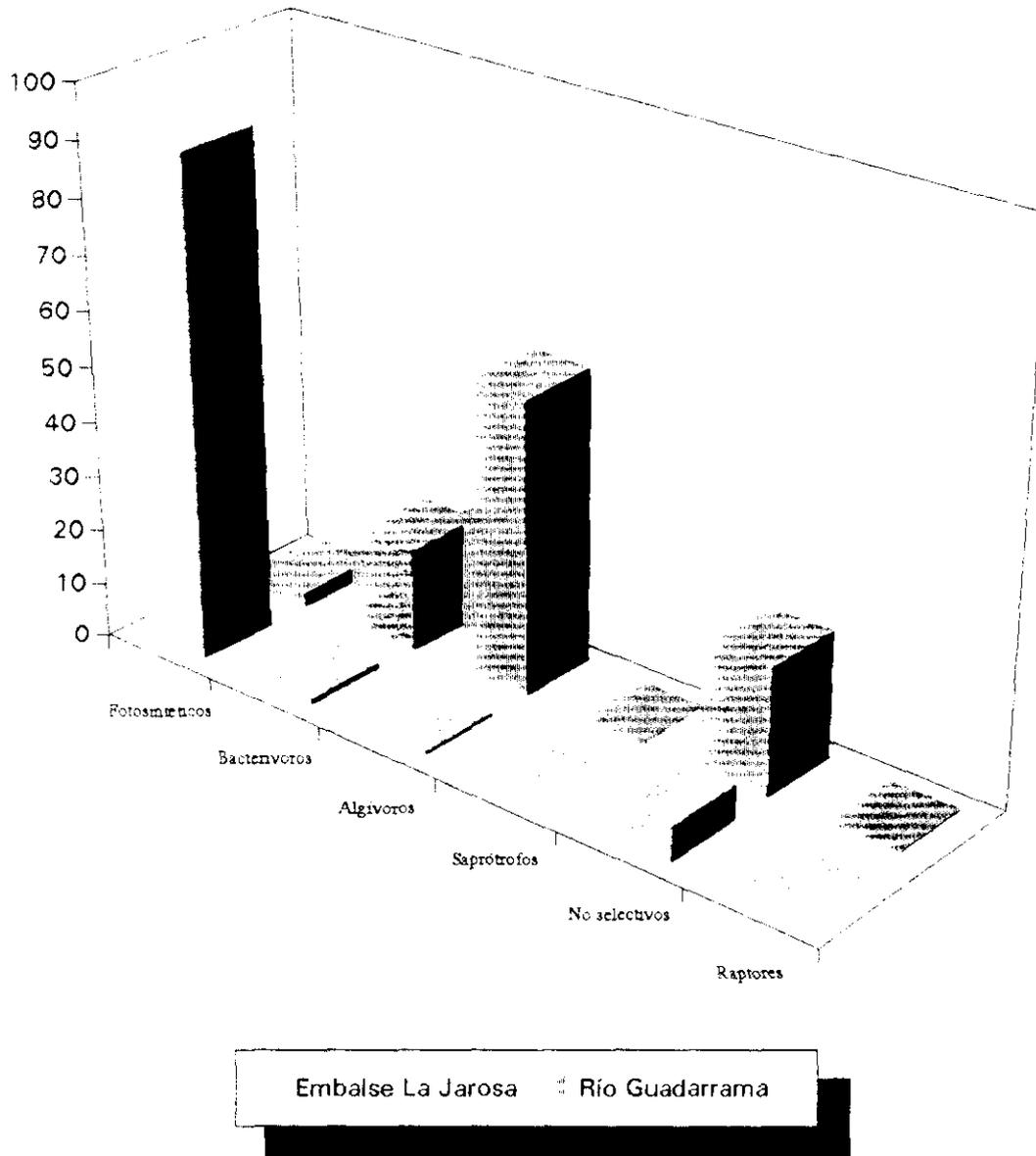


Figura 112

algívoros (4269.2 mg.m^{-3} , 1.28% y 2550.0 mg.m^{-3} , 0.76%, respectivamente); mientras que en el río, al grupo de los algívoros le siguieron por orden de importancia, los grupos: no selectivos (8258.8 mg.m^{-3} , 23.2%), bacterívoros (6757.3 mg.m^{-3} , 19.0%) y fotosintéticos (1059.0 mg.m^{-3} , 2.9%). Los predadores (74.1 mg.m^{-3} , 0.02% en el embalse y 143.2 mg.m^{-3} , 0.40% en el río) y los saprotrofos (21.6 mg.m^{-3} , 0.006% en el embalse y 70.1 mg.m^{-3} , 0.19% en el río), son los que presentaron los valores menores respecto a la biomasa.

III. RELACIONES ENTRE LOS GRUPOS FUNCIONALES

Los datos obtenidos sobre la abundancia, número de especies y biomasa de los diferentes grupos de protozoos encontrados en los dos sistemas: embalse de La Jarosa- río Guadarrama, y embalse de Navacerrada- río Navacerrada, se han utilizado para observar las relaciones respecto a la composición en grupos funcionales (en cuanto al tipo de nutrición) de las distintas zonas (Apéndice I), llevándose a cabo un estudio estadístico.

El análisis de componentes principales, teniendo en cuenta como variables los muestreos mensuales realizados a lo largo del año, mostró un modelo diferente para cada estación (Figs. 113-124). El mayor número de correlaciones significativas se observó en el sistema: embalse de La Jarosa- río Guadarrama entre los muestreos coincidentes en el tiempo (10, 11 y 5 con relación a los grupos funcionales expresados en abundancia, en número de especies y biomasa respectivamente), mientras que en el sistema: embalse de Navacerrada- río Navacerrada el número de correlaciones en el mismo orden fue de 6, 9 y 3. Comparando los ríos y los embalses de los dos sistemas, el mayor número de correlaciones significativas se observó respecto al número de especies (10 entre los ríos y 10 entre los embalses); en cuanto a la abundancia, el número de correlaciones descendió (7 entre los embalses y 6 entre los ríos), y en el caso de la biomasa fue todavía menor (3 entre embalses y 2 entre ríos); es decir, en

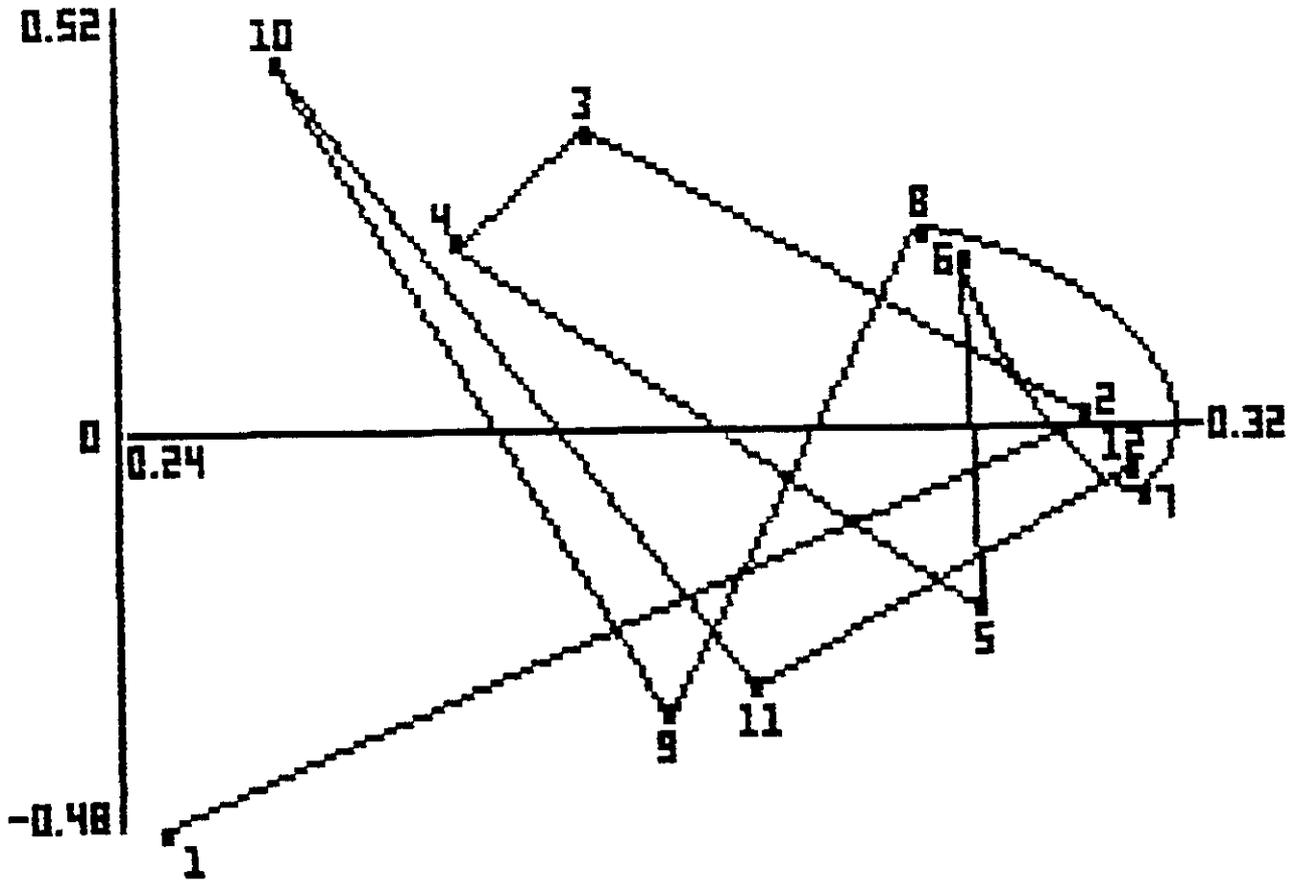


Figura 113.

Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes (abundancia de grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

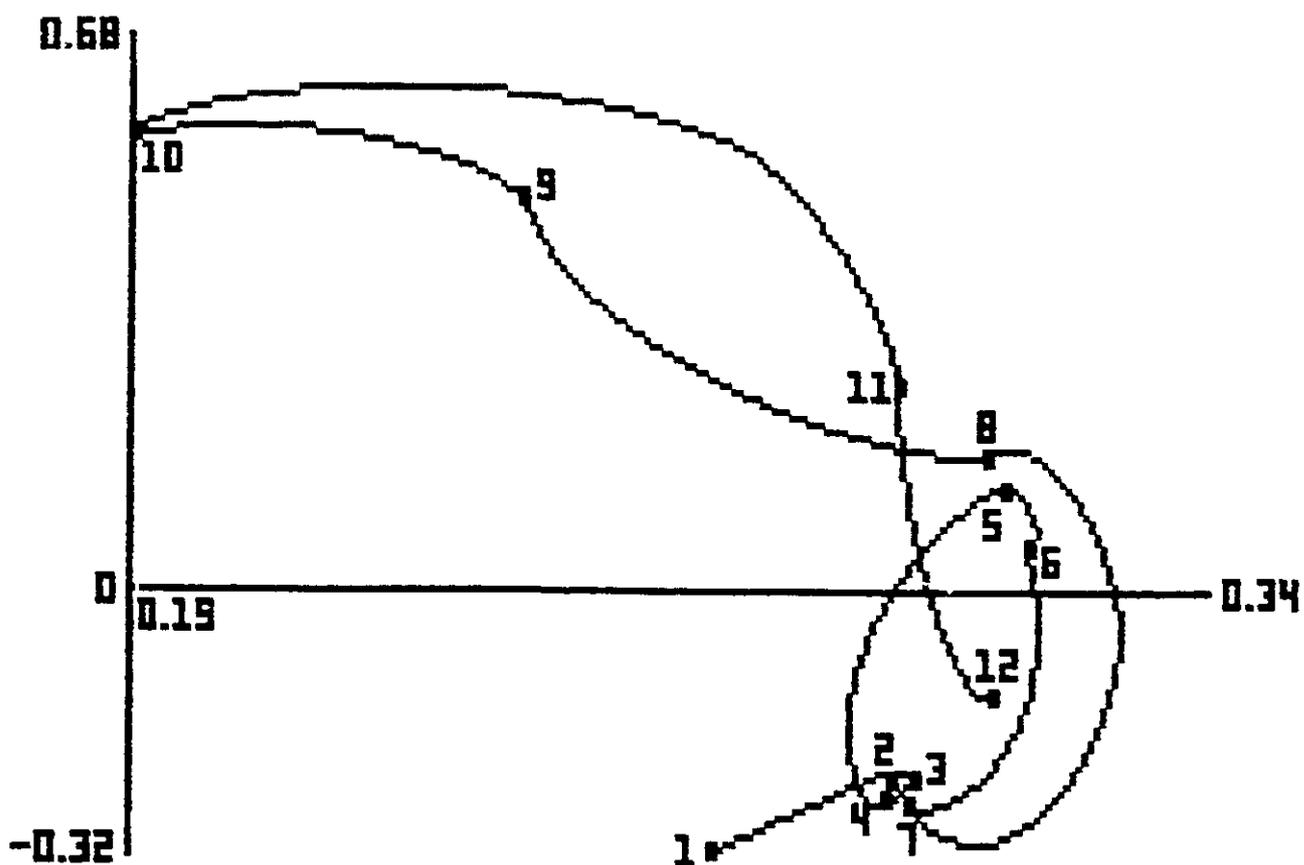


Figura 114.

Río Guadarrama. Los dos primeros componentes (abundancia de grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

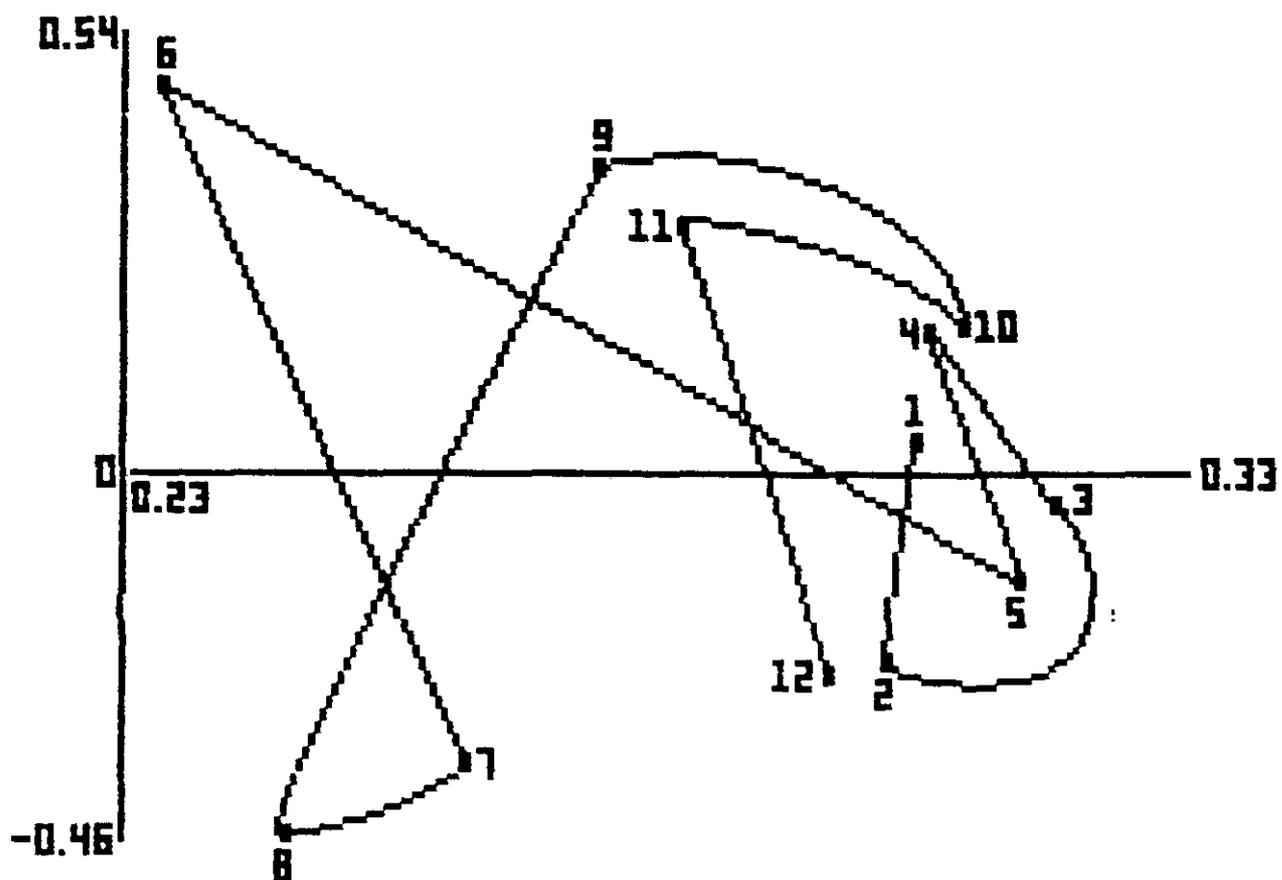


Figura 115.

Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes (abundancia de grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

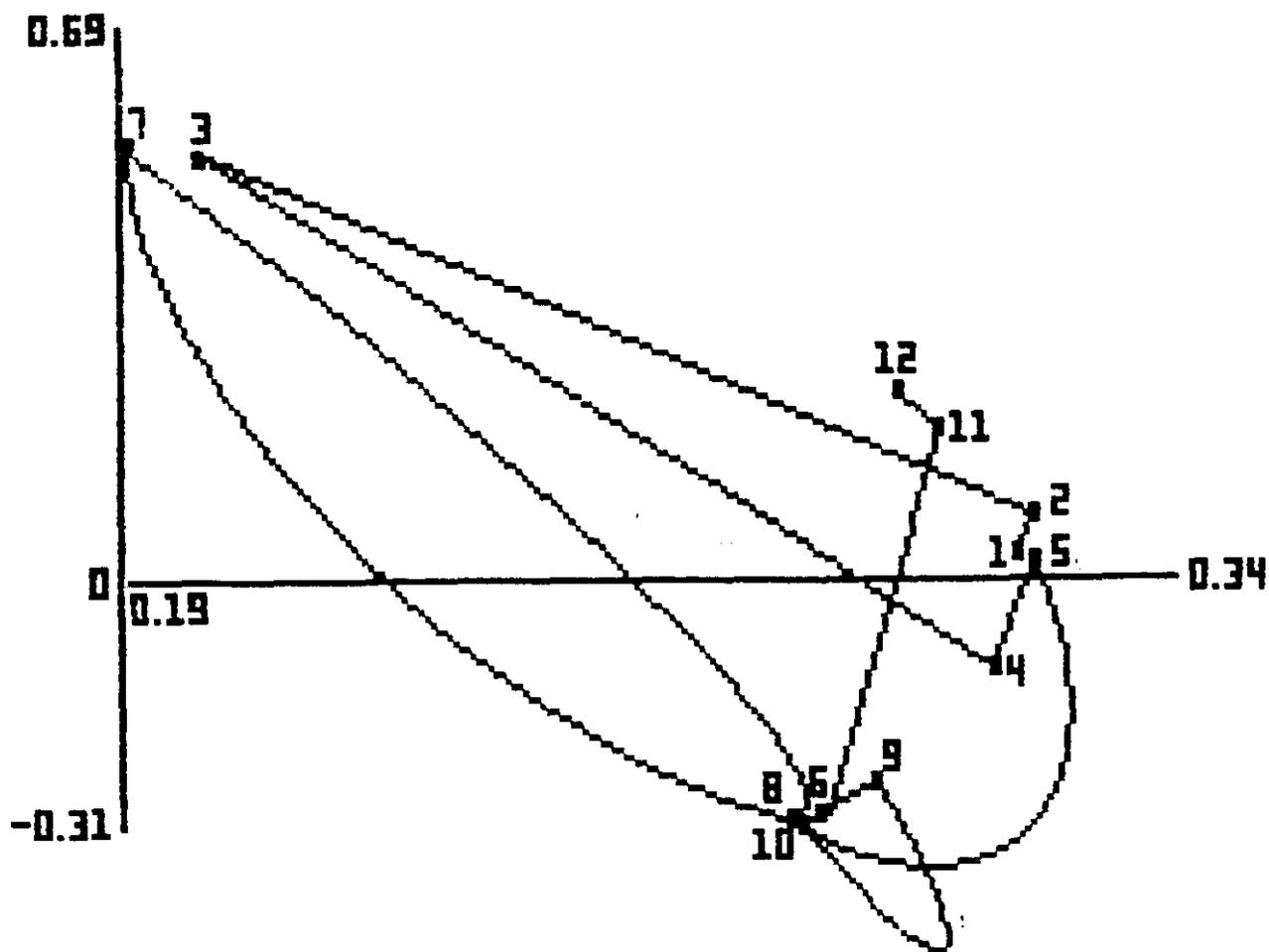


Figura 116.

