

## PERIFITON EN EL MESOHÁBITAT DE CORREDERA DE UN ARROYO SERRANO: DINÁMICA ESTACIONAL EN RELACIÓN A VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

M. ANDREA AMAIDÉN<sup>1</sup> y E. NOEMÍ GARI<sup>1,\*</sup>

**Summary:** Periphyton in a run mesohabitat of a mountain stream: seasonal dynamics related to physicochemical parameters. Composition and distribution of periphytic algae in a run mesohabitat of the stream Achiras, southwest of Río Cuarto, Córdoba, were analyzed seasonally during 2005-2006. Three sites were selected for sampling in the longitudinal gradient of a mountainous and piedmont area, where the construction of a dam is considered. This research provides the first results on the algal periphytic community and lays the groundwork for a deepening future. A total of 267 taxa were identified, the class Bacillariophyceae contributed with 174 taxa, Chlorophyceae with 78 and Cyanophyceae with 15. The maximum similarity between samples was 100%, corresponding to sites 1 and 2 during the spring. The highest average density was 320.486 org.cm<sup>2</sup> in site 3 during summer. The classification of samples separated two main groups and formed subgroups. The CCA, which was performed considering samples and species, showed a separation of site 3 located in the piedmont, with higher percentage of small size sediment and less speed flow, regarding the others. Sites 1 and 2 were interpreted, in general, by a pH gradient. All groups formed by the classification were integrated mostly by organisms of Biraphidales order.

**Key words:** Periphyton, stream Achiras, diatoms, mountainous area.

**Resumen:** Se analizó la composición y la distribución de algas perifíticas en un mesohábitat de corredera del arroyo Achiras, al suroeste de Río Cuarto, Córdoba, estacionalmente durante el período 2005-2006. Se seleccionaron tres sitios de muestreo en el gradiente longitudinal de una zona serrana y pedemontana, donde se realizará la construcción de una presa. Esta investigación aporta los primeros resultados sobre la comunidad algal perifítica y sienta las bases para una profundización futura. Se determinaron 267 taxones, la clase Bacillariophyceae aportó 174, Chlorophyceae 78 y Cyanophyceae 15. La máxima similitud entre las muestras fue de 100 %, correspondiendo a los sitios 1 y 2 durante la primavera. La mayor abundancia promedio fue de 320.486 org.cm<sup>2</sup> para el sitio 3 durante el verano. La clasificación de las muestras separó dos grupos principales y conformó subgrupos. El CCA efectuado a muestras y especies mostró una separación del sitio 3, ubicado en el pedemonte, con mayor porcentaje de sedimento de menor tamaño y una menor velocidad de corriente respecto a los otros. Los sitios 1 y 2 se caracterizaron, en general, por un gradiente de pH. Todos los grupos formados por la clasificación estuvieron integrados, en su mayoría, por organismos del orden Biraphidales.

**Palabras clave:** Perifiton, arroyo Achiras, diatomeas, zona serrana.

### INTRODUCCIÓN

Existen diversos estudios realizados sobre los factores que afectan la composición y la estructura de las comunidades algales en ambientes lóticos

de Argentina (Momo, 1995; Díaz Villanueva *et al.*, 2000; Giorgi & Malacalza, 2002; Giorgi *et al.*, 2005).

En la provincia de Córdoba, las investigaciones realizadas aportan al conocimiento algal a través de estudios bioecológicos y florísticos iniciados a mediados de la década del noventa, en la cuenca de los ríos Tercero y Cuarto (Luque *et al.*, 1997; Luque, 1998; Luque & Martínez de Fabricius, 2000, 2002, 2003; Martínez de Fabricius *et al.*, 2003, 2007). También se han estudiado la composición y

<sup>1</sup> Dpto. Cs. Naturales, Fac. Cs. Exactas, Físico-Químicas y Naturales-UNRC-5800, Río Cuarto.

\*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia: ngari@exa.unrc.edu.ar

la estructura del perifiton en arroyos serranos (Gari, 2002; Gari & Corigliano, 2004, 2005).

Considerando que la relación entre el hábitat y la biota está bien arraigada en la ecología teórica (Rabeni *et al.*, 2002), hasta el punto donde el hábitat se utiliza como un sustituto de la biota. Los mesohábitats representan tipos discretos de hábitats que se diferencian por parámetros ambientales del medio en estudio y han demostrado ser útiles para el estudio de los ríos, su tratamiento y rehabilitación, ya que proporcionan una fuente rápida y eficaz de la información de detalle suficiente para evaluar el ecosistema (Kemp *et al.*, 2000). El presente estudio tiene como objetivo analizar la composición específica y distribución espacio-temporal de algas epilíticas y su relación con variables fisico-químicas, en un mesohábitat de corredera de un arroyo serrano donde se realizará la construcción de una presa. Cabe destacar que el arroyo no ha sido previamente estudiado desde el punto de vista florístico, por lo que esta investigación aporta los primeros resultados sobre su taxocenosis algal. Al mismo tiempo sienta las bases para una futura profundización en el conocimiento ficológico, ya que uno de los sitios de muestreo se ubica aguas debajo de la presa a construir y probablemente su biota algal perifítica se verá modificada por la puesta en funcionamiento de la obra.

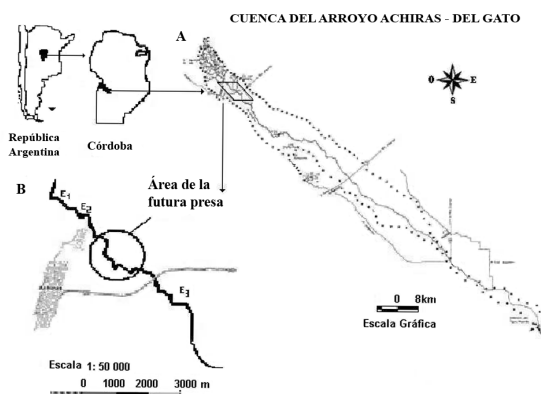
## MATERIALES Y MÉTODOS

El área muestreada se encuentra al sudoeste de la localidad de Río Cuarto, ubicada en un tramo de ritron del sistema endorreico Achiras-Del Gato, entre los 753 y 810 m s.n.m. y cubre un área comprendida entre los 33° 09' 19" y los 33° 11' 18" S, y los 64° 59' 11" y 64° 56' 54" O (Fig. 1). El régimen hídrico es de tipo pluvial, con picos de caudales durante primavera y verano.

Se seleccionaron tres sitios en el gradiente longitudinal de la zona serrana y pedemontana del arroyo Achiras, teniendo en cuenta el lugar donde se construirá la presa. El sitio 1 se ubica a 600 metros arroyo arriba de un área de recreación que incluye un balneario; el sitio 2 se ubica a 200 metros aguas arriba de este área, ambos se encuentran aguas arriba del lugar donde se construirá la presa. El sitio 3 está ubicado aguas abajo del balneario, a unos 1000 metros del sitio 2 y aguas abajo de la obra a construir, en una zona agrícola-ganadera pedemontana.

Los muestreos se realizaron estacionalmente durante el período diciembre 2005 a diciembre 2006. En cada sitio se trabajó en el hábitat fluvial de corredera, caracterizado por presentar poca turbulencia, flujo rápido, canal profundo y sustrato de grava y arena (Jeffries & Mills, 1990). Este hábitat fue seleccionado por ser el más representativo en este tramo del arroyo estudiado. Cada muestra de epilíton fue recolectada por triplicado, al azar, totalizando un  $n = 33$ . El sustrato rocoso obtenido, una superficie de 100 cm<sup>2</sup>, se colocó en un recipiente con 70 ml agua libre de material biológico, fue raspado con ayuda de un cepillo suave y el resultante se fijó con formaldehído al 4% (Whitton, 1991).

Se registraron las siguientes variables fisico-químicas: temperatura del aire y del agua con termómetro digital HANNA HI98501, pH mediante el uso de P. Altronix M-20; turbidez, sólidos sedimentables y conductividad, con sensor Altronix CT2, y variables hidráulicas del canal: ancho seco y húmedo del canal fluvial se midieron usando cinta métrica; profundidad y velocidad de corriente, con correntómetro digital Global Flow Probe FP101-FP202, se obtuvo el promedio de las mediciones realizadas a lo ancho del canal fluvial, de ribera a ribera, a distancias de aproximadamente 0,30 m, en cada sitio de muestreo.



