

LOS CILIADOS COMO ORGANISMOS SAPROBIOS DE LAS AGUAS

M^a. P. GRACIA & J. IGUAL

Gracia, M^a P. & Igual, J., 1987. Los ciliados como organismos saprobios de las aguas. *Misc. Zool.*, 11: 1-11.

The Ciliata as saprobic organisme of the water. - The ciliate protozoa of four stations of the Llobregat river have been determined and the water of these stations chemically analyzed, so to establish its biological quality. In the sampling stations the analyzed water can be included within the α -mesosaprobic level, with a tendency towards the polisaprobic level in the lower course corresponding to heavy organic pollution.

Key words: Protozoa, Ciliata, Saprobic organisms, Water quality.

(Rebut: 4-VII-86)

M^a del Pilar Gracia & Javier Igual, Dept. de Biologia Animal, Fac. de Biologia, Univ. de Barcelona, Diagonal 645, 08028 Barcelona, Espanya.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas numerosos hidrobiólogos han propulsado los estudios sobre la valoración de la saprobiidad del agua: ZELINKA & MARVAN (1961), SLADECEK (1973), BICK & KUZE (1971), MARGALEF (1955), FERNÁNDEZ-LEBORANS & FERNÁNDEZ-GALIANO (1979) y FERNÁNDEZ-GALIANO & FERNÁNDEZ-LEBORANS (1981) entre otros.

Se han confeccionado inventarios y tablas de bacterias, algas, protozoos y metazoos, estos últimos en su mayoría artrópodos, indicadores de las diferentes zonas sapróbicas.

Un gran número de especies de protozoos ciliados han sido descritas como características de ciertos índices de polución acuática, ya que los protozoos dulceacuícolas, en su mayoría de distribución cosmopolita, tienen unas ciertas exigencias ecológicas que determinan que su presencia, ausencia o abundancia definan unas características del agua.

El sistema de organismos saprobios es aplicado por los hidrobiólogos para el análisis de la calidad del agua, y aunque susceptible de mejoras, nos permite con una cierta precisión determinar las condiciones biológicas de la misma. Uno de los inconvenientes que pre-

senta es que precisa de una buena determinación de las especies, lo cual se consigue solamente mediante el empleo de técnicas como la impregnación argéntica (FERNÁNDEZ-GALIANO, 1976), Protargol (TUFFRAU, 1967) y KLEIN (1926).

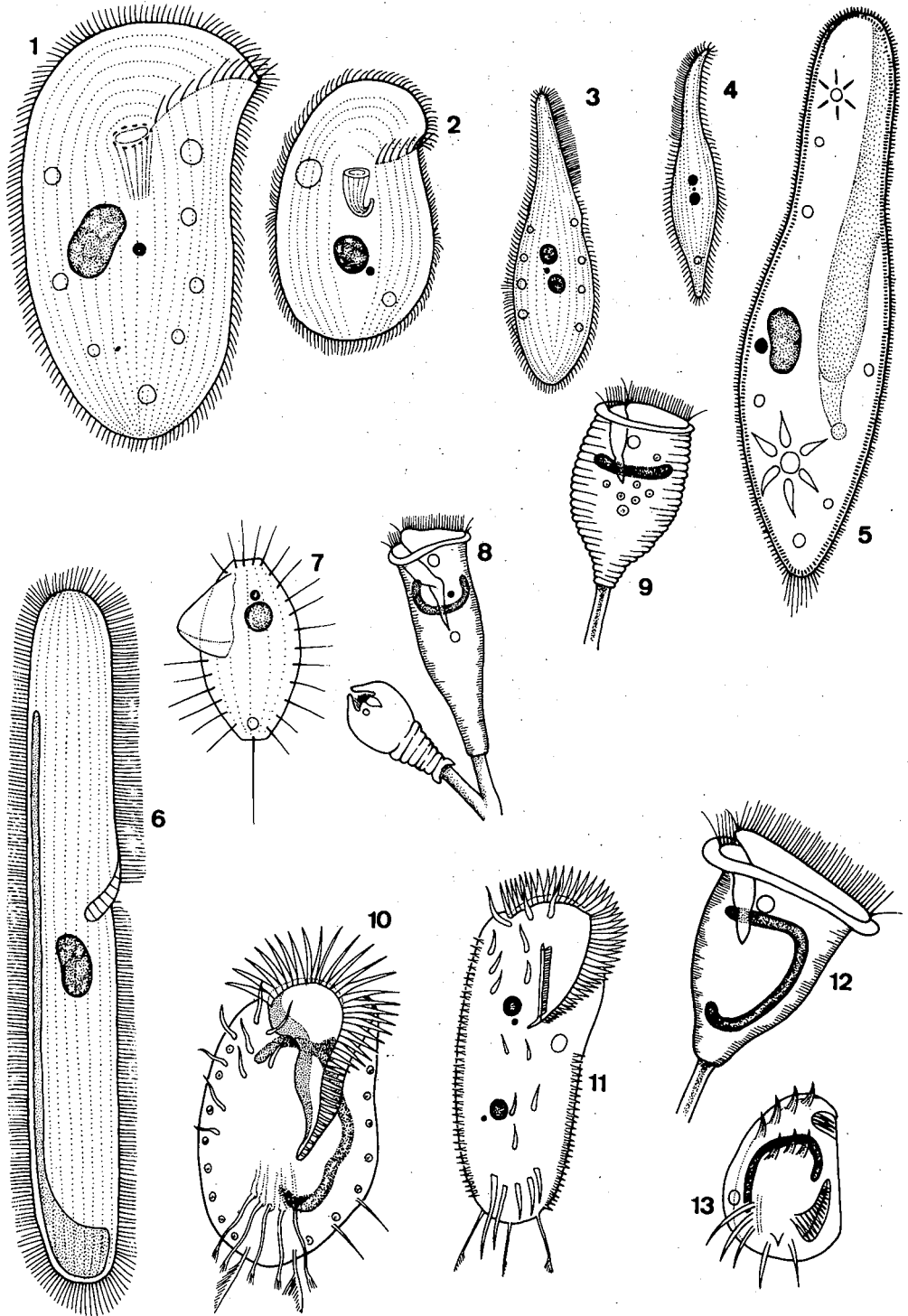
La metodología para la evaluación de las comunidades de protozoos de las aguas es compleja, a la vez que la determinación correcta es esencial dado que dos especies de un mismo género pueden tener diferentes exigencias ecológicas e indicar condiciones del medio muy distintas.

