

Composición taxonómica y riqueza de diatomeas en el Río Suquía, Córdoba (Argentina)

Luciana V. Mengo¹

¹*Departamento de Diversidad Biológica. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.*

Fecha de recepción del manuscrito: 09/03/2017

Fecha de aceptación del manuscrito: 12/06/2017

Fecha de publicación: 15/09/2017

Resumen—Las diatomeas constituyen uno de los grupos taxonómicos más importantes de las comunidades perifíticas, debido a la facilidad que este grupo tiene para formar colonias y adherirse al sustrato. Los ecosistemas lóticos presentan una heterogeneidad espacio-temporal determinada por cambios de los factores físico-químicos. Las urbanizaciones afectan dichos factores influyendo en la composición y distribución de especies. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar la composición taxonómica y riqueza de diatomeas presentes en el tramo del Río Suquía que recorre las ciudades de La Calera y Córdoba. Se muestrearon diferentes puntos durante el período Otoño 2014-Verano 2015. Se citan por primera vez 23 especies para el área de estudio y 6 para la Provincia de Córdoba. El sitio La Calera fue más diverso y significativamente diferente de Vado Sargento Cabral (Córdoba). Esto estaría asociado principalmente al grado de modificación en las riberas del río.

Palabras clave—urbanización, bioindicador,

Abstract—The diatoms are the one more important taxonomic group of the periphytic communities, because of the ease that this group has to form colonies and adhere to the substrate. The lotic ecosystems have a spacial-temporal heterogeneity determined by changes of the physical-chemical factors. The urbanization affects these factors influencing on the composition and distribution of species. The present study had as objective to analyze the taxonomic composition and richness of diatoms present in the stretch of The River Suquia that travels the cities of La Calera and Cordoba. Different points were sampled during the Fall 2014-Summer 2015 period. Twenty three species are cited for first time for the study area and 6 for the Province of Cordoba. The site La Calera was the most diverse and significantly different of Vado Sargento Cabral (Cordoba). This would be mainly associated to the degree of modification on the riversides.

Keywords—urbanization, bioindicator

INTRODUCCIÓN

Las diatomeas constituyen uno de los grupos taxonómicos más importantes de las comunidades perifíticas, principalmente debido a la facilidad que este grupo de algas tiene para formar colonias y adherirse al sustrato (Cox, 1996; Peterson, 1996). Los ecosistemas lóticos presentan una amplia heterogeneidad espacio-temporal determinada por cambios en los factores físico-químicos que influyen sobre ellos (Ward, 1989). La interacción de estas variables ejerce una influencia sobre la distribución de los organismos, sus interacciones y sus adaptaciones (Borje-García y Cantoral-Uriza, 2007).

La expansión antrópica y los cambios en el uso de la tierra que ella promueve, constituyen uno de los principales factores que afectan la biodiversidad a nivel global (Newbold et al., 2015). En particular, las urbanizaciones afectan notablemente las propiedades bióticas y abióticas de los ecosistemas sobre los que se erigen. En los sistemas acuáticos, se ha observado que influyen sobre la composición y distribución de especies (Walker y Pan, 2006; Moresco y Rodrigues, 2013). Como resultado se han observado importantes impactos negativos en la calidad del agua y la riqueza de especies, particularmente macro-invertebrados (Violin et al., 2011).

Para el estudio de los sistemas acuáticos, es muy frecuente la utilización de indicadores biológicos ya que constituyen estimaciones más generalizadas y eficaces sobre lo que realmente puede estar ocurriendo con la calidad de agua del sistema; no sólo por reflejar condiciones actuales sino también por reflejar condiciones de épocas pasadas (Oscoz et al., 2007).

Dirección de contacto:

Luciana Mengo, Av. Ambrosio Olmos 1142 1er Piso, Nueva Córdoba, X5000JGT Córdoba, Tel: 0351 468-2781, luci.92.22@gmail.com.

Las diatomeas tienen un rol fundamental en las redes tróficas y son excelentes indicadoras de la contaminación orgánica y de la eutrofización producida en los cuerpos de aguas (Mayer y Likens, 1987). Además, se relacionan estrechamente con los ciclos bioquímicos (Kim et al., 1990; Mulholland, 1996). Se ha observado que las comunidades de diatomeas son afectadas por aumentos en la concentraciones de nutrientes, como fósforo y nitrógeno provocadas por la creciente urbanización (Sonneman et al., 2001).

Por su condición de bioindicadoras, la caracterización de las distintas comunidades de diatomeas a lo largo de un sistema fluvial permite definir distintos estados de sucesión de las mismas y a partir de ello dar una idea aproximada de la calidad de agua de ese sistema (Martínez de Fabricius y Corigliano, 1989).