Río Navacerrada. Los dos primeros componentes (abundancia de grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

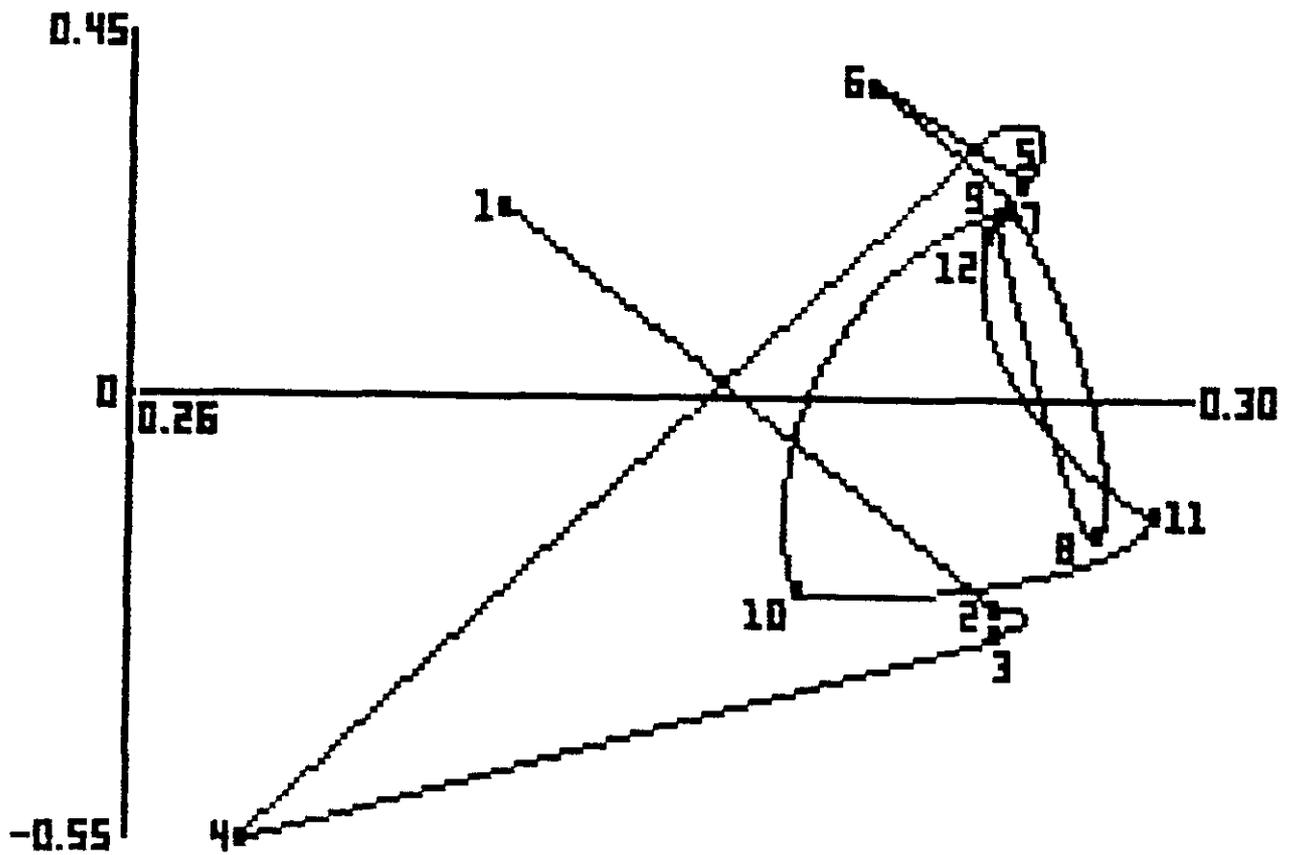


Figura 117.

Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes (número de especies de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

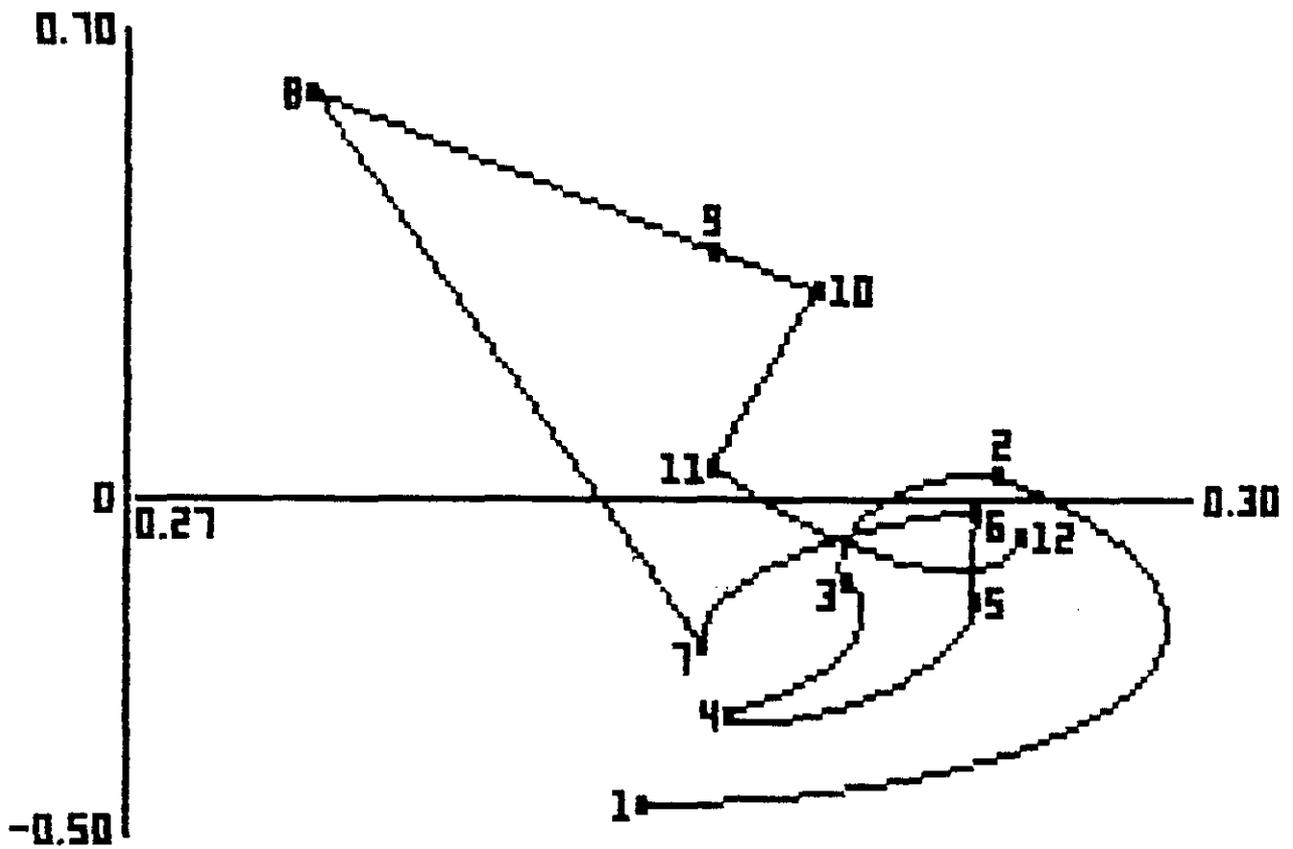


Figura 118.

Río Guadarrama. Los dos primeros componentes (número de especies de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

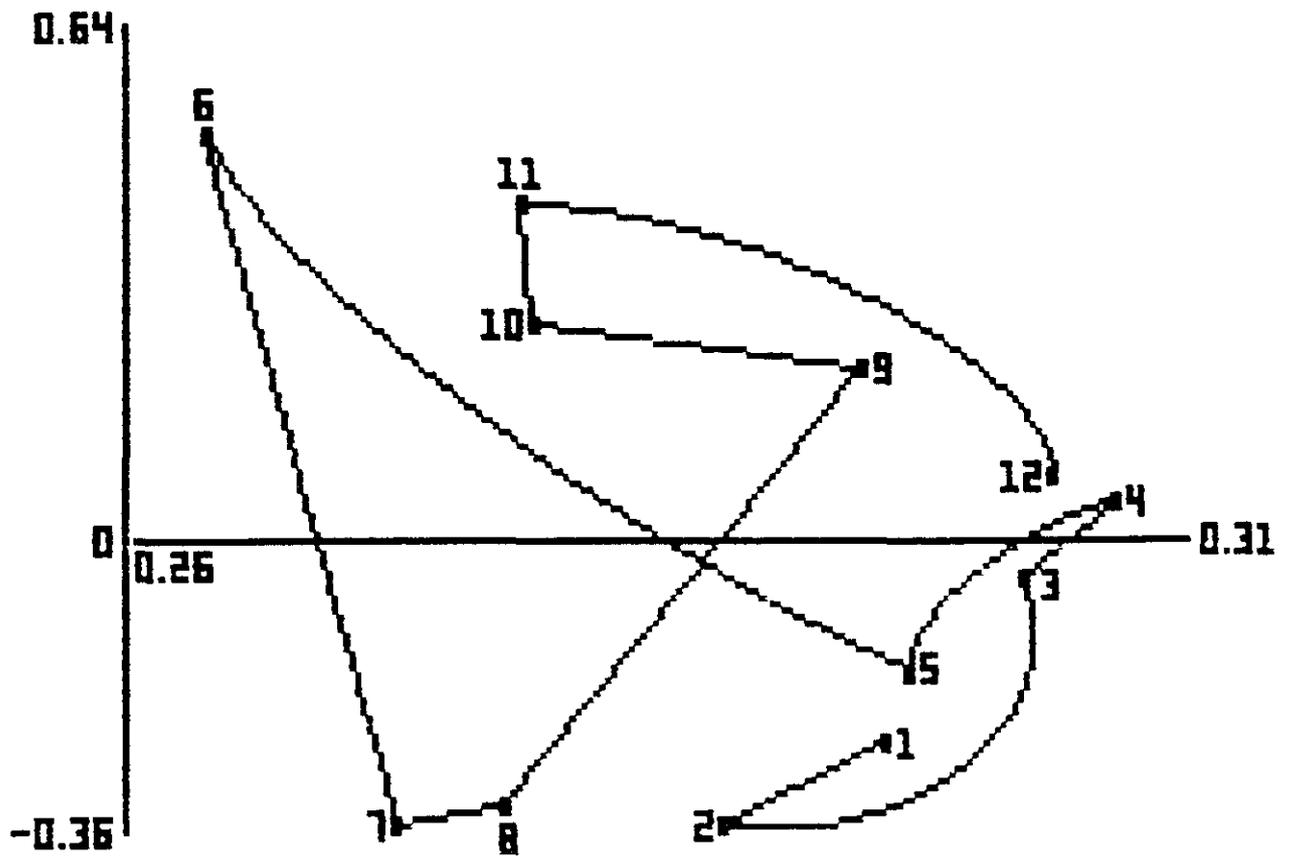


Figura 119.

Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes (número de especies de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

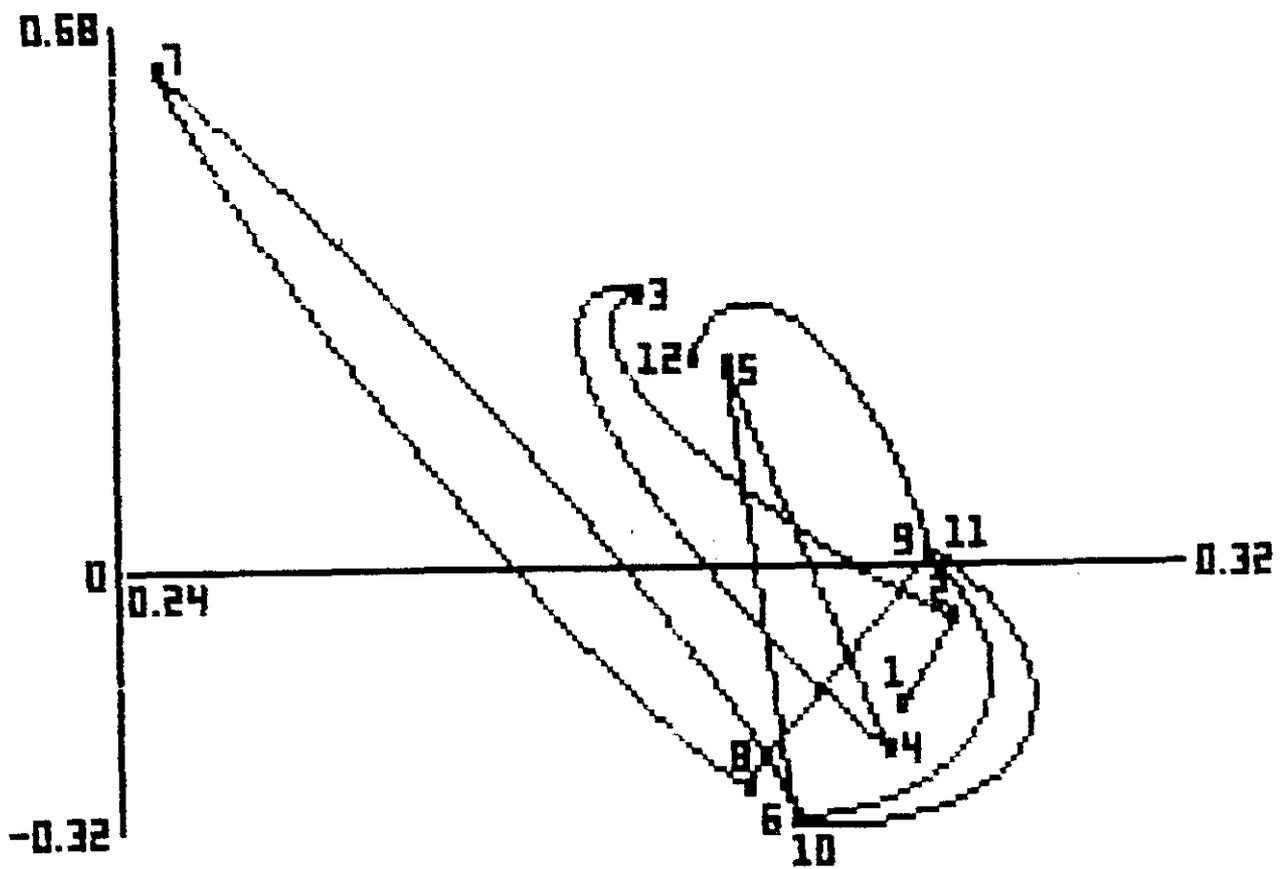


Figura 120.

Río Navacerrada. Los dos primeros componentes (número de especies de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

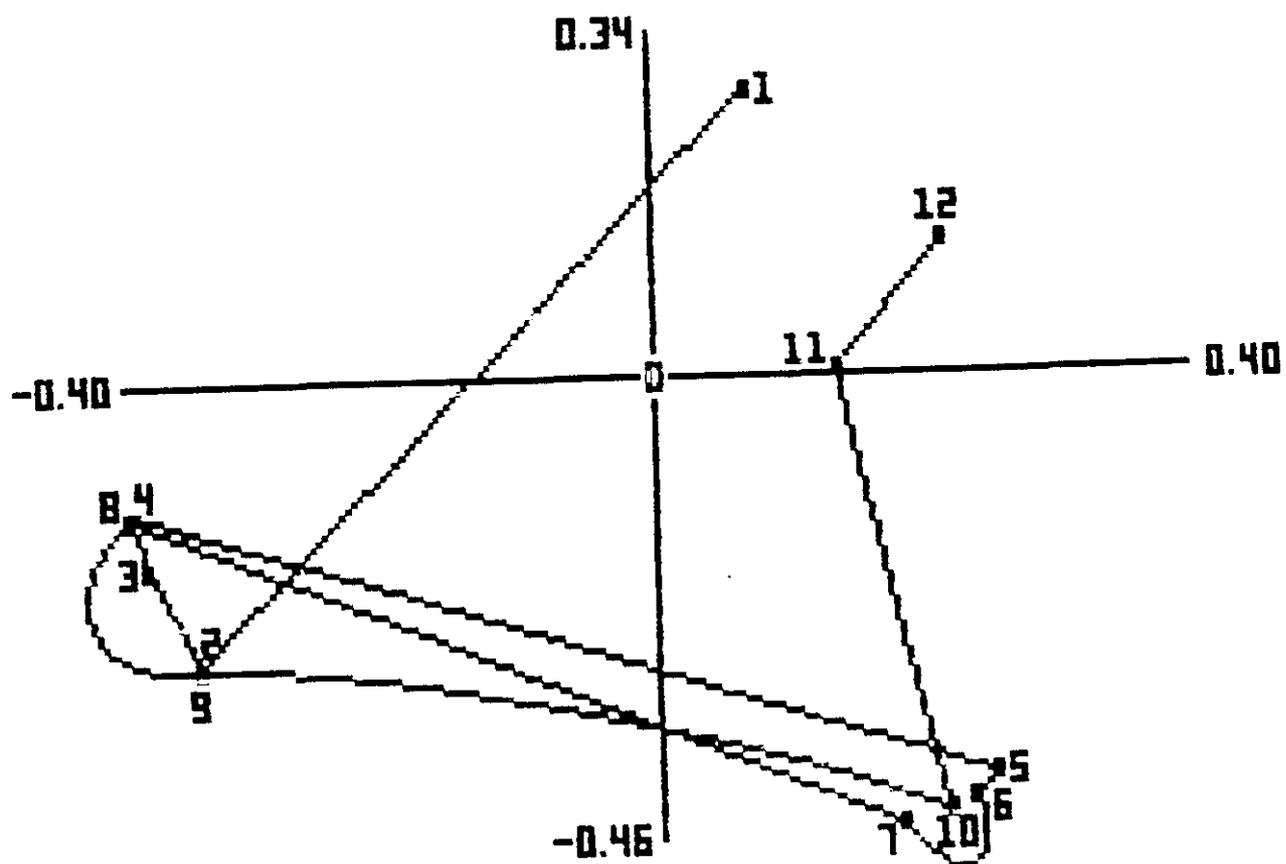


Figura 121.

Embalse de La Jarosa. Los dos primeros componentes (biomasa de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

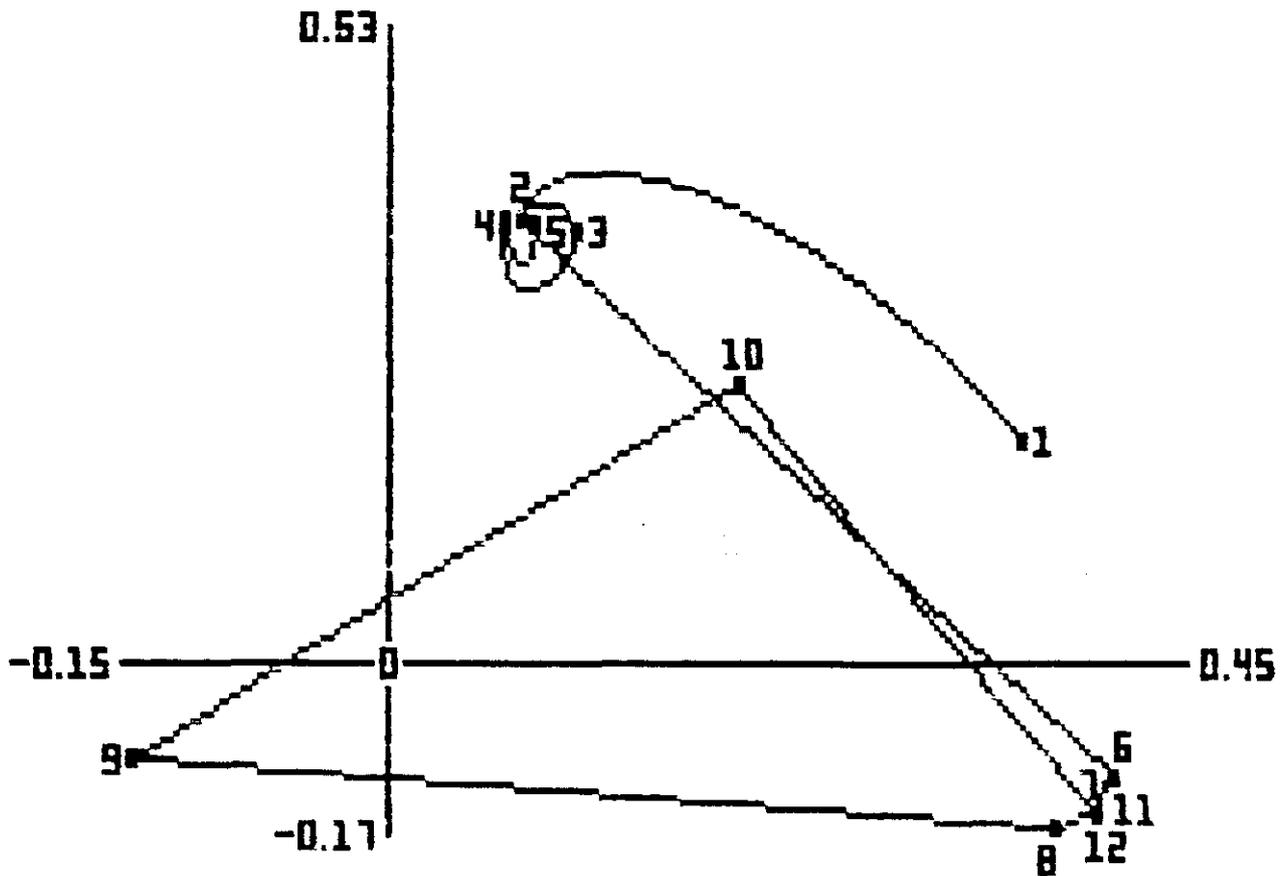


Figura 122.