Es necesario que los hidrobiólogos especialistas en el estudio de las sucesiones de organismos acuáticos den unas normativas tanto del modo de tomar las muestras como del modo de hacer los análisis, para que los estudios no resulten subjetivos.

Los protozoos ciliados pueden ser utilizados para diagnosticar la calidad del agua, ya sea natural o urbana, empleando el sistema de los saprobios debido principalmente a KOLKWITZ & MARSSON (1969), el cual fue actualizado por LIEBMANN (1947) y ZELINKA & MARVAN (1961), siendo posteriormente modificado por SLADECEK (1961, 1973) y SRAMER-HUSEK (1965).

Tabla 1. Especies de ciliados halladas en las cuatro estaciones del Río Llobregat.
Species of Ciliata found in each of the four stations of the river Llobregat.

Especies	Estaciones			
	1	2	3	4
O. Prostomatida				
<i>Prorodon discolor</i> Ehrb. Blochm-Schew	x			
<i>Prorodon morgani</i> Kahl	x			
<i>Coleps hirtus</i> Witzsch		x	x	x
<i>Chaena elongata</i> Kahl			x	
<i>Enchelis simplex</i> Kahl	x	x		
<i>Lacrymaria olor</i> Müller	x			
<i>Lagynoprya</i> sp.	x			
<i>Tracheophilum clavatum</i> Stokes	x			
<i>Tracheophilum pusillum</i> Perty			x	x
<i>Spathidium</i> sp.	x			
<i>Dileptus americanus</i> Kahl		x		
<i>Dileptus anser</i> Müller		x		
<i>Mesodinium</i> sp.		x	x	
O. Pleurostomatida				
<i>Amphileptus claparadei</i> Stein	x	x	x	
<i>Hemiophrys bivacuolata</i> Kahl	x			
<i>Hemiophrys impatiens</i> Penard				x
<i>Litonotus</i> sp.		x	x	x
<i>Litonotus cignus</i> Müller				x
<i>Litonotus fasciola</i> Ehr. Wrzean	x	x	x	
<i>Litonotus lamella</i> (Ehr.) Schew	x	x	x	
O. Colpodida				
<i>Cyrtolophosis</i> sp.		x		
O. Nassulida				
<i>Nassula</i> sp.	x			
O. Cyrtophorida				
<i>Chilodonella</i> sp.			x	x
<i>Chilodonella uncinata</i> Ehrb.	x	x		
<i>Trithigmostoma cucullulus</i> Müller	x	x	x	x
<i>Chilodonella minuta</i> Ehrenberg	x			
<i>Phascalodon vorticella</i> Stein				x
<i>Dysteria fluviatilis</i> Stein			x	
<i>Trochilia minuta</i> Roux	x	x	x	
O. suctorida				
<i>Sphaerophrya magna</i> Maupas	x			
<i>Metacinetia mystacina</i> Ehrenberg	x			
<i>Acinetia</i> sp.	x	x	x	x
O. Hymenostomatida				
<i>Colpidium</i> sp.		x		
<i>Colpidium campylum</i> (Stokes)	x	x		
<i>Colpidium colpoda</i> (Ehrenberg)	x	x	x	x
<i>Glaucoma pyriformis</i> (Ehr) Schen		x		
<i>Glaucoma scintillans</i> Ehrenberg	x	x	x	x
<i>Paramecium aurelia</i> Ehrenberg			x	
<i>Paramecium bursaria</i> (Ehr)		x		
<i>Paramecium caudatum</i> (Ehrenberg)	x	x	x	x
<i>Paramecium putrinum</i> Clap. & L.	x	x	x	
Paramecium trichium Stokes				
				x
Urocentrum turbo (Müller) Diesing				
				x
O. Scuticociliatida				
<i>Uronema</i> sp.				x
<i>Cohnilembus fusiformis</i> Kahl			x	x
<i>Cinetochilum margaritaceum</i> Perty			x	x
<i>Saprophilus</i> sp.			x	
<i>Pleuronema</i> sp.				x
<i>Pleuronema crassum</i> Dujardin			x	
<i>Cyclidium glaucoma</i> Müller			x	x
O. Peritrichida				
<i>Vorticella</i> sp.			x	x
<i>Vorticella campanula</i> Ehrenberg			x	x
<i>Vorticella convallaria</i> Ehrenberg			x	x