En Argentina se han realizado diversos estudios sobre flora diatomológica en sistemas lóticos de la Provincia de Buenos Aires (Licursi et al., 2006; Licursi y Gómez, 2013), Noroeste (Maidana & Seeligmann, 2006; Maidana et al., 2009, 2011; González Achem et al., 2014), Córdoba (Martínez de Fabricius, 1996; Martínez de Fabricius et al., 2005), etc. Particularmente, en el río Suquía, (Provincia de Córdoba) se han reportado estudios sobre diatomeas desde el siglo XIX (Cleve, 1881; Frenguelli, 1923; Daga, 1993; Donini, 2000). En este último trabajo se analizó además a las diatomeas como bioindicadoras de contaminación.

El Río Suquía es el principal cuerpo de agua que atraviesa la ciudad de Córdoba. Los desechos generados por diversas actividades antrópicas (domésticas e industriales) que allí se desarrollan, son las principales fuentes de contaminación del río (Pasquini et al., 2012).

El conocimiento acerca de las comunidades de diatomeas presentes en distintos tramos del río a lo largo de un gradiente de urbanización puede proveer información relevante acerca de los cambios promovidos por éstas, permitiendo sentar bases para monitoreos biológicos. De este modo, también se pueden establecer qué especies son sensibles y resistentes a la intensidad de urbanización para ser utilizadas como bioindicadores.

El objetivo de este trabajo fue analizar la composición taxonómica y riqueza específica de la comunidad de diatomeas presentes en la cuenca del Río Suquía, en el tramo que incluye las ciudades de La Calera y Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Río Suquía es uno de los más importantes sistemas de agua dulce de la Provincia de Córdoba (Argentina). Está incluido en la convergencia de varios ríos y lagos que nacen de la cadena montañosa llamada "Sierras Grandes". Su cuenca endorreica fluye de oeste a este en concordancia con el gradiente altitudinal. El Río Suquía nace en el Dique San Roque, recorre unos 35 km aproximadamente antes de entrar a la Ciudad de Córdoba, fluyendo por cerca de 40 km

a través de la ciudad y continuando otros 150 km hasta la Laguna Mar Chiquita (Vázquez, 1979). Su cuenca cubre aproximadamente 7700 km², de los cuales 900 km² corresponden al área de la Ciudad de Córdoba. El régimen fluvial depende exclusivamente del aporte pluvial, con una marcada estacionalidad, concentrándose el período de lluvias de octubre a abril (Vázquez, 1979). El área de este estudio abarcó unos 19,4 km, en línea recta, y unos 31,5 km de recorrido del río, segmento de la cuenca desde la Ciudad de La Calera (Córdoba) hasta el Vado Sargento Cabral en la Ciudad de Córdoba.

Sitios de muestreo

Los muestreos se realizaron en la zona periférica del río incluyendo lagunas temporarias en los márgenes del mismo entre el otoño del 2014 y el verano del 2015, tomándose cuatro sitios de muestro que reflejan de menor a mayor un gradiente de intensidad de urbanización (Fig. 1). El primero constituye la intensidad más baja mientras que el último la más alta por representar todas las intensidades acumuladas:

1. La Calera, Córdoba (31°20'53.50" S 64°20'02.78"O), ubicado en la Ciudad de La Calera, se encuentra antes de la entrada del río a la Ciudad de Córdoba,

2. Puente Antártida (31°24'19.70"S 64°11'42.65"O), ubicado en el centro de la Ciudad de Córdoba, aquí el río se encuentra encauzado con hormigón, por lo que su velocidad es mayor que en otros sitios. Inmediatamente posterior a este punto, se encuentra la desembocadura del Arroyo La Cañada,

3. Puente Olmos (31°24'44.14"S 64°10'30.79"O), es un sitio que presenta un amplio cauce natural, con abundante vegetación en los márgenes, así como piedras y escombros que propician la formación de lagunas temporarias,

4. Vado Sargento Cabral (31°25'06.11"S 64°09'01.57"O), ubicado casi a las afueras de la ciudad, presenta abundantes residuos en los márgenes del cauce natural.

Muestreo

Se tomaron 4 submuestras in situ de agua y sedimento mediante la técnica de raspado de rocas (Bourrelly, 1972) en los márgenes del río y se las colocaron en botellas debidamente rotuladas. Si el lecho se presentaba limoso-arenoso, se procedía a recolectar una alícuota del sedimento con una cuchara. En el laboratorio, se trataron cada una de las muestras con peróxido de hidrógeno para la limpieza de las tecas silíceas (Battarbee, 1986) al 3% P/V y luego ser analizadas luego en el microscopio óptico Kyowa (LVV) a 10X y 40X. En el mismo se observaron las submuestras tantas veces hasta que no se registrara la presencia de nuevas especies en las mismas. Las muestras fueron conservadas con formol al 1%, se etiquetaron para ser almacenadas en el herbario del Laboratorio de Hidrobiología, Área de proyectos especiales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

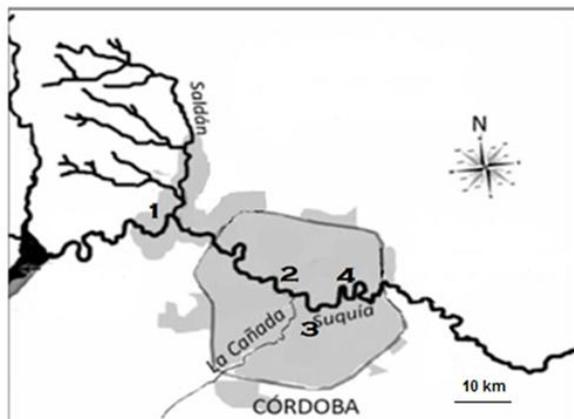


Fig. 1. Área de estudio con los sitios de muestreos. 1-La Calera; 2- Puente Antártida; 3-Puente Olmos; 4-Vado Sargento Cabral.