**Fig. 1. A:** Cuenca del sistema Achiras-Del Gato (Córdoba). **B:** Ubicación de los sitios de muestreo en el arroyo Achiras. El círculo señala el área de la futura presa.

Para la identificación de diatomeas se procedió a la eliminación de la materia orgánica siguiendo el método de Battarbee (1986), y se realizaron preparados diatomológicos permanentes según técnicas recomendadas por Hasle (1978) empleando ZRAX (1,7) ® como medio de montaje. Para la identificación de las especies se utilizó un microscopio Zeiss.

El análisis taxonómico fue realizado siguiendo bibliografía específica para cada grupo y/o sección en particular: Desikachary (1959); Prescott (1962); Patrick & Reimer (1966, 1975); Bourrelly (1981, 1985, 1990); Germain (1981); Archibald (1983); Tell & Conforti (1986); Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, 1991b); Round *et al.* (1991); y Stoermer *et al.* (1999), que incluye sinonimias posteriores al tratado de Van Landingham (1967-1979).

Los taxones fueron ordenados según Bourrelly (1981, 1985, 1990) para Cyanophyceae y Chlorophyceae y según Simonsen (1979) para Bacillariophyceae.

Los recuentos se realizaron bajo microscopio óptico, por métodos directos a 400 X, utilizando como cámara porta y cubreobjeto de 24 x 50 mm; se usó un volumen de 0,3 ml de muestra para cada cámara y se recorrieron tres transectas por cámara, seleccionando una central y dos equidistantes a la central, cada una con una longitud igual a la del cubreobjeto y un ancho correspondiente al diámetro del campo visual. Se consideró como unidad de recuento al talo (unicelular, colonia, cenobio). Para la cuantificación de los filamentos, el equivalente a una longitud de 10- $\mu$ m fue considerado como una única célula (Hill *et al.* 2000). Para el cálculo de la abundancia de organismos se utilizaron las ecuaciones publicadas en Villafañe & Reid (1995), brindando los resultados como número de organismos por cm<sup>2</sup> (org.cm<sup>-2</sup>).

Se determinó el grado de similitud entre las muestras mediante la aplicación del Coeficiente de Asociación de Jaccard (CAJ). Además se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, usando el programa Biodiversity Professional versión 2 (Mc Alece, 1997).

La clasificación de las especies y los sitios se realizó con el método de clasificación de especies indicadoras por dos vías (TWINSPAN) (Hill, 1979), utilizando el Método de Valor indicador (IndVal) propuesto por Dufrene & Legendre (1997)

para obtener los taxones Indicadores de los grupos. Este método combina mediciones del grado de especificidad de una especie a un estado ecológico, y su fidelidad en ese estado. Las especies con una alta especificidad y la alta fidelidad dentro de un estado tendrán un valor del indicador alto. Una buena especie indicadora es aquella que está siempre presente en los sitios de un grupo determinado y nunca se dan en otros grupos (Dufrene & Legendre, 1997; McCune & Grace, 2002). En este análisis se seleccionaron sólo los taxones con un peso significativo ( $p < 0,05$ ) de valor indicador (VI)  $> 60$  (es decir, las especies presentes en más del 50% de las muestras de un grupo y con una abundancia relativa en ese grupo de  $> 50\%$  (Dufrene & Legendre, 1997). Se efectuó un Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), empleando el programa CANOCO VERSION 4.02 (ter Braak & Smilauer, 1998), para la exploración de las relaciones entre la distribución de las muestras y los taxones en función de las variables ambientales medidas. El tamaño de la matriz original de datos de abundancias se redujo seleccionando los taxones que alcanzaran o superaran el 1 % de la abundancia relativa en por lo menos una muestra. Las variables biológicas y ambientales fueron previamente transformadas utilizando  $\log(x+1)$ , para estabilizar la varianza, excepto para los valores de pH.

## RESULTADOS

Analizando las variables físico-químicas, se observó que el pH varió entre circumneutral y alcalino con un máximo de 8,79 en los sitios 1 y 2 durante el invierno. La temperatura del agua alcanzó valores de 10°C, en otoño en el sitio 3 y hasta 25°C, en primavera en el sitio 1. Las profundidades promedios del canal fluvial oscilaron entre 6,33 cm, en otoño del sitio 1 y 20,88 cm, en el verano en el sitio 2. Los valores promedio de la velocidad de corriente estuvieron alrededor de 1,17 m.seg<sup>-1</sup> en el sitio 3 (Tabla 1). En todos los muestreos se registró alta transparencia (lecho del arroyo visible), y sólo trazas de sólidos sedimentables.

Se determinaron 267 taxones entre especies y variedades, distribuidos en 3 clases. La clase Bacillariophyceae aportó 174 taxones, Chlorophyceae 78 y Cyanophyceae 15.

La riqueza específica alcanzó un máximo de

154 en el verano en el sitio 3 y un mínimo de 59 en el otoño en los sitios 1 y 2. Los órdenes con mayor número de especies fueron Biraphidales para la clase Bacillariophyceae; Chlorococcales para la clase Chlorophyceae y Chroococcales para la clase Cyanophyceae (Fig. 2 y Tabla 2). Se registraron especies propias en el perifiton de cada uno de los sitios estudiados; el sitio 3 presentó el mayor número de las mismas.

La máxima similitud entre las muestras fue de 100 % para la estación de primavera de los sitios 1 y 2 (Fig. 3).

La mayor abundancia promedio se presentó en el sitio 3 en verano, con 320.486 org.cm<sup>-2</sup>, mientras que la menor abundancia promedio correspondió al sitio 2 durante el otoño, con 27.227 org.cm<sup>-2</sup>, el sitio 1 no mostró fluctuaciones de importancia (Fig. 4).

Los taxones con mayores abundancias durante todo el estudio correspondieron a taxones de los órdenes Biraphidales y Monoraphidales (Fig. 5).

La diversidad máxima fue de 1,56 bits.cél<sup>-1</sup> en verano del sitio 3 y la mínima promedio fue de 0,71 bits.cél<sup>-1</sup>, en otoño del sitio 2, mientras que en el sitio 1 se observó un aumento de la diversidad, alcanzando el máximo en primavera (Fig. 4).

La clasificación de las muestras por TWINSPLAN (Fig. 6) se presenta en tres niveles jerárquicos. En el primer nivel uno de los grupos integró el 100% de las muestras de verano y el otro grupo incorporó el 89% de las muestras de otoño, invierno y primavera, sin diferenciar los sitios. El segundo nivel comienza a mostrar una tendencia de separación por sitio de muestreo, que es más clara en el tercer nivel de división, donde uno de los grupos incorpora el 75%

**Tabla 1.** Variables hidráulicas y físico-químicas en tres sitios de muestreo del arroyo Achiras durante el período 2005-2006.

sitio		T°	pH	Vel. Cte.	Prof.	A. seco	A. húm.	Cond.
1	V	*	*	*	*	*	*	*
	O	23,50	7,55	0,73	6,33	11,65	2,63	153,64
	I	15,15	8,79	0,27	17,50		0,55	
	P	25,00	7,90	0,15	8,00		0,40	
	X	21,22	8,08	0,38	10,61	11,65	3,58	153,64
	DS	5,31	0,64	0,31	6,03		1,25	
	CV	25,02	7,92	81,58	56,83		34,92	
2	V	22,50	8,14	1,35	20,88	8,00	3,16	144,32
	O	23,50	7,55	0,78	10,52	16,30	4,42	153,64
	I	15,15	8,79	0,08	17,50		0,75	
	P	19,00	7,90	0,16	10,00		1,50	
	X	20,04	8,10	0,59	14,73	12,15	2,46	148,98
	DS	3,79	0,52	0,59	5,34	5,87	1,65	6,59
	CV	18,90	6,46	99,99	36,27	48,30	67,18	4,42
3	V	21,00	7,13	0,18	6,66	2,63	3,60	
	O	10,00	8,20	0,20	11,10	8,00	6,00	
	I	16,00	7,87	1,65	11,00		3,30	
	P	20,00	8,00	2,66	20,00	6,00	3,00	
	X	16,75	7,80	1,17	12,19	5,54	3,98	
	DS	4,99	0,47	1,21	5,60	2,71	1,37	
	CV	29,80	5,99	102,95	45,96	48,96	34,52	

**Referencias:** V: Verano; O: Otoño; I: Invierno; P: Primavera; T°: Temperatura del agua (°C); Vel. Cte.: Velocidad de Corriente (m.seg<sup>-1</sup>); Prof.: Profundidad (cm); A. seco: Ancho seco (m); A. húm.: Ancho húmedo (m); cond.: Conductividad (µS.cm<sup>-1</sup>); X: promedio; DS: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; \*: no se muestreó.