<i>Vorticella microstoma</i> Ehrenberg			x	x
<i>Vorticella picta</i> (Ehr)			x	
<i>Vorticella striata</i> Dujardin				x
<i>Zoothamnium</i> sp.			x	x
<i>Epystilis plicatilis</i> Ehrenberg			x	x
<i>Rhabdostyla</i> sp.			x	
<i>Cothurnia</i> sp.			x	
<i>Vaginicola</i> sp.			x	x
O. Heterotrichida				
<i>Spirostomum intermedium</i> Kahl			x	
<i>Spirostomum teres</i> Clap. & L.			x	x
<i>Sientor</i> sp.			x	
<i>Bursaria truncatella</i> Müller				x
O. Oligotrichida				
<i>Halteria grandinella</i> Müller				x
<i>Strombilidium gyrans</i> (Stokes)			x	x
O. Hypotrichida				
<i>Urostyla grandis</i> Ehrenberg			x	x
<i>Holostycha</i> sp.			x	x
<i>Keronopsis</i> sp.				x
<i>Psilotricha acuminata</i> Stein			x	
<i>Gastrostyla</i> sp.				x
<i>Opistotricha</i> sp.				x
<i>Oxytricha</i> sp.			x	x
<i>Oxytricha similis</i> Engelmann				x
<i>Oxytricha fallax</i> Stein				x
<i>Stylonichia mytilus</i> Ehrenberg			x	x
<i>Tachysoma</i> sp.			x	x
<i>Aspidisca costata</i> Dujardin			x	x
<i>Aspidisca lynceus</i> Ehrb.			x	x
<i>Euplotes</i> sp.			x	x
<i>Euplotes eurystomus</i> Wrzesniewski				x
<i>Euplotes harpa</i> Stein				x
<i>Euplotes muscicola</i> Kahl				x



Los análisis bacteriológicos fueron facilitados por la Sociedad General de Aguas de Barcelona S.A.

Se contabilizó el número de ciliados por ml y, en algunos casos, para la determinación específica de los mismos fue necesario efectuar cultivos.

Para la determinación biológica de la calidad del agua se utilizó el sistema de los saptobios mediante el método de ZELINKA & MARVAN (1961).

En este método se definen cinco clases o grados de saptobiedad: xenosapróbica (x), oligosapróbica (o), β -mesosapróbica (β), α -mesosapróbica (α) y polisapróbica (p); y se determina la distribución de cada especie en estas cinco clases de saptobiedad, las cuales indican: x= agua pura no polucionada; o= agua escasamente polucionada; β = agua moderadamente polucionada; α = agua polucionada; p= agua muy polucionada.

Se han utilizado las especies de ciliados clasificadas por SLADECEK (1973), ZELINKA & MARVAN (1961) y BICK (1972), según la cual cada especie de ciliado tiene una valencia saptóbica distribuida en las cinco clases de saptobiedad y cuya suma siempre es 10 y un valor indicador (g) que varía de 1 a 5.

En la figura 2 se representan las especies de ciliados mesosapróbicos hallados en el Río Llobregat.

A partir de los datos obtenidos en el análisis de las muestras de las cuatro estaciones, se han obtenido las frecuencias absolutas o abundancia de cada especie sumando las frecuencias de las 24 muestras de cada estación, siendo h= número de individuos por 24 ml de cada especie contados en los 24 muestreos.

El cálculo del grado saptóbico de cada zona se determina multiplicando la frecuencia por la valencia saptóbica y por el valor in-

dicador, de la siguiente manera:

Zona xenosapróbica:

$$x = \frac{\sum (x h g)}{\sum (h g)}$$

Siendo h= frecuencia de cada especie, x= valencia xenosapróbica y g= valor indicador de cada especie.