Río Guadarrama. Los dos primeros componentes (biomasa de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

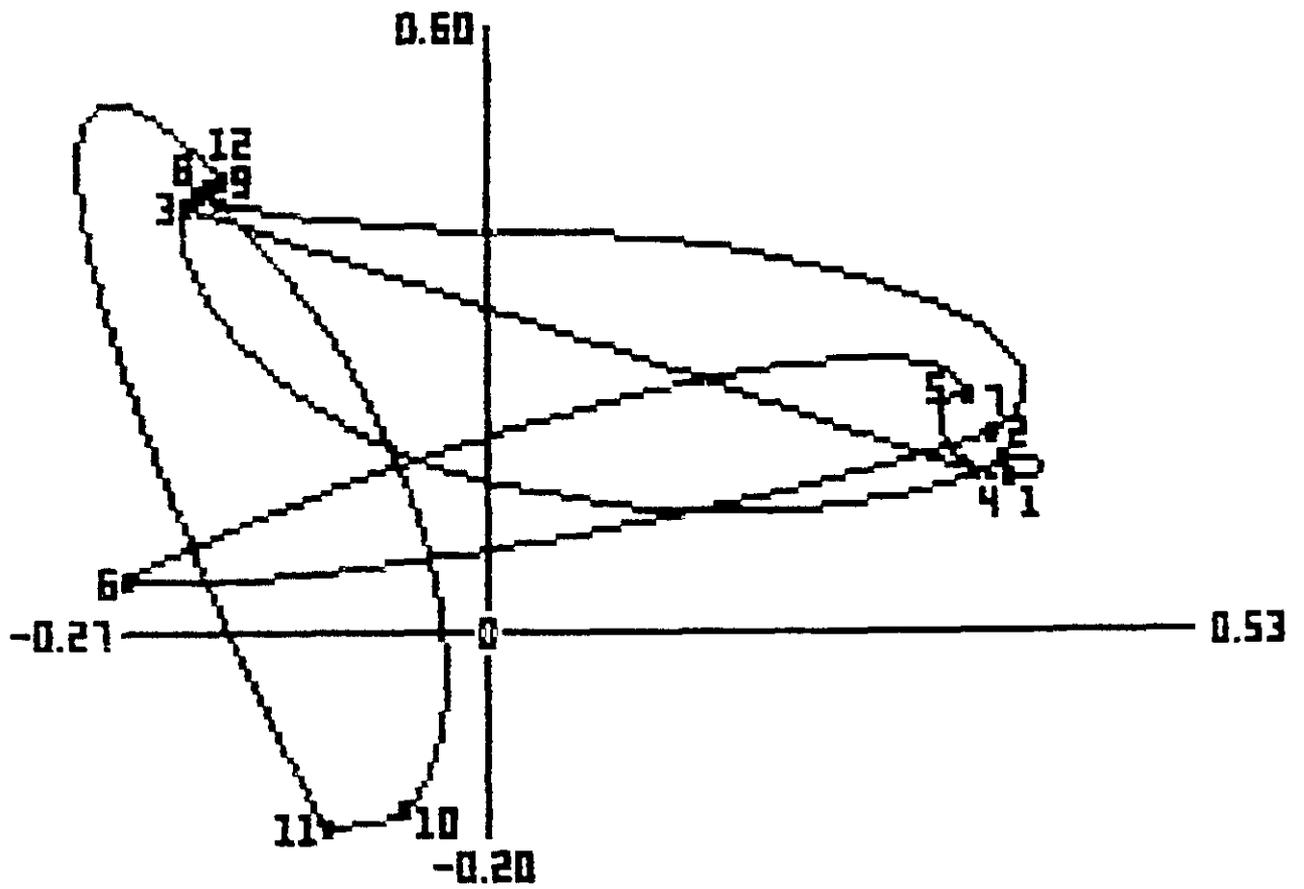


Figura 123.

Embalse de Navacerrada. Los dos primeros componentes (biomasa de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

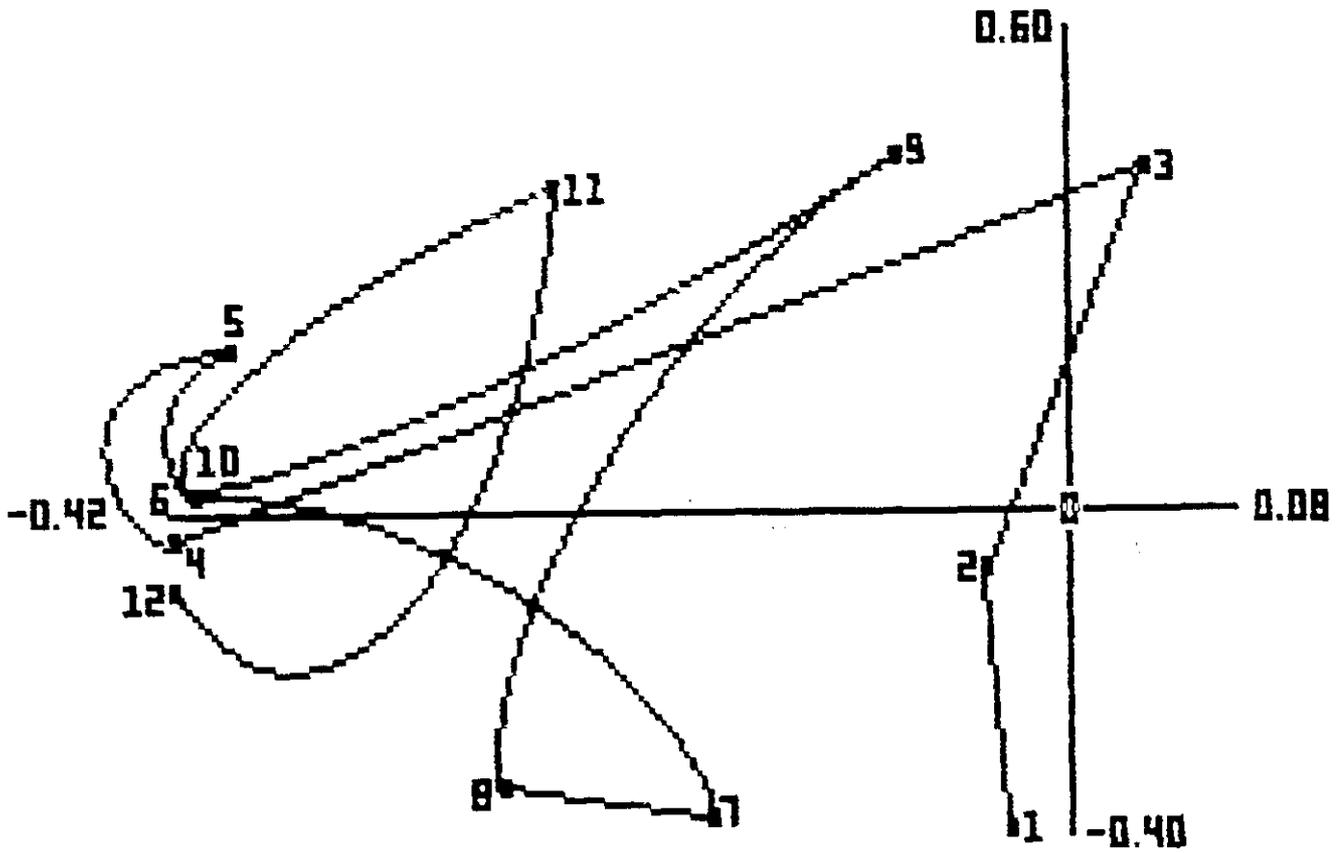


Figura 124.

Río Navacerrada. Los dos primeros componentes (biomasa de los grupos funcionales), tomando como variables los muestreos mensuales.

conjunto, era mayor la semejanza entre los embalses que entre los ríos.

También, se ha realizado un análisis de componentes principales global de los dos sistemas estudiados, respecto a la abundancia, número de especies y biomasa, tomando como variables los grupos funcionales, mostrando que la mayor dispersión correspondió al embalse de Navacerrada en número de especies y abundancia, y en el embalse de La Jarosa, río Guadarrama y río Navacerrada los fotosintéticos, bacterívoros, algívoros y no selectivos ocuparon zonas delimitadas. Respecto a la biomasa los grupos que se encontraron más agrupados en las cuatro estaciones eran los fotosintéticos, bacterívoros y saprótrofos (Figs. 125-127).

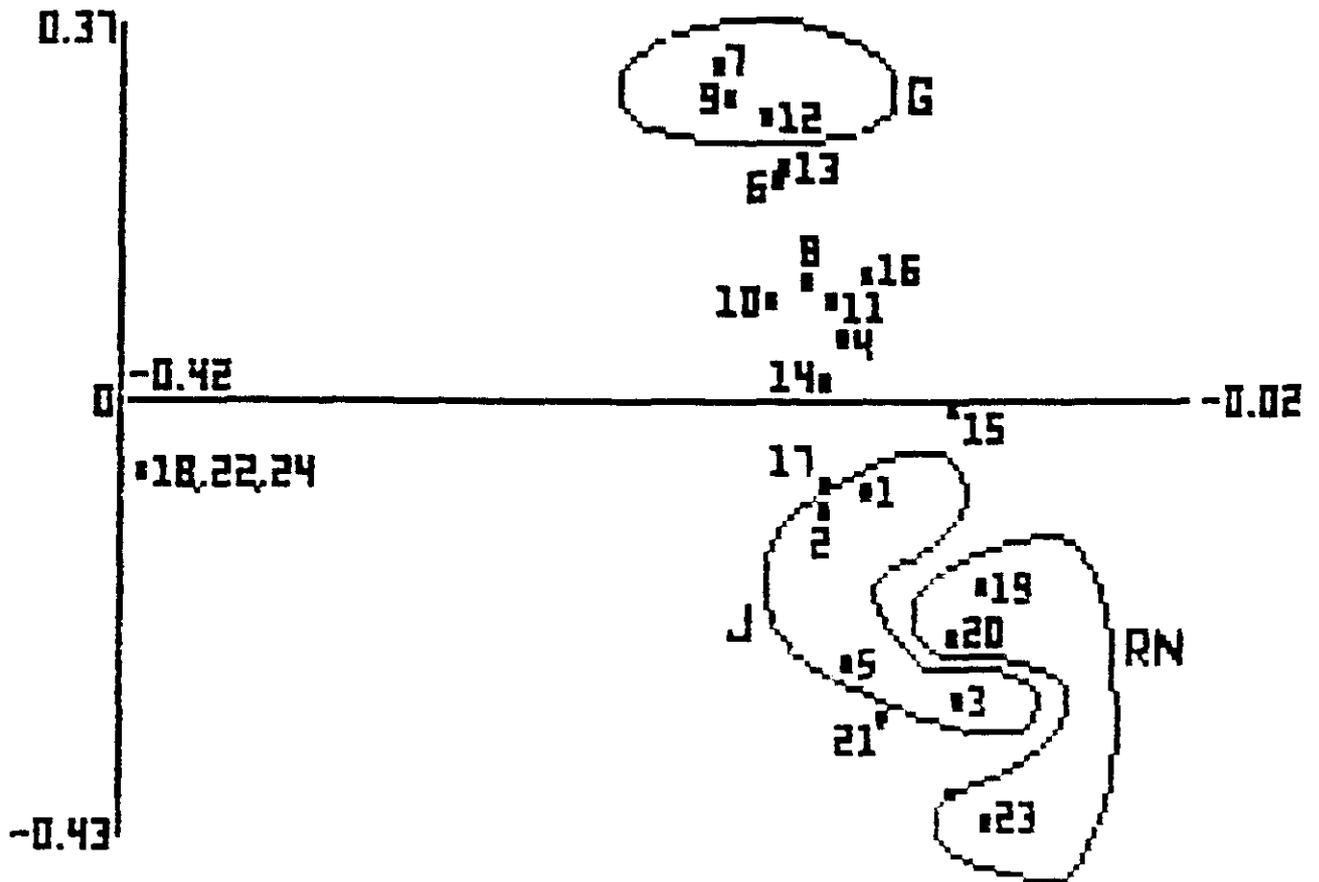


Figura 125.

Análisis de los primeros componentes en el conjunto de los dos sistemas (abundancia) teniendo como variables: grupos funcionales P (fotótrofos), B (bacterívoros), A (algívoros), S (saprótrofos), N (no selectivos), y R (raptores). J: Embalse La Jarosa (grupos de P a R: 1-6), G: Río Guadarrama (grupos de P a R: 7-12), NV: Embalse Navacerrada (grupos de P a R: 13-18) y RN: Río Navacerrada (grupos de P a R: 19-24).

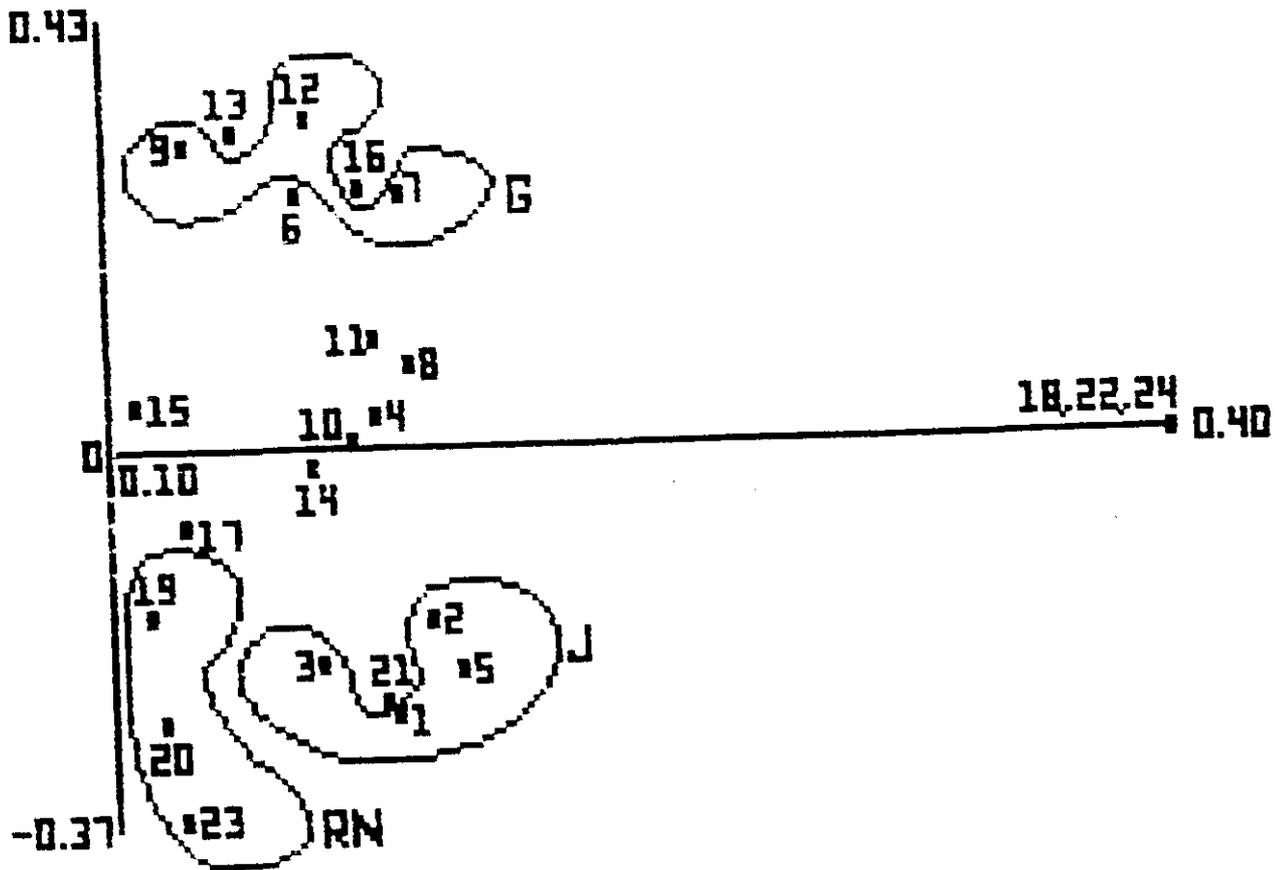


Figura 126.

Análisis de los primeros componentes en el conjunto de los dos sistemas (número de especies) teniendo como variables: grupos funcionales P (fotótrofos), B (bacterívoros), A (algívoros), S (saprótrofos), N (no selectivos), y R (raptores). J: Embalse La Jarosa (grupos de P a R: 1-6), G: Río Guadarrama (grupos de P a R: 7-12), NV: Embalse Navacerrada (grupos de P a R: 13-18) y RN: Río Navacerrada (grupos de P a R: 19-24).

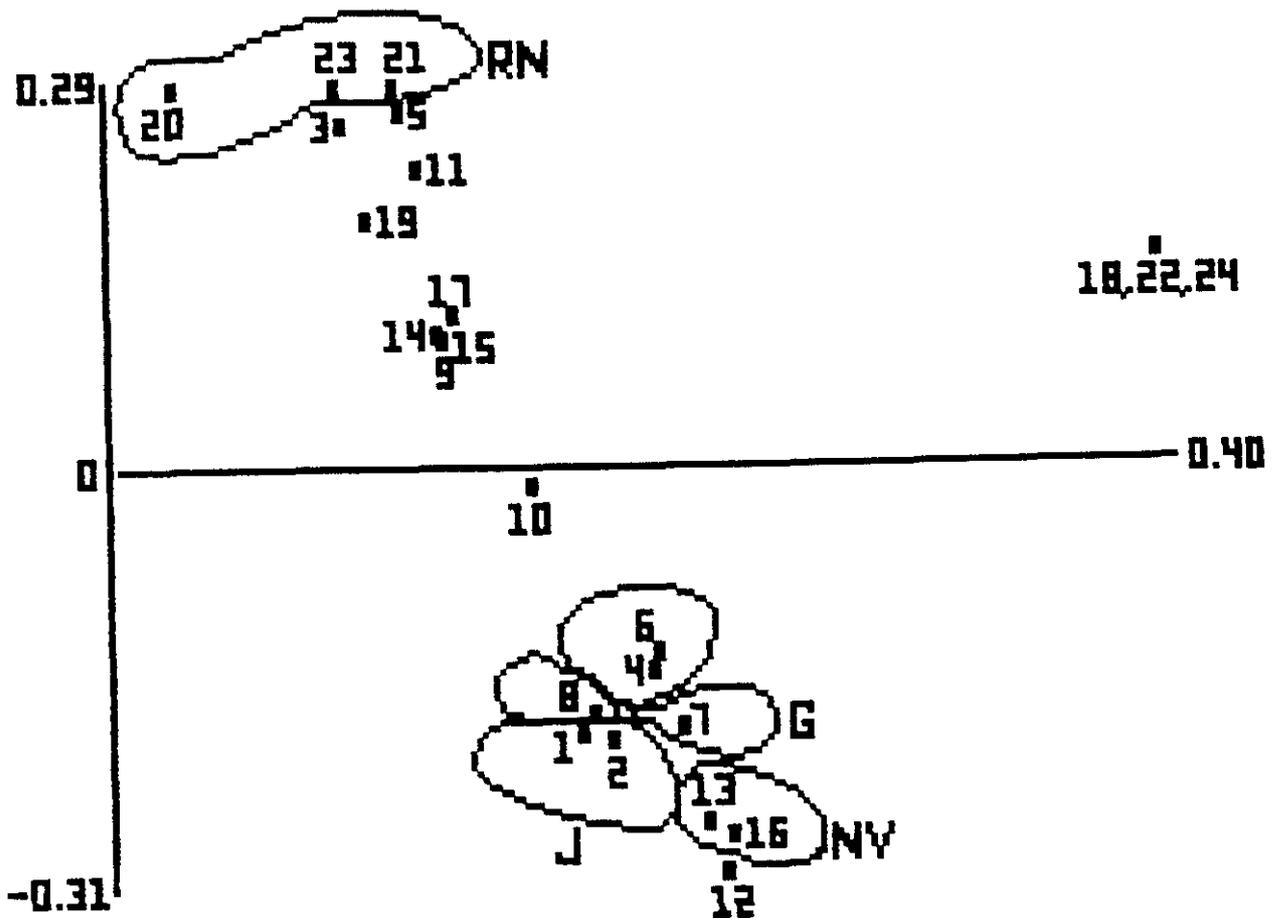


Figura 127.