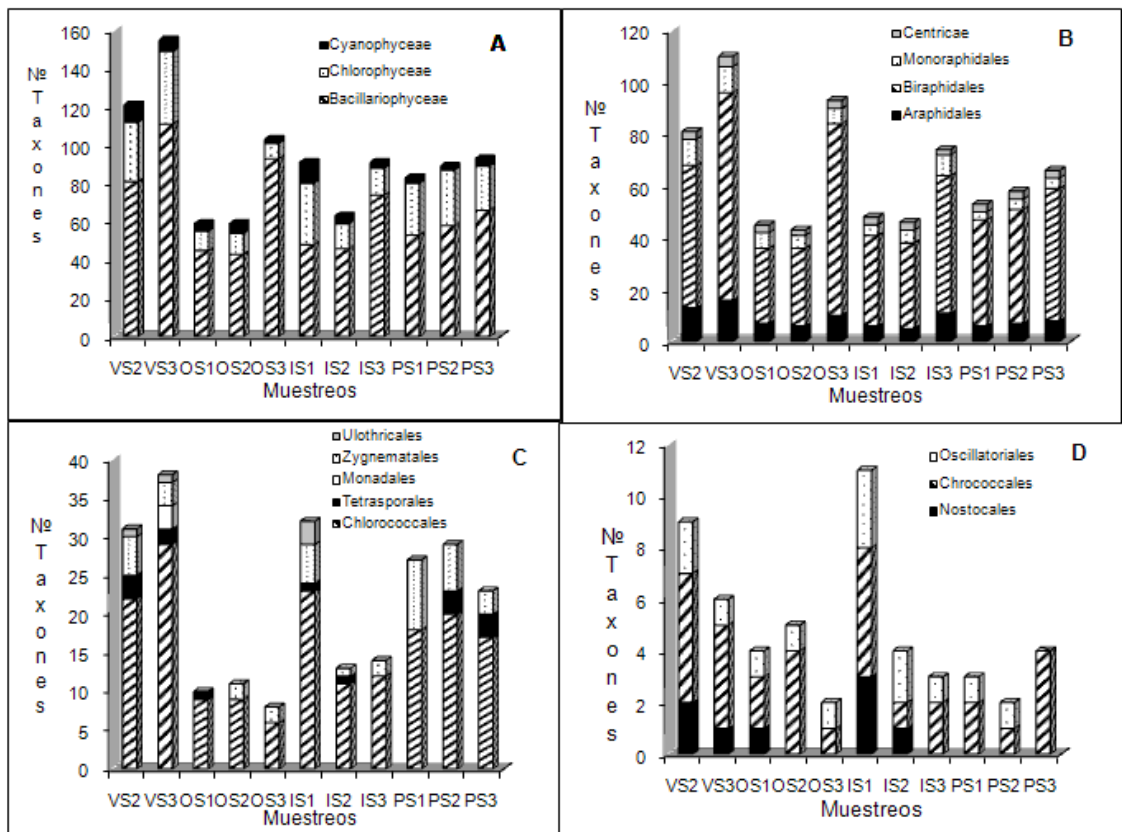
las muestras del sitio 3 y el grupo restante incluyó las muestras de los sitios 1 y 2 (Fig. 6).

*Denticula* sp, *Eunotia pectinalis*; *Luticola mutica*; *Navicula cincta* y *Caloneis* sp. fueron los taxones Indicadores de las muestras de verano con un VI > 90% (Fig. 6). El grupo de las estaciones de otoño, invierno y primavera no presentó taxones indicadores con VI > 90%, el mayor valor del grupo lo obtuvo *Synedra ulna* con VI = 80%. *Navicula menisculus* var. *upsaliensis* presentó el mayor VI (93%) para el segundo nivel jerárquico que incluyó la mayoría de las muestras de los sitios 1 y 2. El taxón indicador del sitio 2 en invierno fue *Rivularia* sp. Con un VI= 100%. Los taxones indicadores con mayores VI para el tercer nivel jerárquico fueron *Achnantheidium minutissimum* y *Rhoicosphenia*

*curvata* con un VI= 100% para los sitios 1 y 2 y *Epithemia sorex* con VI=69 % para el sitio 3.

Del análisis de Correspondencia Canónico (ACC), efectuado a las muestras y a las especies del perifiton, con cuatro variables ambientales (temperatura del agua, pH, velocidad de corriente y profundidad), los autovalores de los dos primeros ejes fueron 0,141 y 0,110 respectivamente. La correlación entre las especies y las variables ambientales fue de 0,88 para el eje 1 y de 0,76 para el eje 2. El porcentaje de varianza acumulada por los dos ejes para explicar la relación fue de 67,20 %.

La prueba de permutación de Monte Carlo indicó que el primer eje fue estadísticamente significativo (p=0,05). La significación de los coeficientes de correlación por la aproximación de la prueba t-test,



**Fig. 2.** Variación estacional de del número de taxones presentes en tres sitios de muestreo del arroyo Achiras durante el periodo 2005-2006. **A:** por clases algales. **B:** por órdenes de la clase Bacillariophyceae. **C:** por órdenes de la clase Chlorophyceae. **D:** por órdenes de la clase Cyanophyceae.

**Tabla 2.** Lista taxonómica de algas epilíticas presentes en tres sitios de muestreo del arroyo Achiras durante el período 2005-2006. (Se consideraron solo los taxones que alcanzaron frecuencias de 50% o más y los incluidos en los análisis de Twinspan, y ACC).

Códigos		Taxones	VERANO		OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA		
CCA	Tw		S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>													
Ad	Ach dist	<i>Achnantheopsis distincta</i> (Messikommer) Lange-Bertalot	x	x	x				x			x	
Alf	Ach lanf	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>frequentissima</i> Lange-Bertalot	x								x		
All	Ach lanl	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>lanceolatoidea</i> (Sovereign) Lange-Bertalot									x		
Alr	Ach lanr	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> (Oestrup) Hustedt	x	x									
Asp1	Ach sp1	<i>Achnanthes</i> sp.1				x	x		x		x	x	
Asp2	Ach sp2	<i>Achnanthes</i> sp.2	x	x			x						
		<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) D. B. Czarnecki	x	x	x	x	x		x	x	x	x	
Ah	Ach hun	<i>Achnantheidium hungaricum</i> Grunow		x									
Am	Ach min	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) D. B. Czarnecki	x	x	x		x			x		x	
		<i>Amphipleura lindehimeri</i> Grunow	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
Ap	Amp per	<i>Amphora perpusilla</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	x	x			x			x			
Ag	Aul gra	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen		x									
		<i>Aulacoseira lacustris</i> (Grunow) Krammer	x	x	x		x	x	x		x	x	
Csp	Calo sp	<i>Caloneis</i> sp.		x		x							
Cb	Cel bac	Células <i>Bacillariophyceae</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cpe	Coc pleu	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cpl	Coc plli	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) VanHeurck	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Cc	Cra cus	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann	x	x							x	x	
Cm	Cyc men	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson & Godey) W. Smith		x		x	x			x	x	x	
Ca	Cym aff	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	x										
		<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) VanHeurck	x	x			x	x	x	x	x	x	
Desp	Dent sp	<i>Denticula</i> sp.	x	x	x								
Dv	Dia vul	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Disp	Dipl sp	<i>Diploneis</i> sp.	x	x									
Em	Enc min	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse ex Rabenhorst) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Enp	Enc pro	<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Eap	Epi apr	<i>Epithemia adnata</i> var. <i>prosbocidea</i> (Kützing) R.M.Patrick					x						
Ea	Epi arg	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing	x		x	x		x	x	x	x	x	
Eal	Epi alon	<i>Epithemia argus</i> var. <i>longicornis</i> (Ehrenberg) Grunow	x	x		x							
Es	Epi sor	<i>Epithemia sorex</i> Kützing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Esp	Epith sp	<i>Epithemia</i> sp.					x			x			