Zona oligosapróbica:

$$o = \frac{\sum (o h g)}{\sum (h g)}$$

Y así sucesivamente para cada zona, de manera que la suma de estos valores medios es 10 y el valor medio más alto es el grado saptóbico del agua de esa estación.

Se ha calculado también la diversidad media de las cuatro estaciones aplicando el índice de diversidad de Shannon-Weaver (1963), para las medias muestrales en cada uno de los meses del año. En cada muestra se ha determinado el número de especies de ciliados presentes y el número de individuos totales.

RESULTADOS

El inventario de las especies halladas en las cuatro estaciones muestreadas en el Río Llobregat se da en la tabla 1.

Los valores de bacterias coliformes totales (NMP/100 ml) en las estaciones estudiadas se hallan comprendidas entre los siguientes valores máximos y mínimos: estación 1: $2,3 \cdot 10^2$ – $9,1 \cdot 10^2$; estación 2: $1,1 \cdot 10^5$ – $9,3 \cdot 10^3$; estación 3: $2,4 \cdot 10^5$ – $6,2 \cdot 10^3$; estación 4: $1,1 \cdot 10^6$ – $2,3 \cdot 10^4$.

En la tabla 2 están expuestos los valores mínimos, máximos y medios de algunos parámetros químicos indicadores de contaminación orgánica.

Fig. 2. Algunos de los ciliados mesosapróbicos hallados en el Río Llobregat: 1. *Trithigmastoma cucullulus* O.F. Müll. (150 μ); 2. *Chilodonella uncinata* Ehr. (70 μ); 3. *Amphileptus claparadei* Stein (120-150 μ); 4. *Litonotus fasciola* Ehr. (100 μ); 5. *Paramecium caudatum* O.F. Müll. (180-300 μ); 6. *Spirostomum teres* Clap. (150-400 μ); 7. *Cyclidium glaucoma* O.F. Müll. (30 μ); 8. *Epystilis plicatilis* Ehr. (100 μ); 9. *Vorticella striata* Dujardin (30-40 μ); 10. *Euplotes euryostomus* Wrze. (170 μ); 11. *Stylonychia mytilus* Ehr. (100-300 μ); 12. *Vorticella convallaria* Linné (50-95 μ); 13. *Aspidisca lynceus* Ehr. (30-50 μ).

Some of the mesosaprobic Ciliata found in the Llobregat River. (For species see above.).

Tabla 2. Valores de algunos parámetros químicos indicadores de contaminación orgánica.
Some chemical parameters which indicate the organic contamination.

Estaciones	O ₂ disuelto (mg/l)			NO ₂ ⁻ (mg/l)		
	mín.	máx.	med.	mín.	máx.	med.
1	9,03	15,8	11,34	0,001	0,06	0,025
2	3,15	13,1	9,15	0,01	0,64	0,21
3	5,07	14,2	10,09	0,02	1,28	0,33
4	0,7	19,8	8,3	0,012	1,60	0,52

	NH ₄ ⁺ (mg/l)			DBO ₅ (mg/l)		
	mín.	máx.	med.	mín.	máx.	med.
1	0,05	0,2	0,11	0,02	4,17	1,67
2	0,20	2,0	0,67	1,70	7,90	3,81
3	0,15	1,8	0,82	2,30	14,4	7,11
4	0,40	2,5	1,05	6,90	168	63,9

Tabla 4. Grado de saprobieidad en la estación 2.
Saprobity level in station 2.

Especies	h	x	o	β	α	p	g
<i>Litonotus fasciola</i>	23	0	0	1	8	1	4
<i>Chilodonella uncinata</i>	31	0	0	0	10	0	5
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	215	0	0	1	9	0	5
<i>Trochilia minuta</i>	51	0	0	1	9	0	5
<i>Colpidium colpoda</i>	41	0	0	0	3	7	4
<i>Glaucoma scintillans</i>	57	0	0	0	2	8	4
<i>Paramecium bursaria</i>	10	0	0	7	3	0	4
<i>Paramecium caudatum</i>	1	0	0	0	7	3	4
<i>Paramecium putrinum</i>	5	0	0	0	2	8	4
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	43	0	1	3	3	3	1
<i>Cyclidium glaucoma</i>	396	0	0	0	9	1	5
<i>Vorticella campanula</i>	27	0	1	6	3	0	3
<i>Vorticella microstoma</i>	24	0	0	0	0	10	5
<i>Aspidisca costata</i>	112	0	0	2	8	0	4
<i>Aspidisca lynceus</i>	96	0	0	1	9	0	5