Análisis de los primeros componentes en el conjunto de los dos sistemas (biomasa) teniendo como variables: grupos funcionales P (fotótrofos), B (bacterívoros), A (algívoros), S (saprótrofos), N (no selectivos), y R (raptores). J: Embalse La Jarosa (grupos de P a R: 1-6), G: Río Guadarrama (grupos de P a R: 7-12), NV: Embalse Navacerrada (grupos de P a R: 13-18) y RN: Río Navacerrada (grupos de P a R: 19-24).

DISCUSSION

I. SISTEMA EMBALSE DE NAVACERRADA- RIO NAVACERRADA

1. Factores físico-químicos.-

En relación con el pH, Gates y Lewg (1984) midieron en varios lagos de Ontario (Canada), valores de 5.3 a 8.4; Pratt et al. (1987) en el ecosistema río-lago Blackshear., observó cifras de 6.2 a 6.4 (río), 6.4 a 6.5 (zona de transición), y 6.4 a 6.7 (lago). Según Stewart et al. (1987), en cinco lagos al norte de Michigan, el pH variaba de 5.2 a 8.5. Beaver et al. (1988), encontraron, en lagos subtropicales de Florida, pH entre 5.3 y 8.1.

En el sistema objeto de estudio se obtuvieron: en el embalse de Navacerrada, valores de pH que oscilan entre 6.4 y 7.5; y en el río Navacerrada varían entre 6.2 y 8.1. Según Pratt et al. (1987) el valor más alto encontrado en el ecosistema Blackshear fue 6.7, valor que es inferior a los valores máximos que se observaron en las dos estaciones (7.5, embalse y 8.1, río), pero sin embargo se asemejan a los descritos por el resto de los autores.

Respecto a la concentración de oxígeno disuelto (mg.l^{-1}), Gates y Lewg (1984) obtuvieron en los lagos de Ontario, datos de 8.2 a 13.7 (mg.l^{-1}) y Stewart et al. (1987), en cinco lagos de Michigan, de 2.9 a 9.1 (mg.l^{-1}). En el embalse de Navacerrada los valores varían entre 2.8 y 8.0 (mg.l^{-1}), y en el río Navacerrada entre

3.0 y 8.4 (mg.l⁻¹); por lo tanto, los valores máximos obtenidos en las dos zonas son los mínimos descritos por Gates y Lewg (1984), pero se asemejan a los encontrados por Stewart *et al.* (1987).

2. *Dinámica de las poblaciones.-*

Respecto a la abundancia y a la biomasa de ciliados, el embalse de Navacerrada presenta 78-348 ind.ml⁻¹ y 32.4 - 4853.8 mg.m⁻³, y el río Navacerrada 32-317 ind.ml⁻¹ y 2.2 - 2670.2 mg.m⁻³. Gates y Lewg (1984) encontraron en el lago Jack 6.6 - 7.4 ind.ml⁻¹ y en series del lago Ontario 26.9 - 140.6 mg.m⁻³. Los valores de abundancia obtenidos en las dos estaciones estudiadas, son superiores a los hallados por estos autores, sin embargo concuerdan con los registrados para la biomasa. Taylor y Heynen (1987) hallaron en el lago Ontario (estación 403), 22.7 - 155.3 ind.ml⁻¹, 93-707 mg.m⁻³ y 1.9 - 110.5 ind.ml⁻¹, 60-1099 mg.m⁻³ (estación 401). Tanto la abundancia como la biomasa de ciliados del embalse y del río Navacerrada, coinciden con los valores dados por estos autores y también se asemejan, a los encontrados por Beaver *et al.* (1988) en el lago Norris, 83 ind.ml⁻¹ y 317 mg.m⁻³; en Holden Pond 301 ind.ml⁻¹, 1743.2 mg.m⁻³ (octubre) y 360 ind.ml⁻¹, 1506.6 mg.m⁻³ (junio), y en el lago Eaton, 49 ind.ml⁻¹ (octubre) y 42.3 ind.ml⁻¹ (agosto).

Finlay *et al.* (1988) encuentran en Priest Pot (pequeño estanque muy

productivo, English Lake District, Reino Unido), valores, en cuanto a los ciliados de 5610 ind.ml⁻¹ , 13080 mg.m⁻³ y respecto a los no ciliados, 1325.3 x 10⁵ ind.ml⁻¹, 77023 mg.m⁻³. En el embalse de Navacerrada, los valores de los ciliados y de los no ciliados son respectivamente, 78-348 ind.ml⁻¹, 32.49-4853.80 mg.m⁻³ y 68-491 ind.ml⁻¹, 0.10-33883.1 mg.m⁻³. Por tanto, las cifras obtenidas por estos autores, en relación con la abundancia de los ciliados y de los no ciliados son bastante superiores a las observadas en las dos estaciones. En cuanto a la biomasa, solo se asemejan en el caso de los no ciliados del río Navacerrada.

Respecto a la biomasa de protozoos, los datos obtenidos por Psenner y Schlott (1985) en Piburger See (un pequeño lago subalpino de Austria), 20.4-374 mg.m⁻³, son inferiores a los hallados en el embalse de Navacerrada, 61.7-33915.6 mg.m⁻³, y en el río Navacerrada, 2.2-83280.4 mg.m⁻³; los valores del embalse, son menores que los descritos por Finlay et al. (1988) en Priest Pot, 86771 mg.m⁻³, pero se asemejan a los del río.

3. Grupos funcionales.-

Pratt y Cairns (1985), en seis lagos al norte de Michigan, obtuvieron los siguientes resultados respecto a los porcentajes del número de especies clasificadas en grupos funcionales: P (16.0-31.4%), B (60.5-73.4%), A (2.0-5.3%), S (0.7-1.7%), N

(3.5-6.7%) y R (0-1.7%). Pratt et al. (1987) en el ecosistema Flint río-lago Blackshear (Georgia), encontraron que el 50-70% de las especies pertenecían al grupo B y el 25-40% al grupo P. Siguiendo la clasificación de Pratt y Cairns (1985), los resultados obtenidos en el sistema estudiado teniendo en cuenta los porcentajes respecto al número de especies, reflejan un 26.8% en el embalse de Navacerrada y un 17.2% en el río Navacerrada, pertenecientes al grupo funcional P (grupo B: 58.1% en el embalse, 67.9% en el río; A: 3.1% embalse, 3.7% río; S: 2.5% embalse, 0.0% río; N: 9.3% embalse, 11.1% río y R 0.0% embalse, 0.0% río). Comparando los porcentajes que presenta cada grupo funcional, tanto en el embalse de Navacerrada como en el río Navacerrada, los resultados se parecen bastante a los descritos por Pratt y Cairns (1985) respecto a los porcentajes del número de especies, salvo en el grupo N que son algo superiores en las dos estaciones. Con relación a la abundancia de individuos de cada especie, distribuida en estos grupos funcionales, se observa que, el 39.6% en el embalse de Navacerrada y el 30.1% en el río Navacerrada pertenecen al grupo funcional P (grupo B: 48.9% en el embalse, 61.1% en el río; A: 2.0% embalse, 1.8% río; S: 3.8% embalse, 0.0% río; N: 5.5% embalse, 6.8% río y R: 0.0% embalse, 0.0% río). En el río Navacerrada, los valores obtenidos se asemejan a los encontrados por Pratt y Cairns (1985). En el embalse de Navacerrada, los porcentajes de los grupos P y S son algo mayores y el del grupo B es menor. Sin embargo, se comprueba que el grupo B es el más abundante, seguido del grupo P, tanto en el embalse como en el río, hecho que

concuerta con los resultados obtenidos por Pratt y Cairns (1985) y por Pratt et al. (1987) con respecto al número de especies.

Respecto a la biomasa ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), los porcentajes correspondientes al total de los muestreos en las dos estaciones estudiadas son: grupo P (30.2%, en el embalse de Navacerrada; 93.8%, en el río Navacerrada); grupo B (61.8%, embalse; 1.0%, río); grupo A (1.7%, embalse; 0.28%, río); grupo S (4.8×10^{-3} %, embalse; 0.0%, río); grupo N (6.1%, embalse; 4.7%, río) y grupo R (0.0%, embalse; 0.0%, río). En el río Navacerrada, los valores encontrados difieren de los descritos por Pratt y Cairns (1985) en cuanto a que el porcentaje respecto a la biomasa del grupo P es bastante más elevado y, en cambio, son menores los valores de los grupos B y A. Sin embargo, los valores relativos hallados en el embalse de Navacerrada se asemejan a los encontrados por estos autores respecto al número de especies. Estas diferencias obtenidas en cuanto a la biomasa, pueden ser debidas a que la biomasa depende de las especies concretas que se hallan encontrado en el sistema.

En el embalse de Navacerrada, el análisis de regresión respecto a la biomasa y a la abundancia en los grupos funcionales y el de sus porcentajes, en valores globales, indica un $r: 0.960$, $p < 0.05$, lo que supone una elevada relación. Se puede observar una correlación entre la biomasa del grupo P y la abundancia de individuos de este mismo grupo ($r: 0.747$, $p < 0.05$). Algunas especies pertenecientes al grupo P encontradas en el embalse son: *Eudorina elegans* con unos valores máximos de

abundancia (60 ind. ml^{-1}) y biomasa (371.6 mg. m^{-3}) en el noveno muestreo (septiembre); *Paramecium bursaria*, $50 \text{ (ind. ml}^{-1})$ y $28.2 \text{ (mg. m}^{-3})$ en los muestreos quinto (mayo) y noveno (septiembre); *Volvox tertius*, $8 \text{ (ind. ml}^{-1})$, $33680 \text{ (mg. m}^{-3})$ en el undécimo muestreo (noviembre); *Gonium pectorale*, $85 \text{ (ind. ml}^{-1})$, $522.0 \text{ (mg. m}^{-3})$ en el noveno muestreo (septiembre) y *Euglena viridis*, $76 \text{ (ind. ml}^{-1})$, $13.2 \text{ (mg. m}^{-3})$ en el undécimo muestreo (noviembre). En el embalse se ha encontrado también una correlación más importante, entre la biomasa y la abundancia del grupo N ($r: 0.907$, $p < 0.05$); pertenecen a este grupo especies encontradas en el embalse como: *Dileptus monilatus* cuya abundancia máxima es de 32 ind. ml^{-1} que corresponde a una biomasa de 3120 mg. m^{-3} en el cuarto muestreo (abril); *Stentor roeseli*, con un máximo de abundancia de 25 ind. ml^{-1} y una biomasa de $3037.5 \text{ mg. m}^{-3}$ en el décimo muestreo (octubre); *Strongylidium wilberti*, $22 \text{ (ind. ml}^{-1})$, $39.1 \text{ (mg. m}^{-3})$ en el noveno muestreo (septiembre); *Stentor coeruleus*, $12 \text{ (ind. ml}^{-1})$, $4320 \text{ (mg. m}^{-3})$ en el séptimo muestreo (julio) y *Dileptus anser*, $12 \text{ (ind. ml}^{-1})$, $89.5 \text{ (mg. m}^{-3})$ en el décimo muestreo (octubre).

Respecto al río Navacerrada, también se han observado correlaciones entre la biomasa y la abundancia de los grupos B y A ($r: 0.725$, $p < 0.05$; y $r: 0.691$, $p < 0.05$), respectivamente). Algunas especies encontradas en el río y pertenecientes al grupo B son: *Vorticella gracilis*, que en el quinto muestreo (mayo) presenta una abundancia máxima de 84 ind. ml^{-1} y una biomasa de 100.8 mg. m^{-3} ; *Histiculus muscorum*, con unos valores máximos de 32 ind. ml^{-1} y 45.2 mg. m^{-3} en el séptimo

muestreo (julio); *Paramecium caudatum*, 45 (ind.ml⁻¹) y 74.5 (mg.m⁻³) en el cuarto muestreo (abril); *Vorticella convallaria*, 16 (ind.ml⁻¹), 76.5 (mg.m⁻³) en el sexto muestreo (junio); *Colpoda maupasi*, 46 (ind.ml⁻¹), 50.2 (mg.m⁻³) en el octavo muestreo (agosto); *Colpidium campylum*, 62 (ind.ml⁻¹), 14.8 mg.m⁻³ en el octavo muestreo (agosto) y *Gastrostyla steinii*, 38 ind.ml⁻¹, 50.3 (mg.m⁻³) en el octavo muestreo (agosto). En el grupo funcional A, *Lembadion lucens* 14 (ind.ml⁻¹), 12.7 (mg.m⁻³) y *Lembadion magnum*, 15 (ind.ml⁻¹), 234 (mg.m⁻³) presentan valores máximos respecto a la abundancia y a la biomasa en los muestreos primero (enero) y segundo (febrero) respectivamente.

II. SISTEMA EMBALSE DE LA JAROSA-RIO GUADARRAMA

1. Factores físico-químicos.-

En relación con el pH, Gates y Lewg (1984) encontraron en varios lagos de Ontario, valores de 5.3 a 8.4; Pratt et al. (1987) en el ecosistema Blackshear, observó cifras de: 6.2 a 6.4 (río), 6.4 a 6.5 (zona de transición), y 6.4 a 6.7 (lago); según Stewart et al. (1987), en cinco lagos al Norte de Michigan, el pH variaba de 5.2

a 8.5. Beaver et al. (1988), en lagos subtropicales de Florida, encontraron pH entre 5.3 y 8.1.

En el sistema estudiado, los valores de pH oscilan, en el embalse, entre 6.1 y 6.7 y, en el río, entre 6.4 y 8.9. Los valores obtenidos en el embalse se asemejan a los descritos por estos autores, con la excepción de los obtenidos por Pratt et al. (1987) cuyos mínimos son ligeramente superiores al menor valor encontrado, 6.1, y los valores máximos son algo inferiores, salvo en la zona del lago, a nuestro valor máximo, 6.7. Respecto al río Guadarrama, el valor mínimo de pH, 6.4 se parece al mostrado por estos autores. No ocurre así con el valor máximo, 8.9 que es superior al descrito por ellos, incluso al obtenido por Stewart et al. (1987), 8.5, en los lagos de Michigan.

Respecto a la concentración de oxígeno disuelto (mg.l^{-1}), Gates y lewg (1984) obtuvieron en los lagos de Ontario, datos de 8.2 a 13.7 mg.l^{-1} y Stewart et al. (1987), en cinco lagos de Michigan, de 2.9 a 9.1 mg.l^{-1} . En el embalse de La Jarosa los valores varían entre 1.1 y 7.9 mg.l^{-1} , y en el río Guadarrama entre 1.2 y 9.1 mg.l^{-1} . Los valores máximos de oxígeno disuelto se asemejan a los descritos por estos autores y los valores mínimos son algo inferiores a los obtenidos por Stewart et al. (1987), en las dos estaciones estudiadas.

2. Dinámica de las poblaciones.-

Psener y Schlott (1985) obtienen en Piburger See una biomasa de protozoos de 20.4-374 mg.m⁻³ y Finlay et al. (1988) hallan en Priest Pot 86771 mg.m⁻³. En cuanto a los valores de abundancia y biomasa de los protozoos del sistema estudiado, el embalse de La Jarosa presenta 169-953 ind.ml⁻¹ y 110.5-305393.9 mg.m⁻³, y el río Guadarrama 213-1323 ind.ml⁻¹ y 32.6-19210.8 mg.m⁻³. Estos datos concuerdan con los descritos por los autores, salvo en el caso del río Guadarrama que son inferiores a los obtenidos por Finlay et al. (1988).

Respecto a la abundancia y biomasa de ciliados, en el embalse de La Jarosa se han encontrado 115-416 ind.ml⁻¹ y 73.6-9942.7 mg.m⁻³, y en el río Guadarrama 105-443 ind.ml⁻¹ y 16.1-2297.4 mg.m⁻³. Gates y Lewg (1984) hallan en el lago Jack 6.6-7.4 ind.ml⁻¹ y en series del lago Ontario 26.9-140.6 mg.m⁻³. Taylor y Heynen (1987), también en el lago Ontario, obtienen en la estación 401, 1.9-110.5 ind.ml⁻¹ y 60-1099 mg.m⁻³ y en la estación 403, 22.7-155.3 ind.ml⁻¹ y 93-707 mg.m⁻³. Beaver et al. (1988) contabilizaron en el lago Norris 83 ind.ml⁻¹ y 317 mg.m⁻³, en Holden Pond 301 ind.ml⁻¹, 1743.2 mg.m⁻³ (octubre) y 360 ind.ml⁻¹, 1506.6 mg.m⁻³ (junio), y, en el lago Eaton, 49 ind.ml⁻¹ (octubre) y 42.3 ind.ml⁻¹ (agosto). Los valores de abundancia y biomasa de ciliados obtenidos en las dos zonas del sistema, se asemejan a los referidos por estos autores, aunque son inferiores a los hallados en Priest Pot (5610 ind.ml⁻¹, 13080 mg.m⁻³) por Finlay et al. (1988).

En cuanto a los no ciliados, Finlay et al. (1988) encuentran en Priest Pot,

1325.3 x 10⁵ ind.ml⁻¹ y 77023 mg.m⁻³, datos que son superiores a los valores hallados en el embalse de La Jarosa (42-781 ind.ml⁻¹, 5.8-303127.9 mg.m⁻³) y en el río Guadarrama (70-1093 ind.ml⁻¹, 2.0-18979.5 mg.m⁻³).

3. *Grupos funcionales.*-

Pratt y Cairns (1985), en seis lagos al norte de Michigan, obtuvieron los siguientes resultados respecto a los porcentajes del número de especies distribuidas en grupos funcionales: P (16.0-31.4%), B (60.5-73.4%), A (2.0-5.3%), S (0.7-1.7%), N (3.5-6.7%) y R (0-1.7%). Pratt *et al.* (1987) en el ecosistema Flint río-lago Blackshear (Georgia), encontraron que el 50-70% de las especies pertenecían al grupo B y el 25-40% al grupo P.

Tomando como referencia la clasificación de Pratt y Cairns (1985), los resultados obtenidos en las dos zonas en cuanto a los porcentajes respecto al número de especies indican que, en el embalse de La Jarosa un 23.0% de las especies pertenecen al grupo funcional P y en el río Guadarrama se incluyen en este grupo el 19.4%. En el grupo funcional B en el embalse se encuentra un 55.8% y en el río un 61.0% de las especies; del grupo A forman parte el 7.3% en el embalse y el 4.8% en el río (grupo S: 2.4% embalse, 3.7% río. Grupo N: 10.7% embalse, 9.7% río. Grupo R: 0.49% embalse, 1.0% río). Al comparar estos porcentajes con los obtenidos por los

autores se observa que, respecto al grupo funcional B, el porcentaje es algo más bajo en el embalse de La Jarosa y, con relación al grupo A, también en esta estación, es algo superior; los porcentajes de los grupos S y N son, en las dos zonas, un poco mayores. Sin embargo, se mantiene el orden en importancia de los diferentes grupos funcionales y los porcentajes de estos (en relación con el número de especies) se asemejan bastante, tanto en el embalse de La Jarosa como en el río Guadarrama, a los referidos por los autores.

Respecto a la abundancia de individuos de cada especie, los resultados obtenidos en el sistema estudiado reflejan un 38.1% en el embalse de La Jarosa y un 34.1% en el río Guadarrama pertenecientes al grupo funcional P, (grupo B: 49.3% en el embalse, 51.3% en el río; A: 3.1% embalse, 3.8% río; S: 2.7% embalse, 6.6% río; N: 6.3% embalse, 3.6% río y R: 0.27% embalse, 0.44% río). Comparando los porcentajes relativos que presenta cada grupo funcional, los resultados obtenidos en las dos estaciones se asemejan a los descritos por Pratt y Cairns (1985) en cuanto a los grupos A, N y R. Los valores de los grupos P y S son algo mayores y los del grupo B menores. Sin embargo, se comprueba que, tanto en el embalse como en el río, el grupo B es el más abundante, seguido del grupo P, hecho que concuerda con los resultados obtenidos por Pratt y Cairns (1985), y por Pratt et al. (1987).

Respecto a la biomasa, los valores encontrados en porcentajes relativos, correspondientes al total de los muestreos, en relación con los grupos funcionales en las

dos estaciones son: grupo P (91.3% embalse; 2.9% río), grupo B (1.2% embalse; 19.0% río), grupo A (0.76% embalse; 54.1% río), grupo S (0.006% embalse; 0.19% río), grupo N (6.5% embalse; 23.2% río) y grupo R (0.02% embalse; 0.40% río). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos con Pratt y Cairns (1985), ya que estos autores se refieren a porcentajes del número de especies distribuidas en grupos funcionales y la biomasa depende de las especies concretas que se hallan encontrado en el sistema. Sin embargo, siguen siendo los grupos S y R los que presentan menor porcentaje de biomasa en las dos estaciones.