M. A. Amaidén y E. N. Gari - Perifiton en el mesohábitat de un arroyo serrano

Códigos			Taxones	VERANO		OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA		
CCA	Tw			S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Eup	Eu pec		<i>Eunotia pectinalis</i> (O.Müller) Rabenhorst		x									
Fv	Fra vau		<i>Fragilaria vaucheria</i> (Kützing) J.B.Petersen	x	x	x	x			x				
Fsp	Fra sp		<i>Fragilaria</i> sp.	x	x					x				
Ffv	Fra vir		<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Gd	Gei dec		<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot & Metzeltin <i>in</i> Lange-Bertalot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Go	Gom oli		<i>Gomphoneis olivacea</i> (Hornemann) P.A.Dawson <i>ex</i> R.Ross & P.A.Sims									x		x
			<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	x	x		x	x	x		x	x	x	x
Gp	Gom par		<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	x	x		x			x	x	x	x	x
			<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg		x		x		x	x	x	x	x	x
			<i>Hantzschia amphyois</i> (Ehrenberg) Grunow		x		x		x	x	x	x	x	x
Hh	Hip hun		<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski		x		x							x
Lm	Lut mut		<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann <i>in</i> Round Crawford & Mann		x									
Mv	Mel var		<i>Melosira varians</i> C. Agardh	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nca	Nav cap		<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Nci	Nav cin		<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	x	x			x						
Ncc	Nav ala		<i>Navicula cryptocephala</i> Lange-Bertalot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>veneta</i> (Kützing) Rabenhorst									x		
Nct	Nav ella		<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	x	x	x	x	x	x		x	x	x	
Nal	Nav lan		<i>Navicula lanceolata</i> (C.Agardh) Kützing		x	x	x							
Nmu	Nav mup		<i>Navicula menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i> (Grunow <i>in</i> Cleve & Grunow) Grunow <i>in</i> VanHeurck	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nn	Nav not		<i>Navicula notha</i> J.H.Wallace	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Np	Nav per		<i>Navicula perminuta</i> Grunow	x	x			x			x			
Nr	Nav rad		<i>Navicula radiosa</i> Kützing	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nry	Nav rhy		<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing		x			x			x			
Ns	Nav sal		<i>Navicula salinarum</i> Grunow	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nt	Nav tri		<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Nts	Nav tsch		<i>Navicula tripunctata</i> var. <i>schizonemoides</i> (VanHeurck) R.M.Patrick	x				x			x			
Nvr	Nav vir		<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve		x									
Nsp1	Nav sp1		<i>Navicula</i> sp.1	x	x									x
Nsp2	Nav sp2		<i>Navicula</i> sp.2		x									
Na	Nitz aci		<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	x	x			x	x	x	x	x	x	x
Nc	Nitz con		<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs		x			x	x		x	x	x	x
Nd	Nitz dis		<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Nfo	Nitz fon		<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Nfr	Nitz fru		<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ni	Nitz inc		<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nil	Nitz lac		<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	x				x						
Nili	Nitz lin		<i>Nitzschia linearis</i> (C.Agardh) W. Smith	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Nis	Nitz sma		<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith		x			x		x	x	x	x	x
Nisa	Nitz dea		<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	x	x			x	x					
Nst	Nitz stab		<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>tabellaria</i> (Grunow) Grunow	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Niu	Nitz umb		<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot		x						x	x	x	x
			<i>Nitzschia</i> sp.1	x	x					x			x	x
Nis3	Nitz sp3		<i>Nitzschia</i> sp.3					x	x		x			x

Códigos		Taxones	VERANO		OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA		
CCA	Tw		S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Pd	Pla dub	<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	x	x						x			
Pl	Pla lan	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson) Round & Bukhtiyarova	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rs	Rei sin	<i>Reimeria sinuata</i> (W.Gregory) Kociolek & Stoermer	x	x		x	x		x				
Ru	Rei uni	<i>Reimeria uniseriata</i> S.E. Sala, J.M. Guerrero & M.E. Ferrario	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Rc	Rho cur	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow		x	x		x			x			x
Rg	Rho gib	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	x	x	x	x	x	x			x	x	
Rsp	Rho sp	<i>Rhopalodia</i> sp.		x									
Sp	Sell pup	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	x	x	x	x	x			x	x	x	x
		<i>Suriella angusta</i> Kützing	x	x			x	x		x			x
Sa	Syn ac	<i>Synedra acus</i> Kützing		x	x		x	x	x	x			
Su	Syn ul	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Suc	Syn ulco	<i>Synedra ulna</i> var. <i>contracta</i> Østrup					x			x			
<b>CHLOROPHYCEAE</b>													
At	Anki tor	<i>Ankistrodesmus contortus</i> Thuret	x		x			x					
		<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs		x		x		x	x		x	x	x
Af	Anki fus	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda	x	x		x		x			x	x	x
		<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (W.B. Turner) Lemmermann	x	x		x		x			x	x	
Ccl	Cel clo	Células <i>Chlorophyceae</i>	x	x	x		x				x		
Cs	Cel sce	Células <i>Scenedesmus</i>	x	x				x	x	x	x	x	x
Cs4	Cel sce4	Células <i>Scenedesmus</i> sp4									x		
Clsp	Clo sp	<i>Closterium</i> sp.	x	x			x	x					x
Csp	Coe sp	<i>Coelastrum</i> sp.		x	x	x	x				x	x	x
Fi	Fla inc	Flagelado incoloro		x									
Kl	Kir lun	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) Moebius								x		x	
		<i>Kirchneriella</i> sp.		x	x			x				x	x
Msp	Micr sp	<i>Microspora</i> sp.	x	x									
Ma	Mon arc	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kars) Hinda'k	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mc	Mon con	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	x	x	x		x	x	x		x	x	x
Mp	Mon pus	<i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová		x									
Ms	Mon set	<i>Monoraphidium setiforme</i> (Nygaard) Komárková-Legnerová	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
Osp2	Ooc sp2	<i>Oocystis</i> sp.2						x	x				
		<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	x	x	x			x			x		x
Sca	Sce	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat						x		x			
	acum												
Scc	Sce acut	<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	x	x				x	x	x	x	x	x
Scb	Sce brev	<i>Scenedesmus brevispina</i> (Smith) Chodat	x	x				x				x	
Sce	Sce eco	<i>Scenedesmus ecomis</i> (Ralfs) Chodat	x	x		x		x	x		x	x	x
Sci	Sce int	<i>Scenedesmus intermedius</i> Chodat	x	x									
		<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>longispina</i> (Chodat) G. M. Smith	x	x				x		x	x	x	
Scs	Sce spin	<i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat	x	x					x		x	x	x
		<i>Scenedesmus</i> sp.1	x	x		x		x			x		x
Ssp4	Sce sp4	<i>Scenedesmus</i> sp.4									x		
Spsp	Spi sp	<i>Spirogyra</i> sp.	x	x		x				x			
Tl	Tetr lob	<i>Tetraedron lobulatum</i> (Nägeli) Hansgirg	x	x									
Tm	Tetr min	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	x	x	x			x	x			x	x