	x	o	β	α	p	g
<i>Litonotus fasciola</i>	0	0	92	736	92	92
<i>Chilodonella uncinata</i>	0	0	0	1550	0	155
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	0	0	1075	9675	0	1075
<i>Trochilia minuta</i>	0	0	255	2295	0	255
<i>Colpidium colpoda</i>	0	0	0	492	1148	164
<i>Glaucoma scintillans</i>	0	0	0	465	1824	228
<i>Paramecium bursaria</i>	0	0	280	120	0	40
<i>Paramecium caudatum</i>	0	0	0	28	12	4
<i>Paramecium putrinum</i>	0	0	0	40	160	20
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	0	43	129	129	129	43
<i>Cyclidium glaucoma</i>	0	0	0	17820	1980	1980
<i>Vorticella campanula</i>	0	81	486	243	0	81
<i>Vorticella microstoma</i>	0	0	0	0	1200	120
<i>Aspidisca costata</i>	0	0	896	3584	0	448
<i>Aspidisca lynceus</i>	0	0	480	4320	0	480
Valores totales	0	178	3882	41515	6545	5212
Resultados grado saprobico	0	0,034	0,744	7,965	1,255	

Los resultados del cálculo de los distintos grados sapróbicos en cada estación de muestreo quedan reflejados en las tablas 3, 4, 5 y 6 según la distribución de las especies en cada

zona sapróbica.

Basándonos pues en estos resultados, a lo largo del Río Llobregat y en las estaciones muestreadas, el agua puede considerarse

Tabla 3. Grado de saprobiedad en la estación 1.
Level of saprobity in station 1.

Especies	h	x	o	β	α	p	g
<i>Amphileptus claparadei</i>	20	0	0	2	8	0	4
<i>Litonotus fasciola</i>	91	0	0	1	8	1	4
<i>Litonotus lamella</i>	19	0	0	8	2	0	4
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	38	0	0	1	9	0	5
<i>Trochilia minuta</i>	19	0	0	1	9	0	5
<i>Colpidium campylum</i>	2	0	0	0	1	9	5
<i>Colpidium colpoda</i>	46	0	0	0	3	7	4
<i>Glaucoma scintillans</i>	93	0	0	0	2	8	4
<i>Paramecium caudatum</i>	60	0	0	0	7	3	4
<i>Paramecium putrinum</i>	8	0	0	0	2	8	4
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	24	0	1	3	3	3	1
<i>Saprophilus</i> sp.	71	0	0	3	7	0	4
<i>Cyclidium glaucoma</i>	753	0	0	0	9	1	5
<i>Vorticella campanula</i>	8	0	1	6	3	0	3
<i>Vorticella convallaria</i>	11	0	0	1	9	0	5
<i>Vorticella microstoma</i>	4	0	0	0	0	10	5
<i>Epystilis plicatilis</i>	5	0	0	1	7	2	3
<i>Spirostomum teres</i>	1	0	0	1	8	1	4
<i>Aspidisca costata</i>	13	0	0	2	8	0	4
<i>Aspidisca lynceus</i>	194	0	0	1	9	0	5
<i>Stylonychia mytilus</i>	2	0	0	1	9	0	5
		x	o	β	α	p	g
<i>Amphileptus claparadei</i>		0	0	160	640	0	80
<i>Litonotus fasciola</i>		0	0	364	2912	364	364
<i>Litonotus lamella</i>		0	0	608	152	0	76
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>		0	0	190	1710	0	190
<i>Trochilia minuta</i>		0	0	95	855	0	95
<i>Colpidium campylum</i>		0	0	0	10	90	10
<i>Colpidium colpoda</i>		0	0	0	552	1288	184
<i>Glaucoma scintillans</i>		0	0	0	744	2976	372
<i>Paramecium caudatum</i>		0	0	0	1680	720	240
<i>Paramecium putrinum</i>		0	0	0	64	256	32
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>		0	24	72	72	72	24
<i>Saprophilus</i> sp.		0	0	852	1988	0	284
<i>Cyclidium glaucoma</i>		0	0	0	33885	3765	3765
<i>Vorticella campanula</i>		0	24	144	72	0	24
<i>Vorticella convallaria</i>		0	0	55	495	0	55
<i>Vorticella microstoma</i>		0	0	0	0	200	20
<i>Epystilis plicatilis</i>		0	0	15	105	30	15
<i>Spirostomum teres</i>		0	0	4	32	4	4
<i>Aspidisca costata</i>		0	0	104	416	0	52
<i>Aspidisca lynceus</i>		0	0	970	8730	0	970
<i>Stylonychia mytilus</i>		0	0	10	90	0	10
Valores totales		0	48	3643	55204	9765	6866
Resultados grado sapróbico		0	0,006	0,530	8,040	1,422	

Tabla 5. Grado de saprobiedad en la estación 3.
Level of saprobity in station 3.