En el embalse de La Jarosa se puede observar una correlación entre la biomasa del grupo A y la abundancia de individuos de este mismo grupo ($r: 0.713$, $p < 0.05$). Algunas especies pertenecientes a este grupo encontradas en el embalse son: *Amoeba proteus* con unos valores máximos de abundancia (15 ind.ml⁻¹) y biomasa (46.8 mg.m⁻³) en el mes de enero; *Zosterodasys agamalievi*, 22 (ind.ml⁻¹) y 20.7 (mg.m⁻³) en el cuarto muestreo (abril); *Bursaria truncatella*, 6 (ind.ml⁻¹), 2073.6 (mg.m⁻³) en enero; *Lembadion lucens*, 16 (ind.ml⁻¹), 14.5 (mg.m⁻³) en el segundo muestreo (febrero); *Lembadion magnum*, 22 (ind.ml⁻¹), 343.2 (mg.m⁻³) en diciembre; en el primer muestreo (enero) *Euplotes elegans* (9 ind.ml⁻¹, 2.1 mg.m⁻³); *Strombilidium gyrans* (8 ind.ml⁻¹, 7.7 mg.m⁻³ en febrero y junio); *Euplotes affinis* (15 ind.ml⁻¹, 0.7 mg.m⁻³, agosto) y *Euplotes patella* (16 ind.ml⁻¹, 4.5 mg.m⁻³, diciembre).

También en el río Guadarrama existe una correlación, respecto al grupo

funcional A, entre la biomasa y la abundancia de individuos ($r: 0.740, p < 0.05$). Las especies del grupo A encontradas en esta estación son similares a las obtenidas en el embalse; así, *Lembadion lucens* presenta en el undécimo muestreo (noviembre) una abundancia máxima de 34 ind.ml⁻¹ y una biomasa de 30.9 mg.m⁻³; *Metachaos discoides*, con unos valores máximos de 86 ind.ml⁻¹ y 18963 mg.m⁻³ en el noveno muestreo (septiembre); *Amoeba proteus*, 58 (ind.ml⁻¹), 181.2 (mg.m⁻³) en el décimo muestreo (octubre); *Strombilidium gyrans* (6 ind.ml⁻¹, 5.8 mg.m⁻³ en los meses de enero y abril) y *Zosterodasys agamalievi* (6 ind.ml⁻¹, 5.6 mg.m⁻³ en junio).

CONCLUSIONES

. Respecto a la densidad de protozoos ciliados y protozoos no ciliados, las correlaciones que más se repiten en las zonas estudiadas corresponden a los protozoos-protozoos no ciliados.

. En las cuatro estaciones, el número de especies de protozoos estuvo correlacionado con el número de especies de protozoos ciliados.

. Las mayores abundancias que se han observado en las cuatro áreas corresponden, en general, a los protozoos no ciliados y, particularmente, a los flagelados, los cuales, se presentaron en elevadas densidades en repetidas ocasiones (otoño), en el conjunto de los muestreos. Este hecho, que no se produce en cambio, más que raramente, en las especies de ciliados, a no ser que existan condiciones anómalas en los sistemas (como cuadros de contaminación), podría indicar que los flagelados, en particular los zooflagelados, de una forma parecida a como ocurre en el plancton marino, parecen ser autosuficientes respecto a la captura de partículas nutrientes, en cuanto a sus necesidades energéticas.

. En los dos sistemas estudiados, no se han encontrado importantes correlaciones entre la densidad de individuos y la biomasa, ya que esta última, depende de la especie concreta de que se trate.

. En relación con la biomasa, en las cuatro zonas, se comprobó que había altas correlaciones entre la biomasa de protozoos respecto a la biomasa de protozoos no ciliados.

. La comparación de los datos de abundancia con los valores de biomasa señalan, que los protozoos ciliados y los protozoos no ciliados en cuanto a la biomasa son destacables en ciertas épocas, siendo estas diferentes en las estaciones estudiadas.

. Es destacable que las proporciones relativas de los grupos funcionales, expresados en abundancia de individuos y de especies, son semejantes entre las estaciones estudiadas, dominando los bacterívoros-detrítivos y los fotosintéticos, y también en relación a otras zonas descritas por los autores. Esta estabilidad es, en cierto modo, independiente del número de especies y de la abundancia de individuos, consideradas de forma absoluta, ya que, como se ha visto anteriormente, las diferencias entre unas zonas y otras, en cuanto a estos factores pueden ser importantes. Además, esta semejanza entre porcentajes de cada grupo funcional, se observa entre las distintas estaciones respecto a muestreos correspondientes en el tiempo, pero no se manifiesta con respecto a la biomasa.

. Todas las zonas estudiadas muestran modelos similares en la distribución de las especies, aunque hay diferencias en cuanto a las especies presentes en cada zona.

. No existe, en todos los casos, una correlación entre la densidad y la biomasa respecto a los porcentajes relativos de los grupos funcionales, en una determinada estación, como ya ha quedado reseñado. En relación con la biomasa los grupos más importantes en las cuatro zonas fueron: los fotosintéticos, los bacterívoros-detrítivos, los no selectivos y los algívoros (no siempre en este orden). Los predadores y los

saprótrofos eran los menores componentes de las comunidades estudiadas.

. El mayor número de correlaciones significativas en relación con los grupos funcionales (10 respecto a la densidad, 11 en cuanto al número de especies, y 5 teniendo en cuenta la biomasa), correspondió al sistema embalse de La Jarosa-río Guadarrama, mientras que en el sistema embalse de Navacerrada-río Navacerrada el número de correlaciones fue menor (6, 9 y 3, en el mismo orden).

. Comparando los ríos y los embalses de los dos sistemas, el mayor número de correlaciones significativas, respecto a los grupos funcionales, correspondió al número de especies (10 entre los ríos y 10 entre los embalses). En relación con la densidad, el número de correlaciones descendió (7 entre los embalses y 6 entre los ríos). En el caso de la biomasa, este número fue todavía menor (3 entre los embalses y 2 entre los ríos). Es decir, en conjunto, hubo una mayor semejanza entre los embalses que entre los ríos.

BIBLIOGRAFIA

- Aida, W., Muraoka, T. and Seki, H., 1988. Effect of rapid oligotrophication by an aquatic treatment pilot plant on the microbial community of a mesotrophic bog. V. Attachment and growth kinetics of epibacteria. *Water, Air and Soil* 42: 433-438.
- Alonso, P., Gil, I. y Rodriguez, D., 1981. Estudio de los protozoos de varias depuradoras de aguas residuales municipales. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 79: 67-78.
- Andrews, J. F., 1977. Specific oxygen utilization for control of the activated sludge process. *Prog. Wat. Tech.* Vol.8, No.6: 451-460.
- Antonietti, R., Madoni, P. and Ghetti, P. F., 1980. Contributo alla discussione sui processi biologici implicati nella autodepurazione: impianti biologici di depurazione delle acque come ecosistemi artificiali. Some notes on the biological self-purification process: biological water-treatment plants as man-made ecosystems. *Atti dekl primo Congresso nazionale della società italiana di ecologia. Salsomaggiore Terme (Parma)*.
- A. P. H. A., 1989. *Standard Methods for the examination of water and wastewater*. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation 17 ed., Washington. 3899 pp.
- Arthur, R. M., 1984. Discussion of measurement and validity of oxygen uptake rate as an activated sludge process control parameter. *Journal WPCF*. Vol 56: 111.
- Augustin, H., Foissner, W. and Bauer, R., 1989. Die Zählung von Protozoen und keinen Metazoen im Belebtschlamm. *Acta Hydrochim. Hidrobiol*, Vol. 17 (4): 375-386.

- Azam, F., Fenchel, T., Field, J. G., Gray, J. S., Meyer-Reil, L and Thingstad, F., 1983. The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog.-Ser.*, 10: 257-263.
- Baker, J. R., 1969. *Parasitic Protozoa*. Hutchinson, London.
- Baldock, B. M., Baker, J. H. and Sleigh, M. A., 1983. Abundance and productivity of protozoa in chalk streams. *Holarc. Ecol.* 6: 238-246.
- Baldock, B. M. and Sleigh, M. A., 1988. The ecology of benthic protozoa in rivers: seasonal variation in numerical abundance in fine sediments. *Arch. Hydrobiol.* 11: 409-421.
- Barcina, I., Ayo, B., Muela, A., Egea, L. and Iriberry, J., 1991. Predation rates of flagellate and ciliated protozoa on bacterioplankton in a river. *FEMS Microbiology Ecol.* 85: 141-150.
- Beaver, R. B., Crisman, T. L. and Bienest, W. Jr., 1988. Distribution of planktonic ciliates in highly coloured subtropical lakes: comparison with clearwater ciliate communities and the contribution of myxotrophic taxa to total autotrophic biomass. *Freshw. Biol.* 20: 51-60.
- Berezky, M. Cs., 1977. Kennzeichnung der saprobiologischen verhältnisse des oberen ungarischen Donauabschnittes mit hilfe von Protozoen als Indikatoren (Danubialia, Hungarica XLIV). *Opusc. Zool. Budapest.* 14 (1-2): 55-66.
- Berezky, M. Cs., 1981. Wirkung des vom Wärmekraftwerk von Százhalombatta abge lassenen Erwärmten Kühlwassers auf die Einzellige fauna sowie Aufnahme des Grundzustandes in Raum von Paks. *Ann. Univ. Sci. Biol.* 22-23: 145-158.
- Breitig, G., 1961. Vorschlag einer Einheits-methodik zur biologischen Untersuchung

von Fließgewässern. Mitt. Inst. Wasserwirtsch. Berlin 12: 99-118.

- Brownlee, D. C., 1982. Measuring the secondary production of marine planktonic tintinnine ciliates. Ph. dissertation, University of Maryland, Maryland
- Buck, H., 1968. Die Ciliatendes belebtschlammes in ihrer Abhängigkeit von Klärverfahren. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei-und Flußbiologie, Band 5,2. Aufl., München und Wien.
- Buck, H., 1971. Statistische untersuch-ungem zur saprobität und zum leitwert verschiedener organismen: Münch-ner Beitr. Abwasser, Fischerei v. Flußbiologie 19: 14-44.
- Cairns, J. Jr., 1974. Protozoans. In: Pollution ecology of freshwater invertebrates. Hart, C. W. and S. Faller (Eds.). Academic Press.
- Cairns, J. Jr., 1982. Freshwater Protozoan communities. In: Microbial Interactions and Communities, Vol 1. A. T. Bull and A. R. K. Watkinson, eds. Academic Press, Inc., London, 249-285.
- Cairns, J. Jr., 1986. What is meant by validation of predictions based on laboratory toxicity tests? Hydrobiologia. 13: 271-278.
- Cairns, J. Jr. and Pratt, J. R., 1989. Advantages and disadvantages of employing microorganisms as indicators of pollution. Curr. Pract. Environ. Sci. Eng. 4: 111-123.
- Cairns, J. Jr. and Henebry, M. S., 1982. Interactions and non-interactive protozoan colonization processes, artificial substrates, J. Cairns Jr (Ed.). Ann. Arbor. Science, Ann. Arbor., Michigan, pp 23-70.

- Caron, D. A., Goldman, J. C. and Denett, M. R., 1988. Experimental demonstration of roles of bacteria and bacterivorous protozoa in plankton cycles. *Hydrobiol.* 159: 27-40.
- Cohn, F., 1853. Über lebende Organismen im Trinkwasser. *Z. Klin. Med.* 4: 229-237.
- Cohn, F., 1870. Über den Bruhnfaden (*Crenothrix polyspora*) mit Bemerkungen über die mikroskopische Analyse des Brunnenswassers. *Cohn's Beitr. Biol. Pflanz* 3: 1-108.
- Curds, C. R., 1969. An illustrated key of the British freshwater ciliated protozoa commonly found in activated sludge. *Water Pollution Research Technical Paper No.12*, HMSO, London.
- Curds, C.R., 1973. A theoretical study of factors influencing the microbial population dynamics of the activated sludge process-I. The effects of diurnal variation of sewage and carnivorous ciliated protozoa. *Wat. Res.*, Vol.7: 1269-1284.
- Curds, C.R., 1973. The role of protozoa in the activated sludge process. *Amer.Zool.*, 13: 161-169.
- Curds, C.R., 1982. *British and other freshwater ciliated protozoa. Part I Ciliophora: Kinetoframinophora.* Cambridge. University Press, New York.
- Curds, C. R. and Cockburn, A., 1970a. Protozoa in biological sewage-treatment processes- I. A survey of the protozoan fauna of British percolating filters and activated-sludge plant. *Wat. Res.* 4: 225-236.
- Curds, C. R. and Cockburn, A., 1970b. Protozoa in biological sewage treatment processes-II. Protozoa as indicators in the activated sludge process. *Wat. Res.*, Vol.4: 237-249.

- Chandra, S., 1987. Evaluation of oxygen uptake rate as an activated sludge process control parameter. *Journal WPCF*, Vol. 59, No.12: 1009-10016.
- Dale, T., 1991. Protists and pollution-with emphasis on planktonic ciliates and heavy metals. *NATO ASI Senes*, Vol. 25: 115-130.
- Dang, J.S., 1989. Evaluation of biodegradation kinetics with respirometric data. *Research Journal WPCF*, Vol. 61, No.11/12: 1711-1721.
- Dive, D. and Persoone, G., 1984. Protozoa as test organisms in marine ecotoxicology: Luxury or necessity. *Ecotoxi. Testing Mar. Environ.* 281-305.
- Dogiel, V. A., 1965. *General protozoology*. revised by J. I. Poljanskij and E. M. Chejsin. 2nd Edn. University Press, Oxford.
- Fenchel, T., 1968. The ecology of marine microbenthos. II. The food of marine benthic ciliates. *Ophelia* 5: 73-123.
- Fenchel, T., 1987. *The Ecology of Protozoa*. Science Tecnical Inc. 197 pp.
- Fernández-Galiano, D. y Fernandez-Leborans, G., 1981. Los protozoos como indicadores de la contaminación. *Biología y Medio ambiente*. Vol.I, No.4: 39-52.
- Fernandez-Leborans, G., 1981. The ecology of some ciliates with unknown biological characteristics. *Annal. Stat. Biol. Besse* 16: 182-199.
- Fernandez-Leborans, G., 1982. Estudio ecológico de las poblaciones de ciliados de diferentes biotopos. *Los ciliados heterotricos*. Ed. Universidad Complutense, 205 p. España.

- Fernandez-Leborans, G., 1990. The morphology and the taxonomic position of a protozoan of the genus *Zoosterodasys* (Ciliophora, Nassophorea). Zool. Jb. Anat. 120: 81-91.
- Fernandez-Leborans, G. and Fernández-Galiano, D., 1979. Estudio ecológico de las poblaciones de ciliados del embalse de Santillana (Manzanares El Real, Madrid). T.I. T. Medio Ambiente. Vol. 1, No 4: 39-52.
- Fernandez-Leborans, G. and Castro de Zaldumbide, M., 1986a. The morphology of *Anophrys arenicola* sp. nov. (Ciliophora, Scuticociliatida). J. Nat. Hist. 20: 713-721.
- Finlay, B.J., Clarke, K.J., Cowling, A.J., Hindle, R.M. and Rogerson, A., 1988. On the abundance and distribution of protozoa and their food in a productive freshwater pond. Eur. J. Protis. 23: 205-217.
- Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H. and Kohmann, F., 1991. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobien-systems-Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia, Colpodea. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 1/91, pp. 478.
- Foissner, W., Berger, H. and Kohmann, F., 1992. Taxonomische und ökologische revision der Ciliaten des Saprobien-systems-Band II: Peritrichia, heterotrichia, ondontostomatida. Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für wasserwirtschaft, Heft 5/92, pp. 502.
- Fujie, K., Toshiaki, T., Moriya, H. and Kubota, H., 1988. A simplified kinetic model to simulate soluble organic substances removal in an activated sludge aeration tank. Wat. Res. Vol.22, No.1: 29-36.
- Gates, M.A. and Lewg, U.T., 1984. Contribution o ciliated proozoa to the planktonic

- biomass in a series of ontario Lakes: quantitative estimates and dynamical relationships. *J. Plank. Res.* 6: 443-456.
- Gifford, D. J., 1991. The protozoan-metazoan trophic link in pelagic ecosystems. *J. Protozool.* 38: 81-86.
- Graham, J. M., 1991. Symposium Introductory Remarks: A brief history of aquatic microbial ecology. *J. Protozool.*, 38 (1): 66-69.
- Grassé, P. P., 1952. *Traité de Zoologie I (i) and (ii)*. Masson, Paris.
- Grell, K. G., 1956. *Protozoologie*. Springer, Berlin.
- Haslauer, J., Pum, M. and Foissner, W., 1979. Zur Hydrobiologie eines Städtischen Fließgewässers (Alterbach-system 1976). *Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg*, 3/4: 13-44.
- Huang, J. Y. C., 1984. Measurement and new applications of oxygen uptake rates in activated sludge process. *Journal WPCF*, Vol. 56: 259.
- Inamori, Y., 1991. Control of the growth of filamentous microorganisms using predacious ciliated protozoa. *Water Sci. Technol.* 23 (4-6): 963-971.
- Kinner, N.E. and Curds, C.R., 1987. Development of protozoa and metazoan communities in rotating biological contactor biofilms. *Wat. Res.* Vol.21, No.4: 481-490.
- Knöpp, H., 1955. Grundsätzliches zur Frage biologischer Vorfluteruntersuchungen, erläutert an einem Gütelängsschnitt des Mains. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 22: 363-368.

- Kolenati, F. A., 1848. Übe nutzen und scjaden der trichopteren. Stettiner entomol. 9.
- Kolwitz, R. and Marsson, M., 1902. Grundsätzliches für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. K. Prüfanst. Wasserversorg. Abwasserbes. Berlin-Dahlem 1: 33.
- Kolwitz, R. and Marsson, M., 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. dt. bot. Ges. 26a: 505-519.
- Kolwitz, R. and Marsson, M., 1909. Ökologie dertierischen Saprobien. Int. Rev. Hydrobiol. 2: 126-152.
- Krawczynska, W., Pivovarova, N. N. and Sobota, A., 1989. Effects of cadmium on growth, ultrastructure and content of chemical elements in *Tetrahymena pyriformis* and *Acanthamoeba castellanii*. Acta Protozoologica. 28: 245-252.
- Kudo, R. R., 1966. Protozoology, 5th Edn. Thomas, Springfield, Illinois.
- Küsters, E., 1974. Ökologische und systematische Untersuchungen der Aufwuchsciliaten im Königshafen bei List/Sylt.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 45: 121-211.
- Lawrence, S. G., Holoka, M. H. and Hamilton, R. D., 1989. Effects of cadmium on a microbial food chain, *Chlamydomonas reinhardtii* and *Tetrahymena vorax*. The Science of Total Environ. 87/88: 381-395.
- Lee, J. J. et al., 1985. An illustrated guide to the protozoa. Society of Protozoologists, Allen Press, Lawrence, Kansas.
- Levine et al., 1980. A New revised classification of the protozoa. J. Protozool. 27: 37-58.

- Liebmann, H., 1947. Die Notwendigkeit einer Revision des Saprobiensystems und deren Bedeutung für die Wasserbeurteilung. *Ges.-Ing.* 68: 33-37.
- Liebmann, H., 1962. *Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie*. 2. Bde.-München.
- Macek, M., 1989. Experimental approach to the role of different ecological types of protozoa in the activated sludge system. *Int. Revue ges. Hydrobiol*, Vol.74, No.4: 643-656.
- Madoni, P., 1989. Community structure of the microzoobenthos in lake Suviana (Tusco-Emilian Appennines). *Bull. Zool.* 56: 159-165.
- Madoni, P., 1984. Ecological characterization of different types of watercourses by the multivariate analysis of ciliated protozoa populations. *Arch. Hydrobiol.* 100 (2): 171-188.
- Madoni, P., 1978. The ciliated protozoa in torrente Parma, torrente Stirone and Fiune Po. *Ec, biological Water Assessment Methods*, Ed. Ghetti P. F., 1: 296-312.
- Madoni, P. and Ghetti, P.F., 1981. The structure of ciliated protozoa communities in biological sewage-treatment plants. *Hydrobiologia* 83, 207-215.
- Madoni, P. and Antonietti, R., 1984. Conization dynamics of ciliated protozoa populations in an activated sludge plant. *Att. 4° Simposio Dinamica Popolazioni*: 105-112.
- Mackinnon, D. L. and Hawes, R. S. J., 1961. *An Introduction to the Study of Protozoa*. University Press, Oxford.
- Mez, C., 1898. *Mikroskopische Trinkwasseranalyse*. Berlin (Springer).