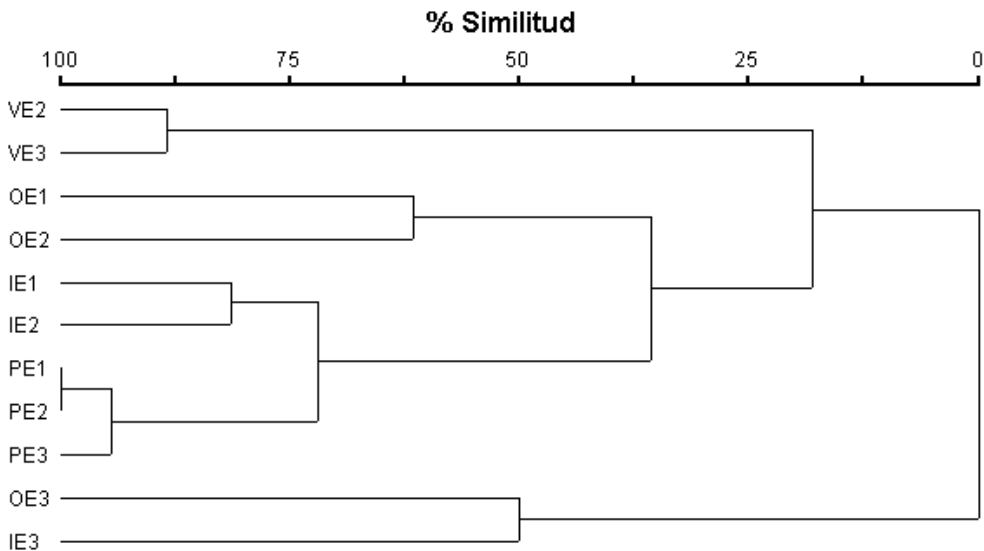
Códigos		Taxones	VERANO		OTOÑO			INVIERNO			PRIMAVERA		
CCA	Tw		S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
<b>CYANOPHYCEAE</b>													
Ccy	Cel cyan	Células <i>Cyanophyceae</i>	x	x	x	x							x
		<i>Chroococcus</i> sp.	x			x		x		x			x
Cosp	Coel sp	<i>Coelosphaerium</i> sp.						x					
		<i>Gomphosphaeria</i> sp.	x	x		x		x			x	x	x
Lysp	Lynb sp	<i>Lyngbya</i> sp.						x					
Mesp	Meris sp	<i>Merismopedia</i> sp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nosp	Nost sp	<i>Nostoc</i> sp.	x	x	x			x	x				
Os	Osc seu	<i>Oscillatoria pseudogeminata</i> G. Schmid	x	x	x	x			x				
		<i>Oscillatoria</i> sp.	x					x	x	x	x	x	x
Rf	Riv fil	<i>Rivularia</i> sp.							x				

**Referencias:** Código: abreviaturas utilizadas para TW: Twinspan y ACC: Análisis de Correspondencia Canónico; s<sub>1</sub>: sitio 1, s<sub>2</sub>: sitio 2; s<sub>3</sub>: sitio 3.

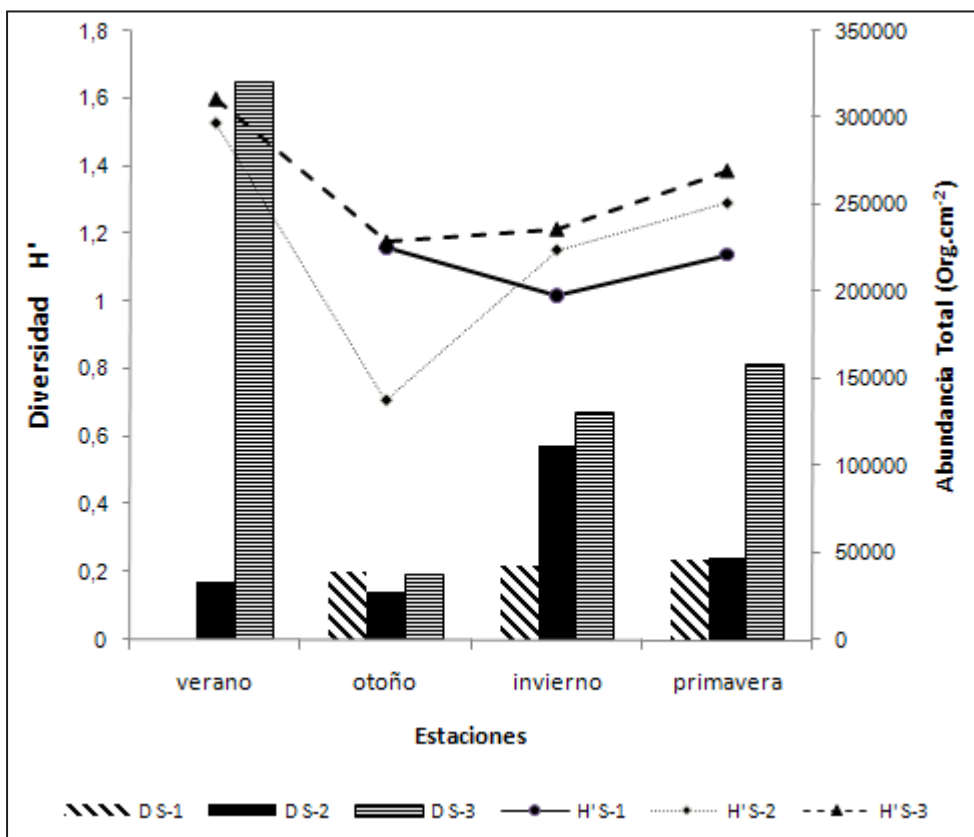
indicó que la profundidad y el pH contribuyeron con el eje 1 (p< 0,01), mientras que la temperatura del agua lo hizo con el eje 2 (p<0,01) (Tabla 3). Basados en la correlación entre-grupos, el primer eje se interpretó por un gradiente de profundidad y pH, en el mismo sentido y el segundo eje por un gradiente de temperatura y velocidad de corriente en sentidos contrarios (Tabla 3 y Figs. 7 y 8).

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

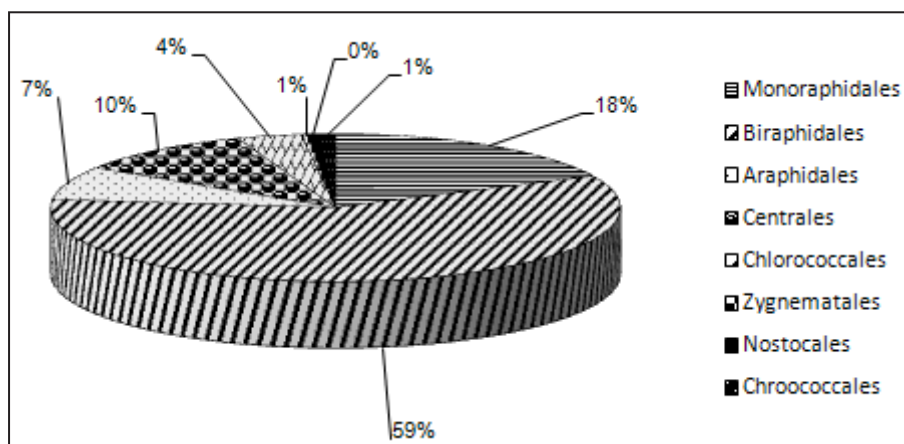
La clase Bacillariophyceae predominó cualitativamente, de acuerdo con lo observado por Gari (2002) para perifiton, y por Martínez de Fabricius *et al.* (2003, 2007), para fitoplancton y epilíton de otros ríos serranos con igual régimen hidrológico y ubicados a un mismo piso altitudinal.