Especies	h	x	o	β	α	p	g
<i>Coleps hirtus</i>	3	0	0	5	5	0	3
<i>Tracheophilum pusillum</i>	7	0	0	3	3	4	2
<i>Amphileptus claparadei</i>	8	0	0	2	8	0	4
<i>Litonotus lámella</i>	25	0	0	8	2	0	4
<i>Litonotus fasciola</i>	2	0	0	1	8	1	4
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	38	0	0	1	9	0	5
<i>Colpidium colpoda</i>	11	0	0	0	3	7	4
<i>Colpidium campylum</i>	3	0	0	0	1	9	5
<i>Glaucoma scintillans</i>	14	0	0	0	2	8	4
<i>Paramecium caudatum</i>	27	0	0	0	7	3	4
<i>Paramecium trichium</i>	3	0	0	0	2	8	4
<i>Cyclidium glaucoma</i>	198	0	0	0	9	1	5
<i>Vorticella convallaria</i>	9	0	0	1	9	0	5
<i>Vorticella microstoma</i>	5	0	0	0	0	10	5
<i>Vorticella striata</i>	18	0	1	3	4	2	1
<i>Vorticella campanula</i>	4	0	1	6	3	0	3
<i>Aspidisca lynceus</i>	64	0	0	2	8	0	4
<i>Aspidisca costata</i>	57	0	0	1	9	0	5
<i>Stylonychia mytilus</i>	4	0	0	1	9	0	5
<i>Euplotes eurytomus</i>	7	0	0	2	6	2	3
<i>Paramecium aurelia</i>	6	0	0	5	5	0	3

	x	o	β	α	p	g
<i>Coleps hirtus</i>	0	0	45	45	0	9
<i>Tracheophilum pusillum</i>	0	0	42	42	56	14
<i>Amphileptus claparadei</i>	0	0	64	256	0	32
<i>Litonotus lamella</i>	0	0	800	200	0	100
<i>Litonotus fasciola</i>	0	0	8	64	8	8
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	0	0	190	1710	0	190
<i>Colpidium colpoda</i>	0	0	0	132	308	44
<i>Colpidium campylum</i>	0	0	0	15	135	15
<i>Glaucoma scintillans</i>	0	0	0	112	448	56
<i>Paramecium caudatum</i>	0	0	0	756	324	108
<i>Paramecium trichium</i>	0	0	0	24	96	12
<i>Cyclidium glaucoma</i>	0	0	0	8910	990	990
<i>Vorticella convallaria</i>	0	0	45	405	0	405
<i>Vorticella microstoma</i>	0	0	0	0	250	25
<i>Vorticella striata</i>	0	18	54	72	36	18
<i>Vorticella campanula</i>	0	12	72	36	0	12
<i>Aspidisca lynceus</i>	0	0	512	2048	0	256
<i>Aspidisca costata</i>	0	0	285	2565	0	285
<i>Stylonychia mytilus</i>	0	0	20	180	0	20
<i>Euplotes eurytomus</i>	0	0	42	126	42	21
<i>Paramecium aurelia</i>	0	0	90	90	0	18

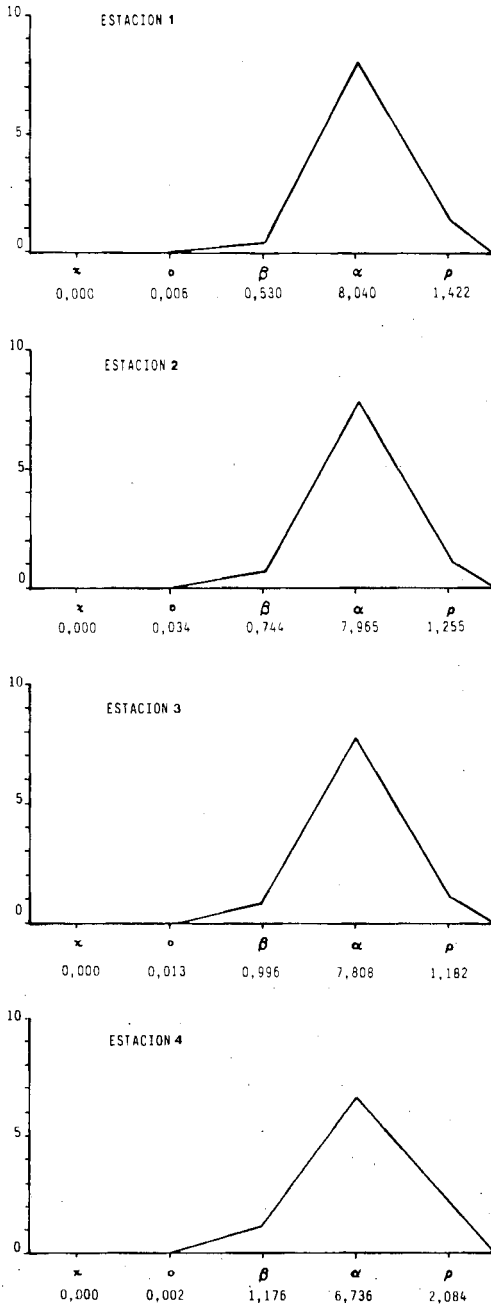
Resultados totales	0	30	2269	17788	2693	2278
Resultados grado sapróbico	0	0,013	0,996	7,808	1,182	

Tabla 6. Grado de saprobiedad en la estación 4.
Level of saprobity in station 4.