- Moro, P. y Fernandez-Leborans, G., 1987. El proceso de depuración en una planta piloto de fangos activados. II. El control de la calidad biológica respecto a las poblaciones de ciliados. *Tecnología del agua*, Vol. 32: 87-101.
- Mount, D., 1985. Scientific problems in using multiespecies toxicity tests for regulatory purposes, p. 13-18. In: J. Cairns Jr. (eds.) *Multiespecies toxicity testing*. Pergamon Press, New York.
- Munawar, M. and Weisse, T., 1989. Is the microbial loop an early warning indicator of anthropogenic stress? In: M. Munawar, G. Dixon, C. Mayfield, T. Reynoldson and M. H. Sadar (Eds). *Environmental Bioassay Techniques and their application*. *Hydrobiol* 188/189: 163-174.
- National Research Council, 1981. *Testing for effects of chemicals on ecosystems*. National Academy Press, Washington, D. C., 103 p.
- Niederlehner, B. R., Pontasch, K. W., Pratt, J. R. and Cairns, J. Jr., 1990. Field evaluation of predictions of environmental effects from a multiespecies-microcosm toxicity test. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 19: 62-71.
- Odum, E. P., 1984. "The Mesocosm". *BioScience* 34 (9): 558-562.
- Page, F. C., 1988. *A new Key to Freshwater and Soil Gymnaboeae*. Freshwater Biological Association 1988, Ambleside, Cumbria, pp. 122.
- Palm, J.C., 1980. Relationship between organic loading, dissolving oxygen concentration and sludge settleability in the completely-mixed activated sludge process. *Journal WPCF*, Vol.52: 2484-2506.
- Pantle, R. and Buck, H., 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *gwf* 96: 604.

- Parker, J. G., 1983. Ciliated protozoa in Marine Pollution Studies. *Ecotoxicol. Environ. Safety*. 7: 172-178.
- Pitelka, D. R., 1963. *Electron-microscopic Structure of Protozoa*. Pergamon Press, Oxford.
- Porter, K.G., Sherr, E.B., Sherr, B.F., Pace, M. and Sherr, R.W., 1985. Protozoa in planktonic food webs. *J. Protozool.* 32: 409-415.
- Pratt, J.R. and Cairns, J. Jr., 1985. Functional groups in the protozoa: Roles in differing ecosystems. *J. Protozool.*, 32 (3): 415-423.
- Pratt, J. R, Horwitz, R. and Cairns, J. Jr., 1987. Protozoan communities of the Flint river-lake Balckshear ecosystem (Georgia, USA). *Hydrobiologia*. 148: 159-174.
- Psenner, R. and Schlott-Idl, K., 1985. Trophic relationships between bacteria and protozoa in the hypolimnion of a meromictic mesotrophic lake. *Hydrobiologia*. 121: 11-120.
- Rodier, J., 1978. *L'analyse de l'eau*. Ed. Dunod, Paris, 1135 pp.
- Ros, M., Toman, M. and Dular, M., 1988. The effect of lack of oxygen on the Biocenosis of the activated sludge in a closed system. *Z. Wasser-Abwasser-Forsch.* 21: 104-107.
- Sampol, P., 1989. Influencia de la distribución del oxígeno disuelto en el rendimiento de la depuración del agua residual. *Tecnología del Agua*. Vol 60: 25-29.
- Sandon, H., 1963. *Essays on Protozoology*. Hutchinson, London.
- Schrader, T., 1959. Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobitätsstufen. *Int. Rev. Hydrobiol.* 44: 485-619.

- Sherr, B.F. and Sherr, E.B., 1984. Role of heterotrophic protozoa in carbon and energy flow in aquatic ecosystems. In: Current perspectives in microbial ecology (Klyg, M.J. & Reddy, C.A.). American Society of Microbiology. Washington, 412-423.
- Shout, J.D., 1981. The role of protozoa nutrient cycling and energy flow. In: Advances in microbial ecology, Alexander M. (eds.). Plenum Press, NY. 1-150.
- Sime-Ngando, T. and Hartmann, H. J., 1991. Short-term variations of the abundance and biomass of planktonic ciliates in a eutrophic lake. *J. Protozool.* 27: 249-263.
- Sládeček, V., 1961. Zur biologischen Gliederung der höheren Saprobitätsstufen. *Arch. Hydrobiol.* 58: 103-121.
- Sládeček, V., 1973. System of water quality from the biological point of view.- *Arch. f. Hydrobiol. Beih./Ergebn. Limnol.* 7: 1-218.
- Sládečková, A. and Sládeček, V., 1963. Periphyton as indicator of the reservoir water quality. I. True-periphyton. *Sci. Pap. Inst. Chem. Techn. Prag., technol. Water* 7: 507 bis 561.
- Sramek-Husek, R., 1956. Zur Charakteristik der höheren Saprobitätsstufen. *Arch. Hydrobiol.* 51: 376-390.
- Stewart, P. M., Smith, E. P. and Cairns, J. Jr., 1987. Relationship of the physico-chemical environment to diatom and protozoan communities: a multivariate approach. *Arch. Protistenkd.* 134: 331-341.
- Stoessel, F., 1989. On the ecology of ciliates in river waters: the evaluation of water quality via ciliates and filamentous bacteria. *Aquatic Sciences* 51/3: 235-248.
- Stössel, F., 1987. Effect of the coefficients of discharge on ciliate populations of a

- running water contaminated by municipal wastewater. *Arch. Hydrobiol.* 108, 4: 483-497.
- Sürücü, G. and Cetin, F.D., 1990. Effects of temperature, pH and D.O. concentration on settleability of activated sludge. *Environmental Technolgy*, Vol.11: 205-212.
- Taylor, W. D. and Heynen, M. L., 1987. Seasonal and vertical distribution of Ciliophora in lake Ontario. *Can. J. Fish. Aquat. Sc.* 44: 2185-2191.
- Tebo, L. Jr., 1985. Technical considerations related to the regulatory use of multispecies toxicity tests, p, 19-26. In: J. Jr. Cairns (ed.), *Multispecies toxicity testing*. Pergamon Press, New York.
- Thienemann, A., 1951. Bücherbesprechungen. Liebmann, H: *Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie*, 1. *Arch. Hydrobiol.* 45: 587-590.
- Tuffrau, M., 1967. Perfectionements et pratique de la technique d'imprégnation au protargol des infusoires ciliés Hypotriches. *Protistologica.* 5: 91-98.
- Tümping, W. V., 1966. Über die statistische sicherheit soziologischer methoden in der biologischem gewässe-ranalyse. *Limnologica (Berlin)* 4: 235-244.
- Vickerman, K. and Cox, F. E. G., 1967. *The Protozoa*. John Murray, London.
- Weiss, M. L., 1985. *Human biology and behavior: an antropological perspective*. 1. *Hombre-Evolución*. 2. *Ecología animal I*. Mann, Alan E. II. *Tit. III*. CDU Mark L. Weiss, Alan E. Mann (Edi.). Boston: Little Brown and Co. 612 p.
- Zelinka, M. and Marvan, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Kalssifikation der reinheit flieBender Gewässer. *Arch. Hydrobiol* 57: 389-407.

APENDICE I

MUESTREOS	TN	pHN	POTN	DBO5N	O2N
Enero	9	7.540	-17.5	3.0	4.6
Febrero	9	6.524	30.2	3.0	4.3
Marzo	13	6.424	36.5	1.9	3.9
Abril	15	6.618	27.1	6.2	6.0
Mayo	20	6.445	36.7	2.1	5.2
Junio	21	6.442	42.4	7.1	4.6
Julio	18	6.610	32.0	1.6	5.2
Agosto	23	6.630	34.2	0.8	2.8
Septiembre	21	6.533	40.2	4.8	5.3
Octubre	14	6.952	12.9	0.1	5.5
Noviembre	2	6.856	21.6	0.6	8.0
Diciembre	7	6.840	23.5	0.3	8.0

Tabla I. Embalse de Navacerrada. TN: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); pHN: pH; POTN: Potencial de óxido-reducción (mV); DBO N: Demanda Biológica de Oxígeno (mg. l^{-1}); O N: Oxígeno disuelto (mg. l^{-1}).

MUESTREOS	PN	PN%	CN	CN%	NCN	NCN%
Enero	305	7.05	165	7.80	140	6.34
Febrero	277	6.41	177	8.37	100	4.53
Marzo	509	11.77	274	12.96	235	10.64
Abril	237	5.48	129	6.10	108	4.89
Mayo	340	7.86	246	11.63	94	4.25
Junio	193	4.46	81	3.83	112	5.07
Julio	202	4.67	134	6.33	68	3.08
Agosto	203	4.69	78	3.68	125	5.66
Septiembre	796	18.42	348	16.46	448	20.29
Octubre	382	8.84	164	7.75	218	9.87
Noviembre	591	13.67	100	4.73	491	22.24
Diciembre	286	6.61	218	10.31	68	3.08

-1

Tabla II. Embalse de Navacerrada, abundancia (ind. ml⁻¹).

PN: protozoos; CN: ciliados; NCN: no ciliados.

MUESTREOS	EPN	EPN%	ECN	ECN%	ENCN	ENCN%
Enero	14	8.75	10	9.80	4	6.89
Febrero	11	6.87	9	8.82	2	3.44
Marzo	21	13.12	14	13.72	7	12.06
Abril	10	6.25	7	6.86	3	5.17
Mayo	9	5.62	7	6.86	2	3.44
Junio	9	5.62	5	4.90	4	6.89
Julio	13	8.12	9	8.82	4	6.89
Agosto	4	2.50	3	2.94	1	1.72
Septiembre	25	15.62	16	15.68	9	15.51
Octubre	15	9.37	7	6.86	8	13.79
Noviembre	16	10.00	6	5.88	10	17.24
Diciembre	13	8.12	9	8.82	4	6.89

Tabla III. Embalse de Navacerrada, número de especies. EPN: Especies protozoos; ECN: Especies ciliados; ENCN: Especies no ciliados.

MUESTREOS	BPN	BPN%	BCN	BCN%	BNCN	BNCN%
Enero	2107.50	2.06	2106.73	10.66	0.77	0.0009
Febrero	2143.28	2.09	2142.72	10.84	0.56	0.0006
Marzo	235.17	0.23	203.93	1.03	31.24	0.0300
Abril	3298.13	3.23	3223.35	16.32	74.78	0.0900
Mayo	1237.82	1.21	1237.72	6.26	0.10	0.0001
Junio	116.70	0.11	65.82	0.33	50.88	0.0600
Julio	4929.61	4.82	4853.80	24.57	75.81	0.0900
Agosto	61.70	0.06	60.05	0.30	1.65	0.0020
Septiembre	29172.11	28.58	2282.90	11.15	26389.20	32.2500
Octubre	24498.68	24.00	3213.14	16.26	21285.54	26.0100
Noviembre	33915.69	33.22	32.49	0.16	33883.19	41.4100
Diciembre	349.57	0.34	327.61	1.65	21.96	0.0200

-3

Tabla IV. Embalse de Navacerrada, biomasa (mg. m⁻³). BPN: Biomasa protozoos;

BCN: Biomasa ciliados; BNCN: Biomasa no ciliados.

MUESTREOS	GPN	GBN	GAN	GSN	GNN	GRN
Enero	90(29.50)	111(36.39)	22(7.21)	50(16.39)	32(10.49)	0(0.00)
Febrero	68(24.54)	174(62.81)	0(0.00)	0(0.00)	35(12.63)	0(0.00)
Marzo	198(38.89)	311(61.10)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Abril	108(45.56)	97(40.92)	0(0.00)	0(0.00)	32(13.50)	0(0.00)
Mayo	108(31.76)	208(61.17)	0(0.00)	0(0.00)	24(7.05)	0(0.00)
Junio	112(58.03)	49(25.38)	32(16.58)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	32(15.84)	116(57.42)	0(0.00)	0(0.00)	54(26.73)	0(0.00)
Agosto	0(0.00)	203(100.0)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Septiembre	470(59.04)	268(33.66)	33(4.14)	0(0.00)	25(3.14)	0(0.00)
Octubre	165(43.19)	152(39.79)	0(0.00)	28(7.32)	37(9.68)	0(0.00)
Noviembre	292(49.40)	210(35.53)	0(0.00)	89(15.05)	0(0.00)	0(0.00)
Diciembre	68(23.77)	218(76.22)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)

-1

Tabla V. Embalse de Navacerrada, abundancia (ind. ml⁻¹). GPN: Fotosintéticos; GBN: Bacterívoros; GAN: Algívoros; GSN: Saprótrofos; GNN: No selectivos; GRN: Raptores. (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	EGPN	EGBN	EGAN	EGSN	EGNN	EGRN
Enero	2(14.28)	8(57.14)	1(7.14)	1(7.14)	2(14.28)	0(0.00)
Febrero	1(9.09)	8(72.72)	0(0.00)	0(0.00)	2(18.18)	0(0.00)
Marzo	5(23.80)	16(76.19)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Abril	3(30.00)	6(60.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(10.00)	0(0.00)
Mayo	2(22.22)	5(55.55)	0(0.00)	0(0.00)	2(22.22)	0(0.00)
Junio	4(44.44)	4(44.44)	1(11.11)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	2(15.38)	7(53.84)	0(0.00)	0(0.00)	4(30.76)	0(0.00)
Agosto	0(0.00)	4(100.0)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Septiembre	8(32.00)	12(48.00)	3(12.00)	0(0.00)	2(8.00)	0(0.00)
Octubre	5(33.33)	6(40.00)	0(0.00)	2(13.33)	2(13.33)	0(0.00)
Noviembre	7(43.75)	8(50.00)	0(0.00)	1(6.25)	0(0.00)	0(0.00)
Diciembre	4(30.76)	9(69.23)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)

Tabla VI. Embalse de Navacerrada, número de especies. EGPN: Especies Fotosintéticas; EGBN: Especies Bacterívoras; EGAN: Especies Algívoras; EGSN: Especies Saprótrofas; EGNN: Especies No selectivas; EGRN: Especies Raptoras; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	GPBN	GBBN	GABN	GSBN	GNBN	GRBN
Enero	0.19(2.45E-4)	125.16(0.079)	20.04(0.44)	0.57(4.63)	1961.52(12.48)	0.00(0.00)
Febrero	0.14(1.81E-4)	71.44(0.045)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	2071.69(13.19)	0.00(0.00)
Marzo	11.43(0.014)	223.73(0.14)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Abril	74.78(0.096)	103.34(0.06)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	3120.00(19.86)	0.00(0.00)
Mayo	28.24(0.036)	209.93(0.13)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	999.64(6.36)	0.00(0.00)
Junio	50.88(0.065)	36.66(0.02)	29.16(0.65)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Julio	0.85(1.1E-3)	546.84(0.34)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	4381.91(27.89)	0.00(0.00)
Agosto	0.00(0.00)	61.70(0.03)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Septiembre	21982.40(28.45)	156155.39(98.80)	4436.40(98.90)	0.00(0.00)	44.30(0.28)	0.00(0.00)
Octubre	21261.37(27.51)	102.97(0.06)	0.00(0.00)	7.28(59.18)	3127.04(19.90)	0.00(0.00)
Noviembre	33829.42(43.78)	81.81(0.05)	0.00(0.00)	4.45(36.17)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Diciembre	21.96(0.028)	327.61(0.20)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)

-3

Tabla VII. Embalse de Navacerrada, biomasa (mg. m⁻³). GPBN: Biomasa Fotosintéticos; GBBN: Biomasa Bacterívoros; GABN: Biomasa Algívoros; GSBN: Biomasa Saprótrofos; GNBN: Biomasa No selectivos; GRBN: Biomasa Raptores; (): Valores expresados en %.

GRUPOS FUNCIONALES	PCN	PCN%	EPCN	EPCN%
Fotosintéticos	1711	39.59	43	26.87
Bacterívoros	2117	48.99	93	58.12
Algívoros	87	2.01	5	3.12
Saprótrofos	167	3.86	4	2.50
No selectivos	239	5.53	15	9.30
Raptores	0	0.00	0	0.00

Tabla VIII. Embalse de Navacerrada, valores anuales. PCN: Abundancia
 (ind. ml⁻¹); EPCN: Número de especies.

MUESTREOS	TRN	pHRN	POTRN	DBO5RN	O2RN
Enero	8	6.300	45.5	0.20	3.0
Febrero	9	6.245	45.9	0.20	3.3
Marzo	9	6.825	12.5	0.30	6.0
Abril	12	6.551	32.6	1.30	5.2
Mayo	16	6.700	17.4	1.80	4.1
Junio	20	7.371	-9.8	1.10	5.1
Julio	11	6.630	29.9	1.20	4.3
Agosto	21	8.150	-49.9	3.25	5.3
Septiembre	14	6.574	38.2	0.50	8.4
Octubre	13	7.075	7.1	3.60	5.8
Noviembre	2	6.855	21.7	0.70	8.2
Diciembre	7	6.822	24.5	0.80	7.2

Tabla IX. Río Navacerrada. TRN: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); pHRN: pH; POTRN: Potencial de óxido-reducción (mV); DBO RN: Demanda Biológica de Oxígeno (mg. l^{-1}); O RN: Oxígeno disuelto (mg. l^{-1}).

MUESTREOS	PRN	PRN%	CRN	CRN%	NCRN	NCRN%
Enero	188	9.50	138	11.69	50	6.26
Febrero	294	14.86	137	11.61	157	19.67
Marzo	97	4.90	59	5.00	38	4,76
Abril	81	4.09	65	5.50	16	2.00
Mayo	308	15.57	176	14.91	132	16.54
Junio	38	1.92	38	3.22	0	0.00
Julio	276	13.95	74	6,27	202	25.31
Agosto	317	16.02	317	26.86	0	0.00
Septiembre	126	6.37	32	2.71	94	11.77
Octubre	50	2.52	50	4.23	0	0.00
Noviembre	101	5.10	34	2.88	67	8.39
Diciembre	102	5.15	60	5.08	42	5.26

-1

Tabla X. Río Navacerrada, abundancia (ind. ml⁻¹). PRN: protozoos;
CRN: ciliados; NCRN: no ciliados.

MUESTREOS	EPRN	EPRN%	ECRN	ECRN%	ENCRN	ENCRN%
Enero	9	12.67	8	15.68	1	5.00
Febrero	13	18.30	8	15.68	5	25.00
Marzo	7	9.85	6	11.76	1	5.00
Abril	4	5.63	3	5.88	1	5.00
Mayo	8	11.26	4	7.84	4	20.00
Junio	2	2.81	2	3.92	0	0.00
Julio	5	7.04	2	3.92	3	15.00
Agosto	10	14.08	10	19.60	0	0.00
Septiembre	4	5.63	2	3.92	2	10.00
Octubre	1	1.40	1	1.96	0	0.00
Noviembre	4	5.63	2	3.92	2	10.00
Diciembre	4	5.63	3	5.88	1	5.00

Tabla XI. Río Navacerrada, número de especies. EPRN: Especies protozoos;

ECRN: Especies ciliados; ENCRN: Especies no ciliados.

MUESTREOS	BPRN	BPRN%	BCRN	BCRN%	BNCRN	BNCRN%
Enero	2670.29	3.04	2670.29	51.44	0.10	0.0001
Febrero	349.92	0.39	320.99	6.18	28.93	0.0300
Marzo	83280.40	95.04	1200.40	23.12	82080.00	99.5700
Abril	90.86	0.10	90.26	1.73	0.57	0.0006
Mayo	196.37	0.22	160.81	3.09	35.56	0.0400
Junio	107.58	0.12	107.58	2.07	0.00	0.0000
Julio	178.70	0.20	50.10	0.96	128.60	0.1500
Agosto	461.76	0.52	461.76	8.89	0.00	0.0000
Septiembre	63.65	0.07	12.96	0.24	50.69	0.0600
Octubre	2.24	0.002	2.24	0.04	0.00	0.0000
Noviembre	129.15	0.14	23.29	0.44	105.86	0.1200
Diciembre	89.64	0.10	89.49	1.72	0.15	0.0001

-3

Tabla XII. Río Navacerrada, biomasa (mg. m⁻³). BPRN: Biomasa protozoos; BCRN: Biomasa ciliados; BNCRN: Biomasa no ciliados.