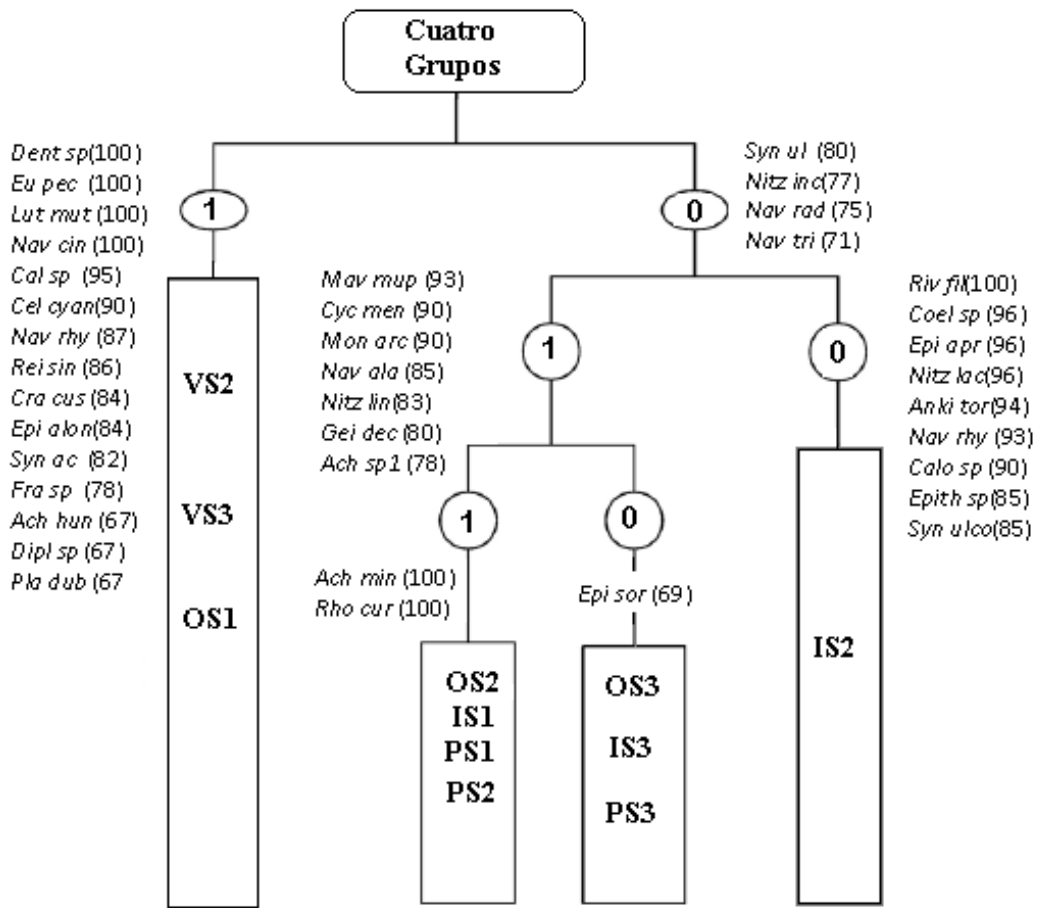
**Fig. 3.** Dendrograma resultante de la aplicación del Coeficiente de Asociación de Jaccard a las muestras. **Referencias:** V: verano, O: otoño, I: invierno, P: primavera, E1: sitio 1; E2: sitio 2; E3: sitio 3.



**Fig. 4.** Variaciones en la abundancia total y diversidad del perifiton en tres sitios de muestreo del arroyo Achiras. **Referencias:** D: Densidad; H': índice de diversidad de Shannon-Wiener; S-1: Sitio 1; S-2: Sitio 2; S-3: Sitio 3; El sitio 1 no fue muestreado durante el verano.



**Fig. 5.** Porcentaje de la abundancia total de los órdenes más representativos en tres sitios del arroyo Achiras durante el período 2005-2006.



**Fig. 6.** Dendrograma de la Clasificación por TWINSpan de las muestras de perifiton colectadas en tres sitios del arroyo Achiras durante el período 2005-2006. Los 0 y 1 indicados en los círculos indican el patrón de clasificación de la tabla Twinspan. Los taxones indicadores fueron obtenidos por el método IndVal. Se incluyeron los taxones con VI > 60%. Para las abreviaturas ver Tabla 2. **Referencias:** V: verano, O: otoño, I: invierno, P: primavera, E1: sitio 1; E2: sitio 2; E3: sitio 3.

El grupo de las Bacillariophyceae céntricas estuvo representado por pocas especies, mientras que el grupo pennales contribuyó con la mayor abundancia, coincidiendo con investigaciones realizadas en otros cursos lóticos de la provincia (Luque & Martínez de Fabricius, 2003; Gari & Corigliano, 2004; Martínez de Fabricius *et al.*, 2007). No obstante, *Melosira varians*, se presentó con altas frecuencias y abundancias especialmente en el sitio 3, por las características propias del lugar que permiten el desarrollo de esta especie, encontrada en cauces de tramo de llanura (Solari & Claps, 1996).

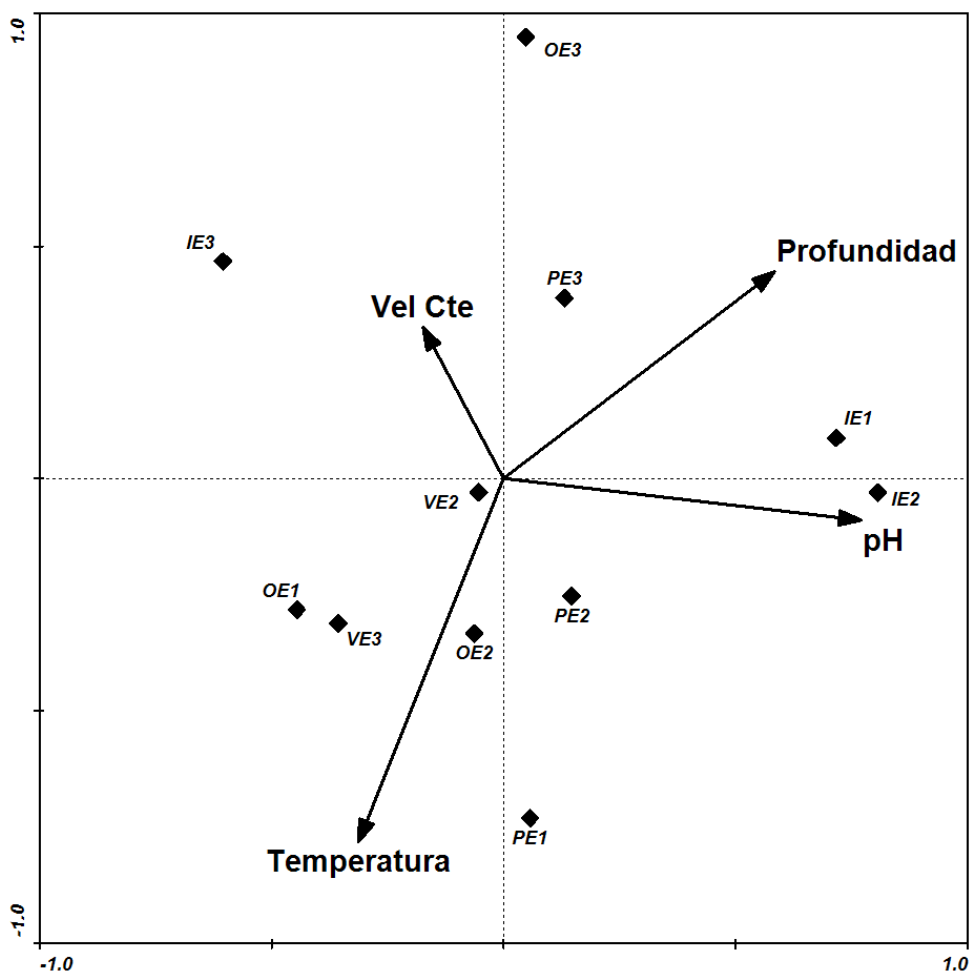
La máxima abundancia y diversidad de organismos en el sitio 3 durante el período de verano puede deberse a la postergación de precipitaciones del período de verano, que normalmente ocurren en el área de estudio, contrastando con lo obtenido para otros sistemas lóticos, donde se registraron relaciones inversas entre la abundancia de organismos y el régimen hidrológico (Luque & Martínez de Fabricius, 2003; Gari & Corigliano, 2004).

Las mayores abundancias promedio en la comunidad perifítica de los sitios estudiados a lo

**Tabla 3.** Coeficientes Canónicos de 4 variables ambientales registradas de tres sitios de muestreo del arroyo Achiras durante el período 2005-2006 incluidas en el CCA; sus t-valores y sus correlaciones entre-grupos.

Variables Ambientales	Coeficiente Canónico		t-valor de Coef Canónico		Correlación entre-grupos	
	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2	Eje 1	Eje 2
Tº Agua	0,205	-1,063	0,776	-2,575 **	-0,276	-0,599
pH	0,614	-0,168	2,560 **	-0,447	0,679	-0,069
Vel. Cte.	-0,513	0,673	-1,614	1,354	-0,152	0,249
Profundidad	0,860	-0,149	2,831 **	-0,313	0,515	0,341

**Referencias:** \*\*: altamente significativa a  $p < 0.01$ ; n: 33.



**Fig. 7.** Ordenación por CCA de las muestras de perifiton con las variables ambientales, en el arroyo Achiras, durante el período 2005-2006. **Referencias:** E1: Sitio1; E2: Sitio2; E3: Sitio3; V: Verano; O: Otoño; I: Invierno; P: Primavera.

largo del ciclo anual, se presentaron en *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cocconeis placentula* var. *lineata*, *Melosira varians* y *Navicula menisculus* var. *upsaliensis*. Luque & Martínez de Fabricius (2003), y Gari & Corigliano (2004) también registraron las mayores abundancias para *Cocconeis placentula* y *Melosira varians*. Estos resultados pueden deberse a interacciones intra e interespecíficas entre las algas perifíticas que pueden afectar la estructura y función del perifiton en un ecosistema de aguas corrientes.