Especies	h	x	o	β	α	p	g
<i>Coleps hirtus</i>	4	0	0	5	5	0	3
<i>Tracheophilum pusillum</i>	17	0	0	3	3	4	2
<i>Litonotus cygneus</i>	3	0	0	10	0	0	5
<i>Litonotus lamella</i>	27	0	0	8	2	0	4
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	87	0	0	1	9	0	5
<i>Phascolodon vorticella</i>	8	0	0	10	0	0	5
<i>Trochilia minuta</i>	32	0	0	1	9	0	5
<i>Colpidium colpoda</i>	10	0	0	0	3	7	4
<i>Glaucoma scintillans</i>	65	0	0	0	2	8	4
<i>Paramecium caudatum</i>	154	0	0	0	7	3	4
<i>Paramecium putrinum</i>	26	0	0	0	2	8	4
<i>Cinetochilum maragaritaceum</i>	5	0	1	3	3	3	1
<i>Cyclidium glaucoma</i>	36	0	0	0	9	1	5
<i>Vorticella microstoma</i>	3	0	0	0	0	10	5
<i>Vorticella striata</i>	3	0	1	3	4	2	1
<i>Spirostomum teres</i>	20	0	0	1	8	1	4
<i>Stylonychia mytilus</i>	8	0	0	1	9	0	5
<i>Aspidisca costata</i>	77	0	0	2	8	0	4
<i>Aspidisca lynceus</i>	47	0	0	1	9	0	5

	x	o	β	α	p	g
<i>Coleps hirtus</i>	0	0	60	60	0	12
<i>Tracheophilum pusillum</i>	0	0	102	102	136	34
<i>Litonotus cygneus</i>	0	0	150	0	0	15
<i>Litonotus lamella</i>	0	0	864	216	0	108
<i>Trithigmostoma cucullulus</i>	0	0	435	3915	0	435
<i>Phascolodon vorticella</i>	0	0	400	0	0	40
<i>Trochilia minuta</i>	0	0	160	1440	0	160
<i>Colpidium colpoda</i>	0	0	0	120	280	40
<i>Glaucoma scintillans</i>	0	0	0	520	2080	260
<i>Paramecium caudatum</i>	0	0	0	4312	1848	616
<i>Paramecium putrinum</i>	0	0	0	208	832	104
<i>Cinetochilum maragaritaceum</i>	0	5	15	15	15	5
<i>Cyclidium glaucoma</i>	0	0	0	1620	180	180
<i>Vorticella microstoma</i>	0	0	0	0	150	15
<i>Vorticella striata</i>	0	3	9	0	6	13
<i>Spirostomum teres</i>	0	0	80	640	80	80
<i>Stylonychia mytilus</i>	0	0	40	360	0	40
<i>Aspidisca lynceus</i>	0	0	616	2464	0	308
<i>Aspidisca costata</i>	0	0	235	2115	0	235

Resultados totales	0	8	3166	18119	5607	2690
Resultados grado saprobico	0	0,005	1,176	6,735	2,084	



como α -mesosapróbica, apreciándose una tendencia a disminuir la α -mesosaprobiedad para aumentar la polisaprobiedad, como corresponde a la mayor contaminación orgánica, en el curso bajo del río.

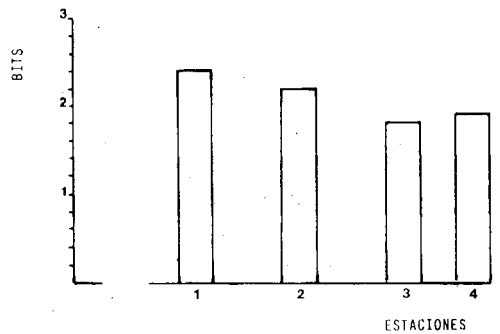
En la tabla 7 y figura 3 se muestra cómo quedan determinados los grados sapróbicos para cada zona.

Tabla 7. Grados sapróbicos en cada estación de muestreo.
Level of saprobity in each station.

Estación	x	o	β	α	p
1	0,000	0,006	0,530	8,040	1,422
2	0,000	0,034	0,744	7,965	1,255
3	0,000	0,013	0,996	7,808	1,182
4	0,000	0,002	1,176	6,735	2,084

Se ha calculado la diversidad específica porque es una de las maneras de caracterizar la estructura de una comunidad.