Además se registraron in situ valores de la temperatura del agua, pH, y conductividad (mediante sensores portátiles Waterproof WP30), y oxígeno disuelto (mg/l) a través del medidor Oakton DO6.

La identificación de las especies estuvo basada en la literatura: Hustedt (1930), Patrick y Reimer (1966; 1975); Lange-Bertalot (1980), Daga (1993), Kramer y Lange-Bertalot (1988), Donini (2000), Vouilloud (2003), Novello (2012), además del sitio web Algaebase (Guiry y Guiry, 2016).

Análisis de datos

En una matriz de presencia/ausencia se dispusieron los datos colectados de cada una de las especies, para determinar la riqueza específica y variación de la composición taxonómica a lo largo del ciclo anual. Además se calculó la frecuencia relativa de especies en relación al número total de muestras analizadas (Rivero Branco, 1984).

Con el software estadístico Infostat© (Di Rienzo et al., 2014) se evaluó la diferencia en riqueza entre sitios y estaciones por medio del Análisis de la Varianza (Anava). Se tomó un nivel de significancia del 5% y se analizaron esas diferencias con un Test de Tuckey. Con el mismo programa, se realizó una Correlación de Spearman entre la riqueza de especies de cada muestra y las variables físico-químicas del agua para establecer si existen relaciones entre cada uno de ellos. El nivel de significancia también fue del 5%.

RESULTADOS

Comunidad de diatomeas en el Río Suquia

En este estudio se identificaron 55 especies de diatomeas correspondientes a 26 géneros que se reconocieron a partir de las 16 muestras tomadas en los márgenes del Río Suquia durante el período establecido. Del total de especies se citan por primera vez 23 especies para el área de estudio y 6 para la Provincia de Córdoba (ver Anexo).

Del total de especies, el 85% pertenecen a la Subclase Bacillariophycidae mientras que el 15% restante a la Subclase Mediophyceae. Los géneros mejor representados en cuanto a número de especies fueron: *Gomphonema* (8), *Nitzschia* (6), *Pinnularia* (5), *Navicula* (4), *Encyonema* (3), *Aulacoseira* (3) y *Epithemia* (3).

Entre las especies con mayor frecuencia relativa se destacan *Amphora ovalis* (0,69), *Cocconeis placentula* var. *euglipta* (1), *Cyclotella meneghiniana* (0,87) *Cymatopleura solea* (0,81), *Diatoma vulgare* (0,94), *Gomphonema augur* (0,75), *Gomphonema olivaceum* (0,69), *Melosira varians* (1), *Navicula lanceolata* (0,87), *Nitzschia palea* (0,625), *Pleurosira laevis* (0,75), *Staurisira construens* (0,81), *Surirella ovalis* (0,56) y *Ulnaria ulna* (1).

Del total de especies, sólo 3 se hallaron en todas las muestras colectadas todos los muestreos realizados (*Cocconeis placentula* var. *euglipta*, *Melosira varians* y *Ulnaria ulna*), mientras 15 especies se encontraron en una sola muestra.

El sitio con mayor riqueza de especies fue La Calera ($\bar{x}=21,50$), seguido de Puente Antártida ($\bar{x}=20,25$), en tanto que Puente Olmos ($\bar{x}=17,25$) y Vado Sargento Cabral ($\bar{x}=16,75$) se presentaron como los de menor riqueza. No obstante, sólo se encontraron diferencias significativas entre el sitio La Calera y Vado Sargento Cabral ($p<0,05$). Con respecto a las estaciones, la primavera presentó el mayor número de especies ($\bar{x}=22,50$) y sólo fue significativamente diferente a la estación del otoño ($\bar{x}=16,50$) ($p<0,05$) (Fig. 2).

Parámetros físico-químicos

En la Tabla 1 se presentan los parámetros físico-químicos. En primer lugar, la temperatura del agua presentó las variaciones características anuales, con un valor mínimo de 15,95°C registrado en el sitio La Calera en la estación del invierno, mientras que el máximo valor alcanzado fue de 30°C en el mismo sitio durante la estación de la primavera.