Los análisis de similitud, clasificación y orde-

nación pusieron de manifiesto una clara separación de las muestras de verano del sitio 3, con las restantes situaciones de estudio; esto indica una evidente diferenciación del sitio ubicado en el pedemonte, con mayor porcentaje de sedimento de menor tamaño y una menor velocidad de corriente respecto a los otros dos sitios. Todo ello sumado a la posible influencia de otros factores témporo-espaciales que contribuyen sustancialmente en la distribución de las algas, tanto a pequeña como a gran escala (Passy, 2001; Potapova & Charles, 2002; Soininen, 2004; Soininen *et al.*, 2004; Passy, 2006).

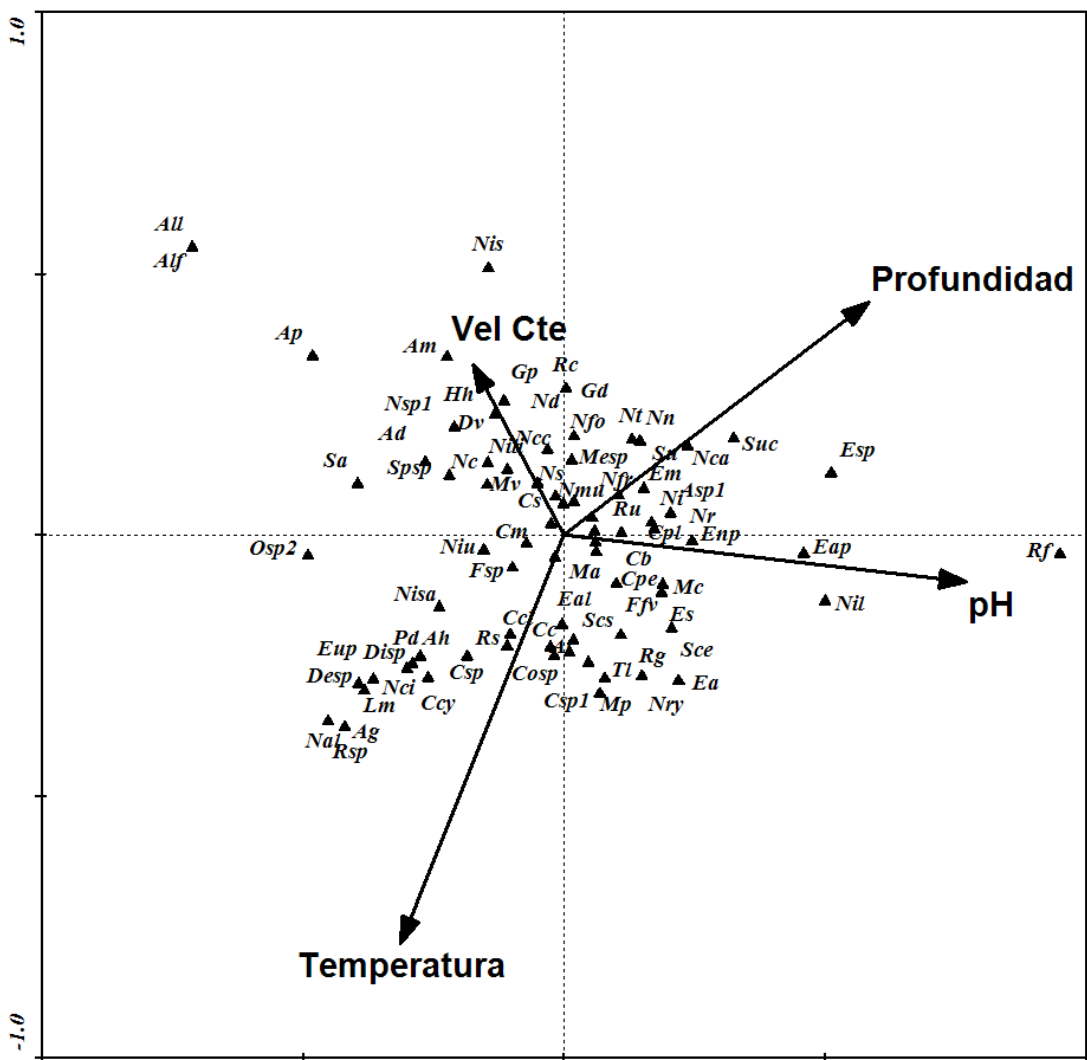


Fig. 8. Ordenación por CCA de las especies de perifiton con las variables ambientales, en el arroyo Achiras, durante el período 2005-2006. Para las abreviaturas ver Tabla 2.

Este sitio se interpretó por un gradiente con valores mayores de velocidad de corriente y profundidad para las muestras de otoño, invierno y primavera. Estos resultados concuerdan con lo expresado por Peterson & Stevenson (1992) respecto a que tanto la estructura como la diversidad de la comunidad están periódicamente sujetas a las variaciones de la velocidad de corriente.

Los sitios 1 y 2 se interpretaron, en general, por un gradiente con valores mayores de pH coincidiendo con los resultados obtenidos por Luque & Martínez de Fabricius (2003) para el río Piedras Blancas, que presenta características geomorfológicas semejantes al área analizada.

La temperatura explicó una proporción significativa de la variación, de igual manera a lo observado por Luque & Martínez de Fabricius (2003) y Gari & Corigliano (2004). Estos autores observaron la influencia notable de la temperatura, que determinó la dinámica temporal de la abundancia y el número de especies. Todos los grupos formados por la clasificación estuvieron integrados, en su mayoría, por organismos que pertenecen al orden Biraphidales, característicos de comunidades maduras (Stevenson & Peterson, 1991; Kawamura & Hirano, 1992; Passy, 2002) lo que estaría indicando la ausencia de precipitaciones abundantes, al menos durante el período de muestreo y sobre todo durante el verano, que fue acompañado con menores velocidades de corriente.

Se puede predecir que con la construcción de la presa, aumentará la abundancia de colonizadores primarios aguas arriba de la presa y los colonizadores secundarios lo harán aguas abajo. Por otro lado, los ensambles de especies serán diferentes entre antes y después del emplazamiento de la presa, principalmente en el sitio aguas abajo del embalse, obteniendo especies indicadoras del cambio. Además, el perifiton no presentará diferencias entre períodos hidrológicos en el sitio aguas abajo de la presa debido a su efecto homogeneizador y se producirá una reducción de la diversidad y aumento en la biomasa.

## AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNRC (SECYT), por los subsidios otorgados para realizar esta investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARCHIBALD, R. E. M. 1983. *The diatoms of the Sundays and Great at Fish Rivers in the Eastern Cape Province of South Africa*. Bibliotheca Diatomologica 1, 362 pp., 34 láms. J. Cramer. Vaduz.
- BATTARBEE, E. W. 1986. Diatom Analysis. In: BERGLUND, B.E. (eds.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. 527-570. J. Wiley & Sons, New York.
- BOURRELLY, P. 1981. *Les Algues d'eau douce. Les algues jaunes et brunes. II*. Boubée, Paris. 517 pp., 118 láms.
- BOURRELLY, P. 1985. *Les Algues d'eau douce. Les algues bleues et rouges. III*. Boubée, Paris. 606 pp., 139 láms.
- BOURRELLY, P. 1990. *Les Algues d'eau douce. Les algues vertes. I*. Boubée, Paris. 572 pp., 121 láms.
- DESIKACHARY, T. V. 1959. *Cyanophyta*. Board. New Delhi. 545 pp.
- DÍAZ VILLANUEVA, V.; C. QUEIMALIÑOS; B. MODENUTTI & J. AYALA. 2000. Effects of fish farm effluents on the periphyton of an Andean stream. *Arch. fish. Mar. Res.* 48(3): 252-263.
- DUFRENE M. & P. LEGENDRE., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecol. Monogr.* 67, 345-366.
- GARI, E. N. 2002. *Deriva algal en la confluencia de arroyos serranos*. Tesis Doctoral. UNRC. 133 pp.
- GARI, N. & M. DEL C. CORIGLIANO. 2004. La estructura del perifiton y de la deriva algal en arroyos serranos. *Limnética* 23 (1-2):11-24.
- GARI, N. & M. DEL C. CORIGLIANO. 2005. El efecto de arroyos tributarios de menor orden sobre el perifiton de un río de llanura. *Biología Acuática* 22: 141-150.
- GERMAIN, H. 1981. *Flore des Diatomeés*. Boubée. Paris. 448 pp.
- GIORGI, A. & L. MALACALZA. 2002. Effect of an Industrial Discharge on Water Quality and Periphyton Structure in a Pampean Stream. *Environ. Monit. Assess.* 75 (2): 107-119.
- GIORGI, A., C. FEIJOÓ & G. TELL. 2005. Primary producers in a Pampean stream: temporal variation and structuring role. *Biodiv. Conserv.* 14 (7): 1699-1718.
- HASLE, G. R. 1978. Some specific preparations: Diatoms. In: SOURNIA A. (eds.) *Phytoplankton manual*. UNESCO: 136-142.
- HILL, M. O. 1979. *TWINSPAN - A Fortran Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes*. New York (Cornell University). 60 pp.
- HILL, B.H.; A.T. HERLIHY; P.R. KAUFMANN;