MUESTREOS	GPRN	GBRN	GARN	GSRN	GNRN	GRRN
Enero	50(26.59)	98(52.12)	14(7.44)	0(0.00)	26(13.82)	0(0.00)
Febrero	94(31.97)	160(54.42)	15(5.10)	0(0.00)	25(8.50)	0(0.00)
Marzo	52(53.60)	25(25.77)	8(8.24)	0(0.00)	12(12.37)	0(0.00)
Abril	16(19.75)	53(65.43)	0(0.00)	0(0.00)	12(14.81)	0(0.00)
Mayo	100(32.46)	208(67.53)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Junio	0(0.00)	38(100.0)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	186(67.39)	74(26.81)	0(0.00)	0(0.00)	16(5.79)	0(0.00)
Agosto	0(0.00)	282(88.95)	0(0.00)	0(0.00)	35(11.04)	0(0.00)
Septiembre	8(6.34)	118(93.65)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Octubre	0(0.00)	50(100.0)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Noviembre	59(44.02)	75(55.97)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Diciembre	42(41.17)	48(47.05)	0(0.00)	0(0.00)	12(11.76)	0(0.00)

-1

Tabla XIII. Río Navacerrada, abundancia (ind. ml⁻¹). GPRN: Fotosintéticos; GBRN: Bacterívoros;

GARN: Algívoros; GSRN: Saprótrofos; GNRN: No selectivos; GRRN: Raptores; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	EGPRN	EGBRN	EGARN	EGSRN	EGNRN	EGRRN
Enero	1(11.11)	6(66.66)	1(11.11)	0(0.00)	1(11.11)	0(0.00)
Febrero	2(15.38)	8(61.53)	1(7.69)	0(0.00)	2(15.38)	0(0.00)
Marzo	2(28.57)	3(42.85)	1(14.28)	0(0.00)	1(14.28)	0(0.00)
Abril	1(7.14)	12(85.71)	0(0.00)	0(0.00)	1(7.14)	0(0.00)
Mayo	3(37.5)	5(62.5)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Junio	0(0.00)	2(100.0)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	2(40.00)	2(40.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(20.00)	0(0.00)
Agosto	0(0.00)	8(80.00)	0(0.00)	0(0.00)	2(20.00)	0(0.00)
Septiembre	1(25.00)	3(75.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Octubre	0(0.00)	1(100.0)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Noviembre	1(25.00)	3(75.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Diciembre	1(25.00)	2(50.00)	0(0.00)	0(0.00)	1(25.00)	0(0.00)

Tabla XIV. Río Navacerrada, número de especies. EGPRN: Especies Fotosintéticas; EGBRN: Especies Bacterívoras; EGARN: Especies Algívoras; EGSRN: Especies Saprótrofes; EGNRN: Especies No selectivas; EGRRN: Especies Raptoras; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	GPBRN	GBBRN	GABRN	GSBRN	GNBRN	GRBRN
Enero	0.10(1.21E-4)	122.42(13.12)	12.75(5.01)	0.00(0.00)	2535.00(60.89)	0.00(0.00)
Febrero	0.47(5.71E-4)	90.05(9.65)	234.00(92.11)	0.00(0.00)	25.40(0.61)	0.00(0.00)
Marzo	82087.89(99.77)	15.31(1.64)	7.29(2.86)	0.00(0.00)	1170.00(28.10)	0.00(0.00)
Abril	0.05(6.07E-5)	79.28(8.49)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	11.52(0.276)	0.00(0.00)
Mayo	58.57(0.071)	137.79(14.77)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Junio	0.00(0.00)	107.58(11.53)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Julio	0.60(7.29E-4)	50.09(5.37)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	128.00(3.07)	0.00(0.00)
Agosto	0.00(0.00)	189.75(20.34)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	272.01(6.53)	0.00(0.00)
Septiembre	49.55(0.06)	14.09(1.51)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Octubre	0.00(0.00)	2.24(0.24)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Noviembre	73.75(0.089)	55.40(5.93)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	0.00(0.00)
Diciembre	0.15(1.82E-4)	68.76(7.37)	0.00(0.00)	0.00(0.00)	20.73(0.49)	0.00(0.00)

-3

Tabla XV. Río Navacerrada, biomasa (mg. m⁻³). GPBRN: Biomasa Fotosintéticos; GBBRN: Biomasa Bacterívoros; GABRN: Biomasa Algívoros; GSBRN: Biomasa Saprótrofos; GNBRN: Biomasa No selectivos; GRBRN: Biomasa Raptores; (): Valores expresados en %.

GRUPOS FUNCIONALES	PCRN	PCRN%	EPCRN	EPCRN%
Fotosintéticos	607	30.18	14	17.28
Bacterívoros	1229	61.11	55	67.90
Algívoros	37	1.83	3	3.70
Saprótrofos	0	0.00	0	0.00
No selectivos	138	6.86	9	11.11
Raptores	0	0.00	0	0.00

Tabla XVI. Río Navacerrada, valores anuales. PCRN: Abundancia
 (ind. ml⁻¹); EPCRN: Número de especies.

GRUPOS FUNCIONALES	PCBN	PCBN%	PCBRN	PCBRN%
Fotosintéticos	77261.66	30.23	82271.13	93.89
Bacterívoros	158046.58	61.85	932.76	1.06
Algívoros	4485.60	1.75	254.04	0.28
Saprótrofos	12.30	4.8E-3	0.00	0.00
No selectivos	15706.10	6.14	4162.66	4.75
Raptors	0.00	0.00	0.00	0.00

-3

Tabla XVII. PCBN: Biomasa (mg. m^{-3}), valores anuales. Embalse de Navacerrada. PCBRN: Biomasa (mg. m^{-3}), valores anuales. Río Navacerrada.

MUESTREOS	TJ	pHJ	POTJ	DBO5J	O2J
Enero	5	6.16	59.8	3.00	1.10
Febrero	5	6.62	24.2	3.45	1.30
Marzo	9	6.14	50.5	3.20	5.50
Abril	16	6.70	25.5	1.70	4.05
Mayo	19	6.46	38.9	5.40	4.50
Junio	19	6.55	35.2	5.10	3.10
Julio	19	6.41	42.7	1.70	6.35
Agosto	23	6.49	42.2	2.35	3.80
Septiembre	20	6.30	55.4	1.10	7.90
Octubre	15	6.38	46.8	2.00	2.20
Noviembre	8	6.60	34.8	0.80	6.80
Diciembre	9	6.27	55.0	5.10	4.20

Tabla XVIII. Embalse de La Jarosa. TJ: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$);
 pHJ: pH; POTJ: Potencial de óxido-reducción (mV); DBO J:
 Demanda Biológica de Oxígeno (mg. l^{-1}); O J: Oxígeno⁵
⁻¹
 disuelto (mg. l^{-1}).

MUESTREOS	PJ	PJ%	CJ	CJ%	NCJ	NCJ%
Enero	583	10.57	196	8.09	387	12.52
Febrero	679	12.32	416	16.52	279	9.02
Marzo	378	6.85	202	8.34	176	5.69
Abril	240	4.35	146	6.03	94	3.04
Mayo	352	6.38	232	9.58	120	3.88
Junio	169	3.06	127	5.24	42	1.35
Julio	405	7.34	121	4.99	284	9.19
Agosto	539	9.78	309	12.76	230	7.44
Septiembre	953	17.29	172	7.10	781	25.27
Octubre	361	6.55	207	8.55	154	4.98
Noviembre	307	5.57	194	8.01	113	3.65
Diciembre	545	9.88	115	4.75	430	13.91

-1

Tabla XIX. Embalse de La Jarosa, abundancia (ind. ml⁻¹). PJ: protozoos; CJ: ciliados; NCJ: no ciliados.

MUESTREOS	EPJ	EPJ%	ECJ	ECJ%	ENCJ	ENCJ%
Enero	27	13.23	18	13.95	9	12.00
Febrero	36	17.64	26	20.15	10	13.33
Marzo	13	0.15	10	7.75	3	4.00
Abril	13	0.15	10	7.75	3	4.00
Mayo	9	4.41	6	4.65	3	4.00
Junio	9	4.41	5	3.87	4	5.33
Julio	9	4.41	5	3.87	4	5.33
Agosto	18	8.82	12	9.30	6	8.00
Septiembre	22	10.78	9	6.97	13	17.33
Octubre	16	7.84	9	6.97	7	9.33
Noviembre	15	7.35	12	9.30	3	4.00
Diciembre	17	8.33	7	5.42	10	13.33

Tabla XX. Embalse de La Jarosa, número de especies. EPJ: Especies protozoos; ECJ: Especies ciliados; ENCJ: Especies no ciliados.

MUESTREOS	BPJ	BPJ%	BCJ	BCJ%	BNCJ	BNCJ%
Enero	2380.03	0.71	2187.65	8.02	192.38	0.06
Febrero	2714.20	0.81	1449.14	5.31	1265.06	0.41
Marzo	9959.28	2.99	9942.71	36.47	16.57	5.42
Abril	4425.22	1.32	4414.83	16.19	10.39	0.003
Mayo	181.81	0.05	175.92	0.64	5.89	0.001
Junio	110.54	0.03	73.64	0.27	36.90	0.01
Julio	156.43	0.04	146.54	0.53	9.89	0.003
Agosto	3307.59	0.99	3282.60	12.04	24.99	0.008
Septiembre	2915.64	0.87	2731.01	10.01	184.63	0.06
Octubre	427.49	12.12	192.33	0.70	235.08	0.07
Noviembre	305393.90	91.75	2265.95	8.31	303127.90	99.20
Diciembre	855.32	0.25	399.77	1.46	455.55	0.14

-3

Tabla XXI. Embalse de La Jarosa, biomasa (mg. m⁻³). BPJ: Biomasa protozoos; BCJ: Biomasa ciliados; BNCJ: Biomasa no ciliados.

MUESTREOS	GPJ	GBJ	GAJ	GSJ	GNJ	GRJ
Enero	340(58.31)	158(27.12)	51(8.74)	0(0.00)	34(5.83)	0(0.00)
Febrero	216(31.81)	308(45.36)	30(4.41)	17(2.50)	108(15.90)	0(0.00)
Marzo	44(11.64)	288(76.19)	0(0.00)	0(0.00)	46(12.16)	0(0.00)
Abril	46(19.16)	85(35.41)	29(12.08)	48(20.00)	32(13.33)	0(0.00)
Mayo	184(52.27)	168(42.72)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Junio	42(24.85)	119(70.41)	8(4.73)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	178(43.95)	227(56.04)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Agosto	118(21.89)	350(64.93)	15(2.78)	0(0.00)	56(10.38)	0(0.00)
Septiembre	545(57.18)	362(37.98)	0(0.00)	28(2.93)	18(0.52)	0(0.00)
Octubre	18(4.98)	264(73.13)	0(0.00)	35(9.69)	29(8.03)	15(4.15)
Noviembre	162(52.76)	117(38.11)	2(1.53)	0(0.00)	26(8.46)	0(0.00)
Diciembre	208(38.16)	276(50.64)	38(6.95)	23(4.22)	0(0.00)	0(0.00)

Tabla XXII. Embalse de La Jarosa, abundancia (ind. ml⁻¹). GPJ: Fotosintéticos; GBJ: Bacterívoros; GAJ: Algívoros; GSJ: Saprófitos; GNJ: No selectivos; GRJ: Raptores; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	EGPJ	EGBJ	EGAJ	EGSJ	EGNJ	EGRJ
Enero	8(29.62)	11(40.74)	5(18.51)	0(0.00)	3(11.11)	0(0.00)
Febrero	7(19.44)	18(50.00)	3(8.33)	1(2.77)	7(19.44)	0(0.00)
Marzo	2(15.38)	9(69.23)	0(0.00)	0(0.00)	2(15.38)	0(0.00)
Abril	2(15.38)	5(38.46)	2(15.38)	1(7.69)	3(23.07)	0(0.00)
Mayo	3(33.33)	6(66.66)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Junio	3(33.33)	5(55.55)	1(11.11)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	3(33.33)	6(66.66)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Agosto	3(16.66)	12(66.66)	1(5.55)	0(0.00)	2(11.11)	0(0.00)
Septiembre	7(31.81)	13(59.09)	0(0.00)	1(4.54)	1(4.54)	0(0.00)
Octubre	2(12.50)	10(62.50)	0(0.00)	1(6.25)	2(12.50)	1(6.25)
Noviembre	3(20.00)	9(60.00)	1(6.33)	0(0.00)	2(13.33)	0(0.00)
Diciembre	4(23.52)	10(58.82)	2(11.76)	1(5.88)	0(0.00)	0(0.00)

Tabla XXIII. Embalse de La Jarosa, número de especies. EGPJ: Fotosintéticas; EGBJ: Bacterívoras; EGAJ: Algívoras; EGSJ: Saprótrofas; EGNJ: No selectivas; EGRJ: Raptoras; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	GPBJ	GBBJ	GABJ	GSBJ	GNBJ	GRBJ
Enero	148.39(0.04)	55.68(1.30)	2142.28(84.00)	0(0.00)	33.66(0.15)	0(0.00)
Febrero	206.53(0.06)	209.46(4.91)	23.80(0.93)	1.66(7.65)	2271.68(10.42)	0(0.00)
Marzo	18.76(0.006)	58.51(1.37)	0(0.00)	0(0.00)	9882.00(45.35)	0(0.00)
Abril	9.85(0.003)	42.30(0.99)	27.16(1.06)	0.54(2.48)	4345.35(19.94)	0(0.00)
Mayo	61.82(0.020)	119.97(2.81)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Junio	36.90(0.012)	65.85(1.54)	7.78(0.30)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Julio	10.66(0.003)	145.76(3.41)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Agosto	9.67(0.003)	325.86(7.64)	0.75(0.02)	0(0.00)	2971.29(13.63)	0(0.00)
Septiembre	4.52(0.001)	723.81(16.97)	0(0.00)	0.31(1.42)	2187.00(10.03)	0(0.00)
Octubre	67.09(0.022)	259.21(6.07)	0(0.00)	18.92(87.22)	8.07(0.03)	74.10(100)
Noviembre	303156.7(99.68)	2145.82(50.31)	0.56(0.02)	0(0.00)	90.80(0.41)	0(0.00)
Diciembre	390.37(0.128)	116.98(2.74)	347.70(13.63)	0.26(1.19)	0(0.00)	0(0.00)

-3

Tabla XXIV. Embalse de La Jarosa, biomasa (mg. m⁻³). GPBJ: Fotosintéticos; GBBJ: Bacterívoros; GABJ:

Algívoros; GSBJ: Saprótrofos; GNBJ: No selectivos; GRBJ: Raptores; (): Valores expresados en %.

GRUPOS

FUNCIONALES	PCJ	PCJ%	EPCJ	EPCJ%
Fotosintéticos	2101	38.12	47	23.03
Bacterívoros	2722	49.39	114	55.88
Algívoros	173	3.13	15	7.35
Saprótrofos	151	2.73	5	2.45
No selectivos	349	6.33	22	10.78
Raptores	15	0.27	1	0.49

Tabla XXV. Embalse de la Jarosa, valores anuales. PCJ:
 -1
 Abundancia (ind. ml⁻¹); EPCJ: Número de especies.

MUESTREOS	TG	pHG	POTG	DBO5G	O2G
Enero	9	7.06	11.1	4.0	4.60
Febrero	9	6.99	3.5	4.7	4.80
Marzo	11	6.49	31.2	2.5	2.50
Abril	15	6.84	17.1	2.0	4.55
Mayo	17	6.87	15.2	5.1	2.70
Junio	14	6.96	12.2	3.4	4.00
Julio	12	8.35	22.6	0.7	4.60
Agosto	20	6.79	25.3	3.0	2.05
Septiembre	19	8.97	-97.4	0.6	9.10
Octubre	13	6.97	12.6	5.4	1.20
Noviembre	4	6.92	17.8	3.3	7.60
Diciembre	3	7.05	12.3	0.9	6.80

Tabla XXVI. Río Guadarrama. TG: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); pHG: pH;
 POTG: Potencial de óxido-reducción (mV); DBO G: Demanda
 Biológica de Oxígeno (mg. l^{-1}); O G: Oxígeno disuelto
 (mg. l^{-1}).

MUESTREOS	PG	PG%	CG	CG%	NCG	NCG%
Enero	274	4.19	105	3.83	169	4.47
Febrero	328	5.01	230	8.39	98	2.59
Marzo	380	5.81	279	10.18	101	2.67
Abril	252	3.85	168	6.13	84	2.22
Mayo	473	7.23	192	7.00	281	7.43
Junio	213	3.25	143	5.21	70	1.85
Julio	474	7.24	216	7.88	258	6.83
Agosto	266	4.06	138	5.03	128	3.38
Septiembre	752	11.50	272	9.92	480	12.70
Octubre	1323	20.23	230	8.39	1093	28.93
Noviembre	916	14.00	324	11.82	592	15.67
Diciembre	866	13.24	443	16.16	423	11.19

-1

Tabla XXVII. Río Guadarrama, abundancia (ind. ml). PG: protozoos; CG: ciliados;

NCG: no ciliados.

MUESTREOS	EPG	EPG%	ECG	ECG%	ENCG	ENCG%
Enero	16	8.74	10	8.69	6	8.82
Febrero	18	9.83	13	11.30	5	7.35
Marzo	17	9.28	12	10.43	5	7.35
Abril	16	8.74	13	11.30	3	4.41
Mayo	13	7.10	10	8.69	3	4.41
Junio	10	5.46	8	6.95	2	2.94
Julio	9	4.91	5	4.34	4	5.88
Agosto	5	2.73	2	1.73	3	4.41
Septiembre	13	7.10	8	6.95	5	7.35
Octubre	23	12.56	11	9.56	12	17.64
Noviembre	21	11.47	8	6.95	13	19.11
Diciembre	22	12.02	15	13.04	7	10.29

Tabla XXVIII. Río Guadarrama, número de especies. EPG: Especies protozoos; ECG: Especies ciliados; ENCG: Especies no ciliados.

MUESTREOS	BPG	BPG%	BCG	BCG%	BNCG	BNCG%
Enero	134.82	0.37	67.07	0.63	67.75	0.28
Febrero	2402.74	6.62	2297.48	21.67	105.26	0.43
Marzo	2156.78	5.94	2132.69	20.11	24.09	0.09
Abril	2166.50	5.97	1974.62	18.62	191.88	0.79
Mayo	1244.67	3.43	1242.58	11.72	2.09	0.008
Junio	193.70	0.53	185.28	1.74	8.42	0.03
Julio	1705.94	4.70	167.06	1.57	35.34	0.14
Agosto	32.60	0.08	16.10	0.15	16.50	0.06
Septiembre	19210.83	52.95	231.30	2.18	18979.52	78.51
Octubre	2951.06	8.13	1237.60	11.67	1713.26	7.08
Noviembre	3101.05	8.54	269.06	2.53	2831.99	11.71
Diciembre	977.36	2.69	780.14	7.35	197.21	0.81

-3

Tabla XXIX. Río Guadarrama, biomasa (mg. m⁻³). BPG: Biomasa protozoos; BCG: Biomasa ciliados;

BNCG: Biomasa no ciliados.

MUESTREOS	GPG	GBG	GAG	GSG	GNG	GRG
Enero	28(10.21)	155(56.56)	6(2.18)	72(26.27)	13(4.74)	0(0.00)
Febrero	52(15.85)	192(58.53)	0(0.00)	46(14.02)	38(11.58)	0(0.00)
Marzo	61(16.05)	218(57.36)	0(0.00)	74(19.47)	27(7.10)	0(0.00)
Abril	31(12.30)	186(73.80)	6(2.38)	0(0.00)	29(11.50)	0(0.00)
Mayo	171(36.15)	267(56.44)	24(5.07)	0(0.00)	11(2.32)	0(0.00)
Junio	70(32.86)	129(60.56)	6(2.81)	0(0.00)	8(3.75)	0(0.00)
Julio	54(11.39)	394(83.12)	0(0.00)	26(5.84)	0(0.00)	0(0.00)
Agosto	110(41.35)	156(58.64)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Septiembre	394(52.39)	272(36.17)	86(11.43)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Octubre	700(52.19)	314(23.73)	58(4.38)	215(16.25)	22(1.60)	14(1.05)
Noviembre	368(40.17)	425(46.39)	44(4.80)	0(0.00)	64(6.98)	15(1.63)
Diciembre	187(21.59)	636(73.44)	20(2.30)	0(0.00)	23(2.65)	0(0.00)

-1

Tabla XXX. Río Guadarrama, abundancia (ind. ml⁻¹). GPG: Fotosintéticos; GBG: Bacterívoros; GAG: Algívoros; GSG: Saprótrofos; GNG: No selectivos; GRG: Raptores; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	EGPG	EGBG	EGAG	EGSG	EGNG	EGRG
Enero	1(6.25)	11(68.75)	1(6.25)	1(6.25)	2(12.50)	0(0.00)
Febrero	4(22.22)	11(61.11)	0(0.00)	1(5.55)	2(11.11)	0(0.00)
Marzo	3(17.64)	10(58.82)	0(0.00)	2(11.76)	2(11.76)	0(0.00)
Abril	2(12.50)	10(62.50)	1(6.25)	0(0.00)	3(18.75)	0(0.00)
Mayo	2(15.38)	9(69.23)	1(7.69)	0(0.00)	1(7.69)	0(0.00)
Junio	2(20.00)	6(60.00)	1(10.00)	0(0.00)	1(10.00)	0(0.00)
Julio	1(11.11)	7(77.77)	0(0.00)	1(11.11)	0(0.00)	0(0.00)
Agosto	2(40.00)	3(60.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Septiembre	4(30.76)	8(61.53)	1(7.69)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Octubre	6(26.08)	11(47.82)	1(4.34)	2(8.69)	2(8.69)	1(4.34)
Noviembre	5(21.73)	11(47.82)	2(8.69)	0(0.00)	4(17.39)	1(4.34)
Diciembre	4(18.18)	16(72.72)	1(4.54)	0(0.00)	1(4.54)	0(0.00)

Tabla XXXI. Río Guadarrama, número de especies. EGPG: Fotosintéticas; EGBG: Bacterívoras; EGAG: Algívoras; EGSG: Saprótrofas; EGNG: No selectivas; EGRG: Raptoras; (): Valores expresados en %.