La polución determina una disminución del índice de diversidad de las comunidades de protozoos ciliados, tal como se observa en los resultados (fig. 4). Se aprecian unos valores de diversidad media inferiores a tres bits, decrecientes hacia las estaciones más próximas a la desembocadura del río.



DISCUSIÓN

A partir de los resultados de los análisis químicos del agua y de los datos bacteriológicos, se puede comprobar la correlación que existe entre ellos y los hallados mediante la caracterización biológica del agua a partir de las especies de ciliados.

Los valores obtenidos de O₂ disuelto, nitratos, amonio, DBO₅ y coliformes totales presentan diferencias entre las estaciones de muestreo, sobre todo en lo que se refiere a la DBO₅ y bacterias coliformes totales. Al compararlos con los obtenidos por otros autores (MARGALEF, 1983) en otros medios dulceacuícolas, se puede definir, según estos parámetros, la estación 1 (curso alto del río, con una DBO₅ media de 1,67) de oligosaprobias, las estaciones 2 y 3 (con valores medios de 3,81 y 7,11) como mesosaprobias, y la estación 4 (curso bajo del río, con una DBO₅ de 63,9) como polisaprobias.

Caracterizadas así las cuatro estaciones respecto a su saprobiedad y comparando estos resultados con los obtenidos mediante el sistema de los saprobios (fig. 3), se ha comprobado que este último no refleja suficientemente las diferencias de la calidad del agua entre el curso alto y bajo del río.

Posiblemente esto sea debido a una clasificación saprobica inadecuada de algunos ciliados, como por ejemplo, *Cyclidium glaucoma*, muy abundante en el río y considerado por los especialistas como indicador de condiciones α -mesosaprobicas. Sin embargo, aparece con gran frecuencia en las estaciones de muestreo del curso alto del río con una calidad química del agua, en esta zona, de oligosaprobica o β -mesosaprobica.

Por este motivo, y basados en la experiencia actual, se considera que se deben ajustar las valencias saprobicas y el valor indicador de algunas especies o clasificar saprobicamente las especies encontradas en el Río Llobregat, que no hayan sido clasificadas anteriormente por otros autores, para de este modo obtener en el futuro mejores y más significativos resultados.

Sin embargo, la utilización de los ciliados

como indicadores de la calidad del agua puede presentar ventajas respecto a la utilización de otros microorganismos, por su cosmopolitismo, su forma de reproducción, y su abundancia.

BIBLIOGRAFÍA

- BICK, H., 1972. *Ciliated Protozoa. An illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology*. World Health Organization. Geneva.
- BICK, H. & KUNZE, S., 1971. Eine Zusammenstellung von autökologischen Befunden an Süßwasser-ciliaten. *Hydrobiol.*, 56: 337-384.
- FERNÁNDEZ-GALIANO, D., 1976. Silver impregnation of ciliated protozoa: procedure yielding good results with the pyridinated silver carbonate method. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 95: 557-560.
- FERNÁNDEZ-GALIANO, D. & FERNÁNDEZ-LEBORANS, G., 1981. *Los protozoos ciliados como indicadores de la contaminación*. Biología y Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.
- FERNÁNDEZ-LEBORANS, G. & FERNÁNDEZ-GALIANO, D., 1979. Estudio ecológico de las poblaciones de ciliados del embalse de Santillana (Manzanares El Real, Madrid). *Asitema*, 1(4): 39-52.
- KLEIN, B.M., 1926. Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten. *Arch. Protistenk.* 56: 243-279.
- KOLWITZ, R. & MARSSON, M., 1969. Oecologie der Tierischen Saprobien. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, 2: 126-152.
- LIEBMANN, H., 1947. Die Notwendigkeit einer Revision des Saprobien-systems und deren Bedeutung für die Wasserbeurteilung. *Gesundheitsingenieur*, 68: 135-137.
- MARGALEF, R., 1955. *Los organismos indicadores en la limnología*. Ministerio de Agricultura. Madrid.
- 1983. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona.
- SLADECEK, V., 1961. Biologische toxisitätste des Wassers für Bewässerungszwecke nach der Keimung. *Vodni hospodárstvi*, 11: 415-417.
- 1973. System of water quality from the biological point of view. *Ergebnisse der Limnologie*, 7: 1-218.
- SRAMER-HUSEK, R., 1965. Zur biologischen charakteristik höheren Saprobitätsstufen. *Arch. Hydrobiol.*, 51: 374-390.
- TUFFRAU, M., 1967. Perfectionnements et pratique de la technique d'impregnation au Protargol des Infusoires Ciliés. *Protistologica*, 3: 91-98.
- ZELINKA, M. & MARVAN, P., 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.*, 57: 389-407.