Los valores de pH registrados fueron en su mayoría superiores a 7 (7,20-8,90) a excepción de lo que se registró en Vado Sargento Cabral en la estación del otoño donde se registró un pH de 6,30. La conductividad presentó un rango de valores bastante amplio (484-1827 μ S.cm⁻¹), registrándose los valores más altos en sitio Vado Sargento Cabral y en la estación de invierno. Por otro lado, los valores más bajos de conductividad estuvieron en el Puente Antártida y en la estación del verano. En tanto que el oxígeno presentó sus máximos valores en promedio en el otoño (9,58 mg/l), y los mínimos en el verano (5,96 mg/l).

Correlación entre riqueza de especies y los parámetros físico-químicos

Se encontró, como era esperable, una correlación significativa entre el O₂ mg/l y la temperatura del agua $r = -0,52$ ($p=0,01$), el cual refleja una relación inversa entre ambos. Por otra parte, se registró una posible relación

inversa entre el O₂ mg/l y la riqueza específica de especies (-0,65; $p=0,01$). Además, la conductividad se correlacionó inversamente con el pH ($r=-0,59$; $p=0,02$). Las demás relaciones no resultaron significativas.

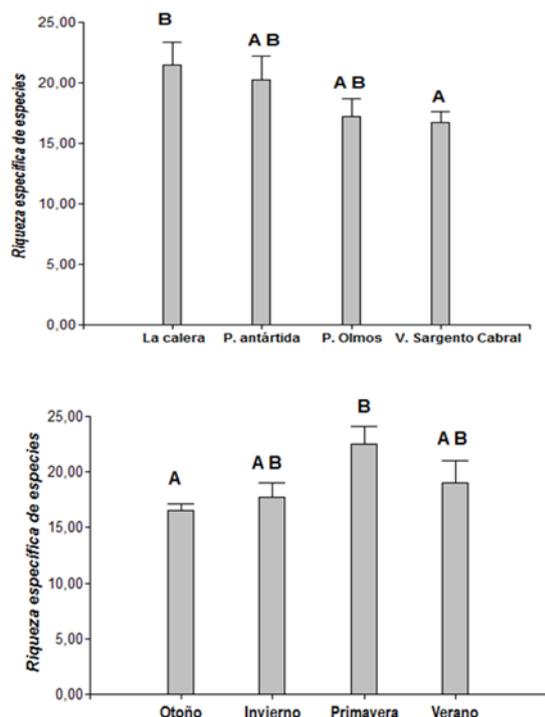


Fig. 2. Riqueza de especies con su error asociado en base a sitios y estaciones muestradas. Las distintas letras reflejan diferencias significativas.

DISCUSIÓN

La comunidad de diatomeas

Este trabajo ha aportado la cita de 23 nuevas especies para el área de estudio y 6 para la Provincia de Córdoba. La comunidad de diatomeas presentó una composición y riqueza similar a la registrada en trabajos previos en el área de estudio (Daga, 1993; Donini, 2000), como los realizados en otras regiones de la Provincia de Córdoba (Corigliano et al., 1994; Martínez de Fabricius, 1996; Luque et al., 1997; Martínez de Fabricius et al., 2005). Las especies *Cocconeis placentula* var. *euglipta*, *Melosira varians* y *Ulnaria ulna* estuvieron presentes en todas las muestras analizadas y han sido previamente citadas en ambientes eutrofizados a hipereutrofizados. Esto refleja un alto grado de deterioro en toda el área de estudio (Van Dam, et al., 1994; Fore, 2003; Céspedes-Vargas et al., 2016). En el pasado, La Calera era catalogada por diversos autores como un sitio prístino (Hued y Bistoni, 2005; Rautenberg et al., 2014). Los resultados de este trabajo sugieren que si bien es el sitio con menor intensidad antrópica, se ha ido incrementando su deterioro en los últimos años.

Otras especies indicadoras de eutrofización encontradas en la mayoría de los sitios, son *Cymatopleura solea*, *Gomphonema olivaceum*, *G. parvulum*, *Navicula gregaria*,

Nitzschia palea, *N. sigmoidea*, *Pleurosira laevis*, *Surirella ovalis* (Fore, 2003).

Se encontró una asociación entre las especies que corresponde a lo que Margalef (1983) describe para la República Argentina como *Melosiretum rivulare* constituida

TABLA 1. Valores estacionales de los parámetros físico-químicos en cada uno de los sitios de muestreo.