## M. A. Amaidén y E. N. Gari - Perifiton en el mesohábitat de un arroyo serrano

- R.J. STEVENSON; F.H. McCORMICK & C.B. JOHNSON. 2000. Use of periphyton assemblage data as an index of biotic integrity. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 19 (1): 50-67.
- JEFFRIES, M. & D. MILLS. 1990. *Freshwater Ecology: Principles and Applications* Belhaven Pres, London, UK. 284 pp.
- KAWAMURA, T. & R. HIRANO, 1992. Seasonal changes in benthic diatom communities colonizing glass slides in Aburatsubo bay, Japan. *Diat. Res.* 7 (2): 227-239.
- KEMP, J. L., D. M. HARPER & G. A. CROSA, 2000. The habitat-scale ecohydraulics of rivers. *Ecol. Eng.* 16: 17-29.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. Bacillariophyceae 2. Naviculaceae 2/1. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heinig, H., Moltenhauer, D. (eds.). *Süswasserflora vom Mitteleuropa*. G.F. Verlag, Jena. 875 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae 2/2. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heinig, H., Moltenhauer, D. (eds.). *Süswasserflora vom Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Jena. 596 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991a. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. 2/3. In: Ettl, H., Gerloff, J., Heinig, H., Moltenhauer, D. (eds.). *Süswasserflora vom Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Jena. 576 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991b. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis 2/4. In: Ettl, H., Gartner, G.; Gerloff, J., Heinig, H., Moltenhauer, D. (eds.). *Süswasserflora vom Mitteleuropa*. G. Fischer Verlag, Jena. 437 pp.
- LUQUE, M. E. 1998. *Comunidad fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina)*. Tesis. Fac. de Formación Docente en Ciencias. Univ. Nac. del Litoral. 119 pp.
- LUQUE, M. E., E. N. GARI & A. L. MARTINEZ DE FABRICIUS. 1997. Fitoplancton y Fitobentos de la cuenca superior del río Chocancharava (Ex Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC* 17(1): 49-67.
- LUQUE, M. E. & A. L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS. 2000. Ficoflora fitoplanctónica y epilítica del río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 35:21-32.
- LUQUE, M. E. & A. L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS. 2002. Distribución temporal de algas epilíticas en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 37:29-39.
- LUQUE, M. E. & A. L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS. 2003. Distribución temporal del fitoplancton y el epilíton en el río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Limnética* 22(3-4): 19-34.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L., M. E. LUQUE, D. LOMBARDO & E. BRUNO. 2007. Potamoplancton en la cuenca media del río Cuarto (Córdoba, Argentina). *Limnética* 26 (1): 25-38.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L., N. MAIDANA, N. GOMEZ; & S. SABATER. 2003. Distribution patterns of benthic diatoms in a Pampean river exposed to seasonal floods: the Cuarto River (Argentina). *Biodiv. Conserv.* 12: 2443-2454.
- MC ALEECE, N. 1997. *Biodiversity professional. Versión 2.0. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science*. Web link: <http://www.sams.ac.uk/research/software>.
- McCUNE B. & J. B. GRACE 2002. *Analysis of Ecological Communities*, MjM Software, Oregon.
- MOMO, F. R. 1995. A new model for periphyton growth in running waters. *Hydrobiologia* 299 (3): 215-218.
- PASSY, S. I. 2001. Spatial paradigms of lotic diatom distribution: A landscape ecology perspective. *J. Phycol.* 37: 370-378.
- PASSY, S. I. 2002. Environmental randomness underlies morphological complexity of colonial diatoms. *Func. Ecol.* 16: 690-695.
- PASSY, S. I. 2006. Diatom community dynamics in streams of chronic and episodic acidification: The roles of environment and time. *J. Phycol.* 42: 312-323.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1966. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 1. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Monogr.* 13: 1-688.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1975. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Vol. 2. *Acad. Nat. Sci. Philadelphia. Monogr.* 13: 1-213.
- PETERSON, C. G. & R. J. STEVENSON. 1992. Resistance and resilience of lotic algal communities: importance of disturbance timing and current. *Ecology* 73 (4): 1445-1461.
- POTAPOVA, M. G. & D. F. CHARLES. 2002. Benthic diatoms in USA rivers: distributions along spatial and environmental gradients. *J. Biogeogr.* 29: 167-187.
- PRESCOTT, G. W. 1962. *Algae of the Western Great lake area*. Otto Koeltz Science. Germany. 977 pp.
- RABENI, C. F., K. E. DOISY & D. L. GALAT, 2002. Testing the biological basis of a stream habitat classification using benthic macroinvertebrates. *Ecol. Appl.* 12: 782-796.
- ROUND, F. E., R. M. CRAWFORD & D. C. MANN. 1991. *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp.

- SIMONSEN, R. 1979. The diatom system: Ideas on Phylogeny. *Bacillaria* 2: 9-71.
- SOININEN, J. 2004. Determinants of benthic diatom community structure in boreal streams: the role of environmental and spatial factors at different scales. *Int. Rev. of Hydrobiol.* 89: 139-150.
- SOININEN, J., R. PAAVOLA & T. MUOTKA. 2004. Benthic diatom communities in boreal streams: community structure in relation to environmental and spatial gradients. *Ecography* 27: 330-342.
- SOLARI, L. & C. CLAPS. 1996. Planktonic and benthic algae of a pampean river (Argentina): comparative analysis. *Ann. Limnol.- Int. J. Lim.* 32 (2):89-95.
- STEVENSON, R.J. & C. G. PETERSON 1991. Emigration and immigration can be important determinants of benthic assemblages in streams. *Freshwater Biol.* 26: 279-294.
- STOERMER, E. F., R. G. KREIS, JR, & N. A. ANDRESEN. 1999. Checklist of Diatoms from the Laurentian Great Lakes. II. *J. Great Lakes Res.* 25: 515-566.
- TELL, G. & V. CONFORTI. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. *Biblioth. Phycol.* 75: 1-301, 1025 láms. J. Cramer. Berlin. Stuttgart.
- TER BRAAK, C. J. F. & P. SMILAUER 1998. *CANOCO. Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4)*. Microcomputer Power. Ithaca. New York. USA. 352 pp.
- VAN LANDINGHAM, S. L. 1967-1979. *Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. I-VIII*. J. Cramer. Vaduz. 4654 pp.
- VILLAFAÑE, V. E. & F. M. H. REID. 1995. Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton. In: ALVEAL, K.; M. E. FERRARIO; E.C. OLIVEIRA & E. SAR (eds.). *Manual de Métodos Ficológicos* Universidad de Concepción. Chile: 169-185.
- WHITTON, B. A. 1991. Aims of monitoring. In: WHITTON, B. A; E. ROTT & G. FRIEDRICH (eds.). *Use of algae for the monitoring rivers*. STUDIA Studentenforderungs-Ges.m.b.H, Austria; 5-7.

Recibido el 20 de mayo de 2011, aceptado el 19 de septiembre de 2011.