MUESTREOS	GPBG	GBBG	GABG	GSBG	GNBG	GRBG
Enero	0.16(0.015)	65.24(0.96)	5.83(0.03)	0.81(1.15)	62.76(0.75)	0(0.00)
Febrero	110.89(10.470)	143.45(2.12)	0(0.00)	0.51(0.72)	2147.88(26.00)	0(0.00)
Marzo	24.65(2.320)	150.50(2.22)	0(0.00)	18.62(26.55)	1963.00(23.76)	0(0.00)
Abril	191.18(18.050)	88.78(1.31)	5.83(0.03)	0(0.00)	1880.70(22.77)	0(0.00)
Mayo	1.68(0.150)	148.61(2.19)	21.87(0.11)	0(0.00)	1072.50(12.98)	0(0.00)
Junio	8.42(0.790)	165.38(2.44)	5.67(0.02)	0(0.00)	14.22(0.17)	0(0.00)
Julio	0.19(0.010)	1680.26(24.86)	0(0.00)	25.48(36.33)	0(0.00)	0(0.00)
Agosto	10.43(0.980)	22.17(0.32)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Septiembre	16.52(1.550)	231.30(3.42)	18963.00(98.43)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
Octubre	296.84(28.020)	614.37(9.09)	181.25(0.94)	24.70(35.22)	1064.54(12.88)	69.16(48.27)
Noviembre	232.67(21.970)	2682.46(39.69)	62.23(0.32)	0(0.00)	50.21(0.60)	74.10(51.72)
Diciembre	165.40(15.610)	764.84(11.31)	18.22(0.09)	0(0.00)	3.08(0.03)	0(0.00)

-3

Tabla XXXII. Río Guadarrama, biomasa (mg. m⁻³). GPBG: Fotosintéticos; GBBG: Bacterívoros; GABG: Algívoros; GSBG: Saprótrofos; GNBG: No selectivos; GRBG: Raptores; (): Valores expresados en %.

GRUPOS

FUNCIONALES	PCG	PCG%	EPCG	EPCG%
Fotosintéticos	2226	34.15	36	19.45
Bacterívoros	3344	51.31	113	61.08
Algívoros	250	3.83	9	4.86
Saprótrofos	433	6.64	7	3.78
No selectivos	235	3.60	18	9.72
Raptores	29	0.44	2	1.08

Tabla XXXIII. Río Guadarrama, valores anuales. PCG:

Abundancia (ind. ml⁻¹); EPCG: Número de especies.

GRUPOS FUNCIONALES	PCBJ	PCBJ%	PCBG	PCBG%
Fotosintéticos	304121.27	91.37	1059.03	2.97
Bacterívoros	4269.21	1.28	6757.36	19.00
Algívoros	2550.03	0.76	19263.90	54.18
Saprótrofos	21.69	0.006	70.12	0.19
No selectivos	21789.85	6.54	8258.89	23.23
Raptores	74.10	0.02	143.26	0.40

-3

Tabla XXXIV. PCBJ: Biomasa (mg. m⁻³), valores anuales. Embalse de La Jarosa.

-3

PCBG: Biomasa (mg. m⁻³), valores anuales. Río Guadarrama

APENDICE II

EMBALSE DE NAVACERRADA

ENERO

	Grupo Funcional
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Chlamydomonas moewusii</i>	P
<i>Dileptus anguillula</i>	N
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Monochrysis vesiculifera</i>	P
<i>Rhabdomonas costata</i>	S
<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Vorticella gracilis</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

FEBRERO

<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Monochrysis vesiculifera</i>	P
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Vorticella striata</i>	B

MARZO

<i>Actinosphaerium arachnoideum</i>	B
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Cinetochilum margaritaceum StII</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Chilodonella uncinata</i>	B
<i>Epispathidium terricola</i>	B

<i>Euglena spirogyra</i>	P
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Nephroselmis olivacea</i>	P
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Prymnesium parvum</i>	P
<i>Pseudocohnilembus ovalis</i>	B
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Trachelomonas volvocina</i>	P
<i>Vorticella convallaria</i>	B

ABRIL

<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Cryptomonas ovata</i>	P

<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Prymnesium parvum</i>	P
<i>Spirostomum teres</i>	B

MAYO

<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Nephroselmis olivacea</i>	P
<i>Notoselenus apocamptus</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Vorticella gracilis</i>	B

JUNIO

<i>Amphichrysis compressa</i>	P
<i>Cryptomonas ovata</i>	P
<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Prorodon viridis</i>	B
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Trachelomonas grandis</i>	P

JULIO

<i>Actinosphaerium arachnoideum</i>	B
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Cryptomonas ovata</i>	P
<i>Cyclidium citrullus</i>	B
<i>Dileptus visscheri</i>	N
<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Halteria cirrifera</i>	B

<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Polychaos dubium</i>	N
<i>Spirostomum ambiguum</i>	B
<i>Stentor coeruleus</i>	N
<i>Strongylidium wilberti</i>	N

AGOSTO

<i>Cyclidium citrullus</i>	B
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B

SEPTIEMBRE

<i>Amoeba proteus</i>	A
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Colpidium campylum</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Chilodonella uncinata</i>	B
<i>Eudorina elegans</i>	P

<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Euglena spirogyra</i>	P
<i>Euplotes patella</i>	A
<i>Frontonia leucas</i>	B
<i>Gonium pectorale</i>	P
<i>Holosticha sylvatica</i>	B
<i>Mesostigma viride</i>	P
<i>Metachaos discoides</i>	A
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Prorodon lemani</i>	B
<i>Prymnesium parvum</i>	P
<i>Strongylidium wilberti</i>	N
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Urostyla grandis</i>	B
<i>Volvox tertius</i>	P
<i>Vorticella striata</i>	B

OCTUBRE

<i>Arcella conica</i>	B
<i>Astasia klebsii</i>	S
<i>Colpoda cucullus</i>	B
<i>Chilodonella cucullus</i>	B
<i>Chilomonas sp.</i>	S
<i>Dileptus anser</i>	N
<i>Euglena spirogyra</i>	P
<i>Gonium pectorale</i>	P
<i>Mallomonas caudata</i>	P
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Synura petersenii</i>	P
<i>Volvox tertius</i>	P
<i>Vorticella gracilis</i>	B

NOVIEMBRE

<i>Colpoda cucullulus</i>	B
<i>Chlamydomonas moewusii</i>	P
<i>Chilomonas sp.</i>	S

<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Euglena viridis</i>	P
<i>Euglypha crenulata</i>	B
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Halteria cirrifer</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Microthorax pusillus</i>	B
<i>Petalomonas tricarinata</i>	B
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Synura peterseni</i>	P
<i>Urostyla grandis</i>	B
<i>Volvox tertius</i>	P

DICIEMBRE

<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Mesostigma viride</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Phacus triqueter</i>	P

<i>Prorodon lemani</i>	B
<i>Rhagadostoma sp.</i>	B
<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Synura petersenii</i>	P
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Vorticella campanula</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

RIO NAVACERRADA**ENERO**

	Grupo Funcional
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Monochrysis vesiculifera</i>	P
<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Vorticella gracilis</i>	B

FEBRERO

<i>Actinophrys sol</i>	N
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Chrysococcus rufescens</i>	P
<i>Dileptus visscheri</i>	N

<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Lembadion magnum</i>	A
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Prymnesium parvum</i>	P
<i>Pseudochlamys arcelloides</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

MARZO

<i>Cyclidium citrullus</i>	B
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Gloeococcus schroeteri</i>	P
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Paramecium bursaria</i>	P

ABRIL

<i>Cryptomonas ovata</i>	P
--------------------------	---

<i>Dileptus anguillula</i>	N
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	B

MAYO

<i>Gonyostomum semen</i>	P
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Peranema trichophorum</i>	B
<i>Phacus triqueter</i>	P
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Vorticella gracilis</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

JUNIO

<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Vorticella convallaria</i>	B

JULIO

<i>Chrysopsis yserensis</i>	P
-----------------------------	---

<i>Chaos illinoisense</i>	N
<i>Chlamydomonas moewusii</i>	P
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Pseudocohnilembus ovalis</i>	B

AGOSTO

<i>Colpidium campylum</i>	B
<i>Colpoda cucullus</i>	B
<i>Colpoda maupasi</i>	B
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Glaucoma chattoni</i>	B
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Lacrymaria olor</i>	N
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Stylonychia mytilus</i>	N

SEPTIEMBRE

<i>Colpidium campylum</i>	B
<i>Eudorina elegans</i>	P

Polytoma uvella B

Prorodon viridis B

OCTUBRE

Cinetochilum margaritaceum StII B

NOVIEMBRE

Arcella gibbosa B

Colpidium colpoda B

Paramecium caudatum B

Pyrobotrys gracilis P

DICIEMBRE

Cryptomonas ovata P

Paramecium caudatum B

Stylonychia mytilus N

Vorticella striata B

EMBALSE DE LA JAROSA

ENERO

	Grupo Funcional
<i>Amoeba proteus</i>	A
<i>Amphichrysis vesiculifera</i>	P
<i>Bursaria truncatella</i>	A
<i>Chilodonella uncinata</i>	B
<i>Dileptus visscheri</i>	N
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Euglena spirogyra</i>	P
<i>Euplotes elegans</i>	A
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Heteronema acus</i>	B
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Holophrya matritensis</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A

<i>Monochrysis vesiculifera</i>	P
<i>Oxytricha longa</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Paruroleptus muscorum</i>	N
<i>Peridinium sp.</i>	P
<i>Prymnesium parvum</i>	P
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Vorticella striata</i>	B
<i>Zosterodasys agamaliievi</i>	A

FEBRERO

<i>Actinophrys sol</i>	N
<i>Crytomonas ovata</i>	P
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Cyclidium glaucoma</i>	B
<i>Chilodonella uncinata</i>	B
<i>Dileptus anguillula</i>	N
<i>Distigma proteus</i>	S

<i>Echinospaerium nucleofilum</i>	N
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Euplotes elegans</i>	A
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Gonium pectorale</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Mesostigma viride</i>	P
<i>Oxytricha longa</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Paruroleptus muscorum</i>	N
<i>Polytoma uvella</i>	B

<i>Pyrobotrys gracilis</i>	P
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Strombilidium gyrans</i>	A
<i>Strongylidium wilberti</i>	N
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Synura pertersenii</i>	P
<i>Vorticella convallaria</i>	B
<i>Vorticella gracilis</i>	B

MARZO

<i>Cinetochilum margariataceum Stl</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Cyclidium glaucoma</i>	B
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Heteronema acus</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B

<i>Stentor coeruleus</i>	N
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Vorticella striata</i>	B

ABRIL

<i>Cinetochilum margaritaceum Stl</i>	B
<i>Chlorosaccus fluidus</i>	P
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paruroleptus muscorum</i>	N
<i>Sphenomonas laevis</i>	S
<i>Stentor coeruleus</i>	N
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Urotricha armata</i>	B
<i>Zosterodasys agamalievi</i>	A

MAYO

<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Cryptomonas ovata</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Merotricha bacillata</i>	P
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Urotricha armata</i>	B
<i>Vorticella convallaria</i>	B

JUNIO

<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Gonium pectorale</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Monochrysis vesiculifera</i>	P
<i>Nephroselmis olivacea</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Spirostomum teres</i>	B

Strombilidium gyrans A

JULIO

Amphichrysis compressa P

Arcella arenaria B

Coleps hirtus B

Cryptomonas ovata P

Halteria cirrifera B

Notoselenus apocamptus B

Prorodon viridis B

Paramecium hursararia P

Spirostomum teres B

AGOSTO

Amphichrysis compressa P

Coleps hirtus B

Chilodonella uncinata B

Diffugia pyriformis B

Epistylis plicatilis B

Euplotes affinis A

<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Holosticha sigmoidea</i>	B
<i>Histriculus muscorum</i>	B
<i>Nephroselmis olivacea</i>	P
<i>Oxytricha setigera</i>	B
<i>Peranema trichophorum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Vorticella convallaria</i>	B

SEPTIEMBRE

<i>Arcella hemisphaerica</i>	B
<i>Arcella gibbosa</i>	B
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Chrysopsis yserensis</i>	P
<i>Chrysidadis peritaphrena</i>	P

<i>Derepysis dispar</i>	B
<i>Dysmorphococcus variabilis</i>	P
<i>Euchelyodon vermiformis</i>	B
<i>Euglypha crenulata</i>	B
<i>Frontonia leucas</i>	B
<i>Micromonas squamata</i>	P
<i>Monomastix minuta</i>	P
<i>Phacotus lenticularis</i>	P
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Prymnesium parvum</i>	P
<i>Pseudomicrothorax dubium</i>	B
<i>Sphenomonas laevis</i>	S
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Urostyla grandis</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

OCTUBRE

<i>Acanthocystis longiseta</i>	N
<i>Arcella conica</i>	B

<i>Arcella gibbosa</i>	B
<i>Astasia klebsii</i>	S
<i>Colpoda steinii</i>	B
<i>Didinium nasutum</i>	R
<i>Dileptus visscheri</i>	N
<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Phacus triqueter</i>	P
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Prorodon lemani</i>	B
<i>Urocentrum turbo</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

NOVIEMBRE

<i>Arcella arenaria</i>	B
<i>Colpoda steinii</i>	B
<i>Dileptus anser</i>	N
<i>Euglena viridis</i>	P

<i>Euplotes patella</i>	A
<i>Frontonia leucas</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Stylonychia mytilus</i>	N
<i>Stylonychia putrina</i>	B
<i>Urostyla grandis</i>	B
<i>Volvox tertius</i>	P
<i>Vorticella striata</i>	B

DICIEMBRE

<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Euglypha crenulata</i>	B
<i>Euglypha denticulata</i>	B
<i>Euplotes patella</i>	A
<i>Holophrya matritensis</i>	B
<i>Lembadion magnum</i>	A
<i>Oxytricha similis</i>	B

<i>Paramecium calkinsi</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Peridinium sp.</i>	P
<i>Phacus triqueter</i>	P
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Proterospongia choanojuncta</i>	B
<i>Rhabdomonas costata</i>	S
<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Synura petersenii</i>	P
<i>Trinema penardi</i>	B

RIO GUADARRAMA

ENERO

	Grupo Funcional
<i>Amoeba nitida</i>	N
<i>Aspidisca cicada</i>	B
<i>Cinetochilum margaritaceum Stl</i>	B
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Chlamydomonas reinhardi</i>	P
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Petalomonas tricarinata</i>	B
<i>Polychaos dubium</i>	N
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Sphenomonas laevis</i>	S

Strombilidium gyrans A

FEBRERO

Astramoeba radiosa N

Colpidium colpoda B

Chilodonella uncinata B

Dileptus monilatus N

Euglena gracilis P

Gastrostyla steinii B

Glaucoma scintillans B

Gonium pectorale P

Halteria cirrifera B

Histiculus muscorum B

Keronopsis gracilis B

Paramecium bursaria P

Paramecium caudatum B

Perisincirra gellerti B

Prorodon lemani B

Sphenomonas laevis S

Synura petersenii P

Vorticella gracilis B

MARZO

Aspidisca cicada B

Coleps arenicolus B

Colpidium colpoda B

Distigma proteus S

Epispathidium terricola B

Euglena spirogyra P

Glaucoma scintillans B

Keronopsis gracilis B

Litonotus lamella B

Menoidium bibacillatum S

Paramecium bursaria P

Paramecium caudatum B

Pleuronema simplex B

Spirostomun teres B

Stentor roeseli N

Stylonychia mytilus N

Vacuolaria virescens P

ABRIL

<i>Coleps arenicolus</i>	B
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Dileptus visscheri</i>	N
<i>Eudorina elegans</i>	P
<i>Gastrostyla steinii</i>	B
<i>Gonium pectorale</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Histiculus muscorum</i>	B
<i>Keronopsis gracilis</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Stentor roeseli</i>	N
<i>Strombilidium gyrans</i>	A
<i>Vorticella gracilis</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

MAYO

<i>Cryptomonas ovata</i>	P
--------------------------	---

<i>Cyclidium glaucoma</i>	B
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Epistylis variabilis</i>	B
<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Keronopsis gracilis</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Stylonychia putrina</i>	B

JUNIO

<i>Colpidium campylum</i>	B
<i>Cryptomonas ovata</i>	P
<i>Frontonia acuminata</i>	B
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Prorodon lemani</i>	B

<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Strongylidium wilberti</i>	N
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Zosterodasys agamalievi</i>	A

JULIO

<i>Distigma proteus</i>	S
<i>Colpidium colpoda</i>	B
<i>Cryptomonas ovata</i>	P
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Frontonia leucas</i>	B
<i>Glaucoma scintillans</i>	B
<i>Peranema trichophorum</i>	B
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Vorticella striata</i>	B

AGOSTO

<i>Arcella arenaria</i>	B
<i>Cryptomonas ovata</i>	P
<i>Cyclidium glaucoma</i>	B

Vacuolaria virescens P

Vorticella striata B

SEPTIEMBRE

Epistylis astaci B

Cinetochilum margaritaceum StII B

Cryptomonas ovata P

Ctedectoma wilberti B

Chlorogonium elongatum P

Metachaos discoides A

Nephroselmis olivacea P

Prorodon hispanicus B

Prorodon viridis B

Trachelomonas grandis P

Urostyla grandis B

Vorticella campanula B

Vorticella striata B

OCTUBRE

Amoeba proteus A

<i>Amphichrysis compressa</i>	P
<i>Arcella arenaria</i>	B
<i>Arcella gibbosa</i>	B
<i>Blepharisma undulans</i>	B
<i>Chilomonas sp.</i>	S
<i>Chlamydomonas reinhardi</i>	P
<i>Didinium nasutum</i>	R
<i>Dileptus anser</i>	N
<i>Dileptus monilatus</i>	N
<i>Distigma proteus</i>	S
<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Euglena spirogyra</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Metopus sp.</i>	B
<i>Oxytricha similis</i>	B
<i>Paramecium bursaria</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Peridinium sp.</i>	P
<i>Trichamoeba myakka</i>	B

<i>Vorticella striata</i>	B
<i>Zoothamnium arbuscula</i>	B

NOVIEMBRE

<i>Acanthocystis longiseta</i>	N
<i>Actinophrys sol</i>	N
<i>Actinosphaerium arachnoideum</i>	B
<i>Amoeba proteus</i>	A
<i>Arcella arenaria</i>	B
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Colpoda cucullus</i>	B
<i>Didinium nasutum</i>	R
<i>Dileptus visscheri</i>	N
<i>Euglena viridis</i>	P
<i>Halteria cirrifera</i>	B
<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Mesostigma viride</i>	P
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Peridinium sp.</i>	P

<i>Petalomonas tricarinata</i>	B
<i>Phacus triqueter</i>	P
<i>Polytoma uvella</i>	B
<i>Sphaeroeca volvox</i>	B
<i>Strylonychia mytilus</i>	N
<i>Trachelomonas grandis</i>	P
<i>Vorticella striata</i>	B

DICIEMBRE

<i>Acanthocystis longiseta</i>	N
<i>Cinetochilum margaritaceum StII</i>	B
<i>Coleps hirtus</i>	B
<i>Colpidium campylum</i>	B
<i>Cyclidium citrullus</i>	B
<i>Chilodonella uncinata</i>	B
<i>Epispathidium terricola</i>	B
<i>Euglena gracilis</i>	P
<i>Euglena spirogyra</i>	P
<i>Frontonia leucas</i>	B
<i>Gonium pectorale</i>	P

<i>Halteria grandinella</i>	B
<i>Lembadion lucens</i>	A
<i>Litonotus lamella</i>	B
<i>Metopus sp.</i>	B
<i>Notoselenus apocamptus</i>	B
<i>Paramecium caudatum</i>	B
<i>Peridinium sp.</i>	P
<i>Petalomonas tricarinata</i>	B
<i>Prorodon lemani</i>	B
<i>Spirostomum teres</i>	B
<i>Urocentrum turbo</i>	B

Grupo Funcional:

- . P: Fotosintéticos
- . B: Bacterívoros-detritívoros
- . A: Algívoros
- . S: Saprótrofos
- . N: No selectivos
- . R: Predadores (Raptores)