	La Calera	P. Antártida	P. Olmos	V. Sargento Cabral
Otoño				
Temperatura (°C)	17	18,4	18,4	19,5
pH	8,4	8,7	8,9	6,3
Conductividad (μs.cm-1)	471,5	890,5	815	931
Oxígeno disuelto (mg.l1)	9,72	9,13	9,86	9,8
Invierno				
Temperatura (°C)	15,95	26,6	26,85	23,25
pH	8,1	8,5	8,05	7,9
Conductividad (μs.cm-1)	719,5	951	1414	1367
Oxígeno disuelto (mg.l1)	6,66	4,63	6,67	6,83
Primavera				
Temperatura (°C)	29,85	22,3	27,15	27,8
pH	8,35	8,25	8,15	7,9
Conductividad (μs.cm-1)	672	850	1193	881
Oxígeno disuelto (mg.l1)	5,3	6,18	5,5	8,69
Verano				
Temperatura (°C)	25,9	21	25,6	24,85
pH	8,5	9,15	8,35	8,3
Conductividad (μs.cm-1)	764	464,5	522,5	1137,5
Oxígeno disuelto (mg.l1)	5	5,61	6,66	6,54

entre otras especies por: *Melosira varians*, *Ulnaria ulna*, *Cocconeis placentula*, *Gomphonema olivaceum*, *Cymbella ventricosa*, *Amphora ovalis*, *Nitzschia sigmoidea*, *N. palea*, *Surirella* sp, etc. Esta asociación de diatomeas está vinculada a aquellas que viven fijadas a otras algas de mayor tamaño. En este caso, se las encontraron asociadas a *Cladophora* sp.

La variación espacio-temporal de la diversidad de diatomeas

De acuerdo a la hipótesis de este trabajo, los resultados observados reflejan que la urbanización sería un factor determinante en la riqueza de las comunidades de diatomeas. La riqueza en relación inversa a la intensidad de urbanización ratifica que las diatomeas son organismos sensibles al impacto antrópico y es consistente con lo observado en otro estudio donde se encontró el mismo tipo de relación con este grupo algal (Sonneman et al., 2001).

La pérdida de vegetación en las márgenes del río y el aumento de descargas de desechos y aguas pluviales, que se incrementa a medida que el curso de agua ingresa a áreas más urbanizadas, podrían ser los causantes de una disminución de la capacidad ecológica del mismo, lo que llevaría a un aumento de la materia orgánica y de contaminantes presentes en el sistema (Walsh et al., 2005).

El incremento de otros tipos algales como cianobacterias y clorófitas, a lo largo del gradiente de urbanización, indicaría cambios en las condiciones físico-químicas de este curso de agua (Taylor et al., 2004). Sin embargo es estaban presentes especies resistentes a la contaminación como *Navicula cryptocephala* pero no eran dominantes. Al atravesar la Ciudad de Córdoba se observaron diferencias en las comunidades de diatomeas al disminuir la riqueza, hecho que se confirma en el presente trabajo.

Las crecidas del río en el verano, debido a las intensas lluvias, no afectaron a la comunidad de diatomeas en el sitio de muestreo de La Calera. Esto podría deberse a que la cubierta de las zonas ribereñas atenúan los cambios que se producen en las crecidas, hecho que tiende a estabilizar las comunidades periféricas (Allan, 2004). Esta situación no fue registrada en los demás sitios de muestreo.

La relación encontrada entre la riqueza de especies y el oxígeno disuelto, exceden a los alcances de este trabajo, ya que se requiere de otras variables que no fueron medidas (como por ejemplo, concentración de células, clorofila, etc.) para ser fundamentada. La riqueza específica de especies por sí sola, no es parámetro suficiente para establecer alguna relación causal entre ambas variables.

En relación a las variaciones de temperatura, se suele observar que la riqueza de diatomeas es máxima en el rango de 25-30°C (De Nicola, 1996). Si bien los valores de correlación no arrojaron una asociación significativa entre temperatura y riqueza de especies, si hubo una tendencia de que la mayor riqueza se encontró en la estación más cálida (primavera) y la menor en la estación con las temperaturas más bajas (otoño). Sin embargo, otros autores (Hynes, 1970; Patrick, 1971), han encontrado que la riqueza de diatomeas en comparación con la de otros tipos de algas, es mayor en el otoño e invierno, ya que éstas se adaptan mejor a las bajas temperaturas que el resto de las clases algales. No obstante, estas diferencias quizá se deban a que dichos estudios hayan sido realizados en otras regiones con sistemas acuáticos con características bióticas y abióticas diferentes a las de esta región.

necesario el estudio de otras variables no tenidas en cuenta en el presente estudio, que respalden estas afirmaciones.

Según Donini (2000), en el área estudiada la calidad del agua, antes de su ingreso a la ciudad, era intermedia, ya que

CONCLUSIONES

Se confirma la hipótesis planteada, ya que entre los sitios La Calera y el Vado Sargento Cabral, se pudieron establecer diferencias significativas, infiriéndose que la urbanización afecta negativamente la riqueza de la comunidad de diatomeas, asociado principalmente al grado de modificación de las riberas del río.

En líneas generales la comunidad de diatomeas presente en el área de estudio, es bioindicadora de ambientes con algún grado de deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas. Se citan 23 nuevas especies para el área de estudio y 6 para la Provincia de Córdoba.

El sitio La Calera, clasificado por diversos autores como prístino en el pasado, la comunidad de diatomeas observada no reflejó esta condición.

Es necesario realizar estudios complementarios que verifiquen esta condición. Aunque sigue conservando una cubierta arbórea mayor que el resto de los sitios, que pudo haber aminorado los cambios en la comunidad de diatomeas periféricas durante la época de lluvias.

Los resultados sugieren que las comunidades de diatomeas son sensibles a la intensidad de urbanización. Esto revela el potencial de estos organismos para ser utilizados en el diseño de índices bioindicadores.

APÉNDICE

Anexo A continuación se presenta una lista de los taxa identificados (Tabla 2), señalándose con dos asteriscos (**) aquellos citados por primera vez para la provincia y con un asterisco (*) para el área de estudio.

TABLA 2. Listado de taxa identificados por sitio y estación de muestreo. Los dos asteriscos (**) refieren a aquellos citados por primera vez para la provincia, y un asterisco (*) para el área de estudio.

Especie	La Calera				Puente Antártida				Puente Olmos				Vdo. S. Cabral			
	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
<i>Achnanthes exigua</i> Grunow *	x		x						x				x			
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing		x	x	x	x	x	x	x		x	x			x	x	
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	x	x					x	x	x	x				x		
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O.F. Müller) Simonsen *			x					x								
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen *			x	x							x	x			x	x
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Coscinodiscus aff. lacustris</i> Grunow						x										
<i>Coscinodiscus lacustris</i> Grunow *	x	x		x	x		x	x			x		x		x	x
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G. Mann								x				x				
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) O.Kirchner				x							x				x	
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) van Heurck			x		x	x		x								

Especie	La Calera				Puente Antártida				Puente Olmos				Vdo. Sgto. Cabral			
	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G. Mann*	x								x							
<i>Encyonema aff. prostratum</i> (Berkeley) Kützing *					x											
<i>Encyonema ventricosum</i> (C. Agardh) Grunow *		x					x	x		x	x	x				x
<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing *			x													
<i>Epithemia turgida var. granulata</i> (Ehrenberg) Brun **			x													
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing *			x													
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & D.G. Mann											x					
<i>Gomphonema acuminatum var. coronatum</i> (Ehrenberg) W. Smith *			x													
<i>Gomphonema aff. augur</i> Eherenberg	x															
<i>Gomphonema augur</i> Eherenberg *		x		x		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg *								x								
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg	x						x									
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x			x	
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing							x				x					
<i>Gomphonema ventricosum</i> Gregory *	x				x			x						x		
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing		x					x		x		x				x	x
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	
<i>Navicula peregrina</i> (Ehrenberg) Kützing			x													
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing *		x					x									
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch **		x				x				x						
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith		x	x	x			x	x	x		x	x			x	x
<i>Nitzschia parvula</i> W. Smith **				x												
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst *									x				x			
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith *		x	x			x	x		x					x		
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst	x		x		x								x	x		
<i>Pinnularia aff. gibba</i> Eherenberg					x	x		x	x			x	x	x		
<i>Pinnularia gibba</i> Eherenberg *		x	x	x			x							x	x	x
<i>Pinnularia aff. streptoraphe</i> Cleve								x						x		
<i>Pinnularia streptoraphe</i> Cleve **									x							
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg *				x												
<i>Placoneis exigua</i> Mereschkovsky **		x		x		x										
<i>Pleurosigma aff. salinarum</i> (Grunow) Grunow							x									x
<i>Pleurosigma salinarum</i> (Grunow) Grunow **								x				x				
<i>Pleurosira laevis</i> (Meneghini) Trevisan		x	x	x	x		x	x		x	x	x		x	x	x
<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kützing) Grunow	x		x												x	
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg		x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	x	x	x	x		x	x		x	x	x					
<i>Surirella tenera</i> Gregory, Quart								x								
<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory				x									x			
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

AGRADECIMIENTOS

Al Laboratorio de Hidrobiología, Área de Proyectos Especiales y a la Cátedra de Diversidad Biológica I donde

llevé a cabo este trabajo. A mi directora de tesina, Biól. Claudia Daga por su invaluable colaboración y asesoramiento para la realización del mismo.

REFERENCIAS

- [1] Allan, D. (2004), Landscapes and riverscapes: The influence of the land use on streams ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35: 257-284.
- [2] Battarbee, R. (1986), Diatom analysis. En BE Berglund (ed), *Handbook of Holocen Palaeoecology and Palaeohydrology*. Chichester: Jhon Wiley and sons, pp 527-570.
- [3] Borje-García, M. G. y Cantoral-Uriza, E. A. (2007), Estructura comunitaria de diatomeas asociadas a talos de *Prasiola mexicana* (Chlorophyta) en el río Magdalena, *D. F. Hidrobiológica* 17(1): 11-24.
- [4] Bourrelly, P. (1972), Les algues d'eau douce, initiation a la systématique. Tome I: Les Algues Vertes. Editions N. Boubée Cie. pp 1-572.
- [5] Céspedes-Vargas, E., Umaña-Villalobos, G. y Silva-Benavides, A. M. (2016), Tolerancia de diez especies de diatomeas (Bacillariophyceae) a los factores físico-químicos del agua en Río Sarapiquí, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 64 (1): 105-115.
- [6] Cleve, P. T. (1881), Determinaciones de 4 Diatomeaceas de la República Argentina. *Boletín. Academia de Ciencias de Córdoba*. 4 (1): 191-197.
- [7] Corigliano, M. C., Martínez de Fabricius, A. L., Luque, M. E. & Gari, N. (1994), Patrones de distribución de variables físicoquímicas y biológicas en el río Chocancharava (Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Revista UNRC* 14(2): 177-194.
- [8] Cox, E. (1996), *Identification of Freshwater Diatoms from Live Material*. Londres: Chapman & Hall.
- [9] Daga, C.I. (1993), Estudio Taxonómico de las Diatomeas (Bacillariophyceae) del Río Suquía (Provincia de Córdoba, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*. 29 (1-2): 35-37.
- [10] De Nicola, D. M. (1996), Periphyton responses to temperature at different ecological levels. En: Stevenson, R. J., Bothwell, M. L. & Lowe, R. L. (Eds.) *Algal Ecology freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, pp. 150-176.
- [11] Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2014. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- [12] Donini, C. (2000), Análisis de la variación de la diversidad de especies algales bioindicadoras de contaminación en el Río Suquía (Córdoba, Argentina). Tesis de Grado, pp 1-44.
- [13] Fore, L. (2003), Response of diatoms assemblages to human disturbance: development and testing of a multimetric index for a Mid-Atlantic Region (USA). En: Simon, T. P. (Ed.) *Biological response signatures: indicator patterns using aquatic communities*. CRC press, pp. 445-480.
- [14] Frenguelli, J. (1923), Primera contribución para la sinopsis de las Diatomeas Argentinas. *Diatomeas del Río Primero en la cuenca de Córdoba*. *Boletín Academia Ciencias Córdoba* 18: 13-119.
- [15] González Achem, A. L., Seeligmann, C. T. & Alderete, M. (2014), Variaciones espacio-temporales de la flora diatomológica en Laguna de Los Pozuelos (Jujuy, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 49, (2) pp. 177-193.
- [16] Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2016), *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Disponible en: <http://www.algaebase.org>
- [17] Hynes, H. B. N. (1970), *The ecology of running waters*. Liverpool University Press. Liverpool, UK.
- [18] Hued, A.C., & Bistoni, M.A. (2005), Development and validation of a Biotic Index for evaluation of environmental quality in the central region of Argentina. *Hydrobiología* 543, 279-298.
- [19] Hustedt, F. (1930), Bacillariophyta (Diatomeae). En Pascher, A.: *Die Süßwasser – Flora Mitteleuropas*. Heft. 10. Jena, G.Fischer. pp 1-466.
- [20] Kim, B. K., Jackman, A. P., and Triska, R. J. (1990), Modeling transient storage and nitrate uptake kinetics in aflumecontaining a natural periphyton community. *Water Resources Research*, 26, 505-15.
- [21] Krammer, K., y Lange-Bertalot H. (1988), Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. En *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Eds. H.ETTL. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 2(2):1-596.
- [22] Lange-Bertalot, H. (1980), New Species, Combinations and Synonyms in the Genus *Nitzschia*. *Bacillaria*, Braunschweig, v. 3, pp 41-77.
- [23] Licursi, M., y Gómez, N. (2013), Short-term toxicity of hexavalent-chromium to epipsammic diatoms of a microtidal estuary (Río de la Plata): Responses from the individual cell to the community structure. *Aquatic toxicology* 134: 82-91.
- [24] Licursi, M., Sierra, M. V. & Gómez, N. (2006), Diatom assemblages from a turbid coastal plain estuary: Río de la Plata (South America). *Journal of Marine systems*, 62(1): 35-45.
- [25] Luque, M. E., Gari, E. N. y Martínez de Fabricius A. L. (1997), Fitoplacton y Fitobentos de la cuenca superior del río Chocancharava (ex Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Revista UNRC* 17(1): 49-67.
- [26] Maidana, N. I. y Seeligmann, C. (2006), Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes acuáticos de altura de la Provincia de Catamarca, Argentina II. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica*. 41: 1-13.
- [27] Maidana, N. I., Seeligmann, C. T. y Morales, M. R. (2011), El género *Navicula* sensu stricto (Bacillariophyceae) en humedales de altura de Jujuy, Argentina. *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 46: 13-29.
- [28] Maidana, N. I., Seeligmann, C. T. y Morales, M. R. (2009), Bacillariophyceae del Complejo Lagunar Vilama (Jujuy, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 44: 257-271.
- [29] Margalef, R. (1983), *Limnología*. Ediciones Omega. S.A. Barcelona pp. 1010.
- [30] Martínez de Fabricius, A. L. y Corigliano, M. C. (1989), Composición y distribución de comunidades algales en el río Caltamochita (Córdoba, Argentina). *Revista UNRC* 9:5-13.
- [31] Martínez de Fabricius, A. L. (1996), Bacillariophyceae del río Cuarto. Provincia de Córdoba, Argentina. Tesis Doctoral N° 673, Universidad Nacional de La Plata.
- [32] Martínez de Fabricius, A. L., Luque, M. E. y Boccolini, M. (2005), Diatomeas planctónicas de cursos de agua: Cuenca del Río Piedra Blanca (Córdoba, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 40(3-4): 183-198.
- [33] Mayer, M. S. y Likens, G. E. (1987), The importance of algae in a shaded headwater stream as food for an abundant caddisfly (Trichoptera). *Journal of the North American Benthological Society*, 6, 262-9.
- [34] Moresco, C. y Rodrigues, L. (2013), Periphytic diatom as bioindicators in urban and rural streams. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 36(1), 67-78
- [35] Mulholland, P. J. (1996), Role of nutrient cycling in streams. In *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*, ed. R. J. Stevenson, M. Bothwell, and R. L. Lowe, San Diego, CA: Academic Press, pp. 609-39.
- [36] Newbold T, Hudson LN, Hill SLL, Contu S, Lysenko I, Senior RA, Börger L, Dominic Bennett DJ, Choimes A, Collen B, Day J, De Palma A, Díaz S, Echeverria-Londoño S, et al. (2015), Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520: 45-50.
- [37] Novello, E. (2012). Flora del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 102 de Bacillariophyta Hustedt. Instituto de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. pp 1-235.
- [38] Oscoz, J., Gòma, J., Ector, L., Cambra, J., Pardos, M. & Durán, C. (2007), Estudio compartativo del estado ecológico de los ríos de la cuenca del Ebro mediante macroinvertebrados y diatomeas. *Limnética* 26(1): 143-158.
- [39] Pasquini, A. I., Formica, S. M. y Sacchi, G. A. (2012), Hydrochemistry and nutrients dynamic in the Suquía River urban catchment's, Córdoba, Argentina. *Environmental Earth Sciences*, 65(2), 453-467.

- [40] Patrick, R. y Reimer, C. W. (1966), The diatoms of the United States (exclusive of Alaska and Hawaii). Vol I. Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- [41] Patrick, R. y Reimer, C. W. (1975), The diatoms of the United States (exclusive of Alaska and Hawaii). Vol II. Monographs of The Academy of Natural Sciences of Philadelphia.
- [42] Patrick, R. (1971), The effects of increasing light and temperature on the structure of diatom communities. *Limnological Oceanographic* 16: 405-421.
- [43] Peterson, C. G. (1996), Response of benthic algal communities to natural physical disturbance. En: Stevenson RJ, Bothwell ML, Lowe RL, editors. *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press. pp. 375-403.
- [44] Rautenberg, G. E., Amé, M. V., Monferrán, M. V., Bonansea, R. I., & Hued, A. C. (2014), A multi-level approach using *Gambusia affinis* as a bioindicator of environmental pollution in the middle-lower basin of Suquia River. *Ecological Indicators* 48: 706-720.
- [45] Rivero Branco, L. (1984), *Limnología Sanitaria, estudio de la polución de Aguas Continentales*. Secretaria General de la Organización de los EE. UU. Washington D. C. pp. 1-635
- [46] Sonneman, J. A., Walsh, C. J., Breen P. F. y Sharpe, A. K. (2001), Effects of urbanization on streams of the Melbourne region, Victoria, Australia. II. Benthic diatom communities. *Freshwater Biology* 46: 553-565.
- [47] Taylor, S. L., Roberts, S. C., Walsh, C. J. y Hatt, B. (2004), Catchment urbanisation and increased benthic algal biomass in streams: linking mechanisms to management. *Freshwater Biology* 49: 835-851.
- [48] Van Dam, H., Mertens, A. y Sinkeldam, J. (1994), A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28(1): 117-133.
- [49] Vázquez, J. (1979), *Geografía Física de la provincia de Córdoba*. Ed. Boldt. Argentina. 1-464 pp.
- [50] Violin, C. R., Cada, P., Sudduth, E. B., Hassett, B. A., Penrose, D. L., y Bernhardt, E. S. (2011), Effects of urbanization and urban stream restoration on the physical and biological structure of stream ecosystems. *Ecological Applications*, 21(6), 1932-1949.
- [51] Vouilloud, A. A. (2003), *Catálogo de diatomeas continentales y marinas de Argentina*. Versión 1.0. pp. 1-304. Asociación Argentina de Ficología. La Plata (Formato Digital).
- [52] Walker, C. E., y Pan, Y. (2006), Using diatom assemblages to assess urban stream conditions. *Hydrobiologia*, 561(1), 179-189.
- [53] Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M. y Morgan, R. P. (2005), The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society* 24(3): 706-723.
- [54] Ward, J. V. (1989), The four-dimensional nature of lotic ecosystem. *Journal of the North American Benthological Society*. 8:2-8.