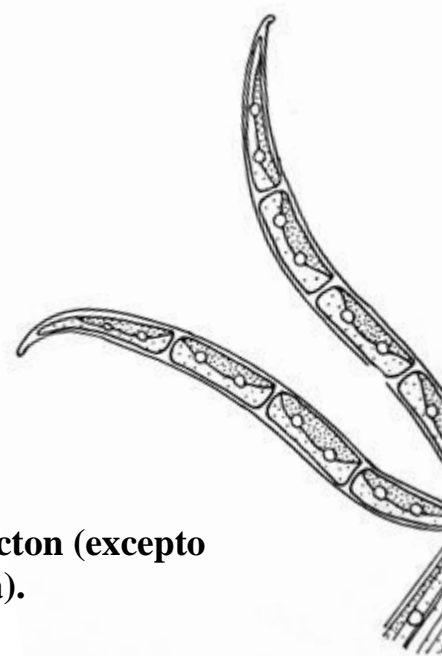


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y NATURALES**

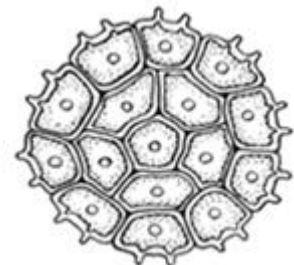


**Análisis de la composición taxonómica y riqueza de fitoplancton (excepto diatomeas) en el río Suquía, Córdoba (Argentina).**

**TESINA DE GRADO**

Para obtener el título de

***Biólogo***



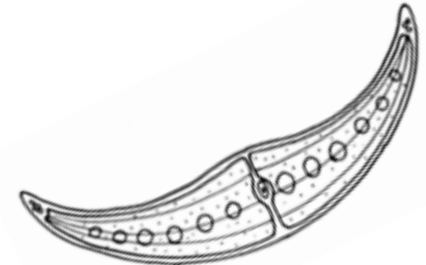
**Tesinista: Mariana Sol Udinovich**

**Firma:.....**

**Directora: Inés Claudia Daga**

**Firma:.....**

**Lugar de trabajo: Cátedra de Diversidad Biológica I y el Área de Proyectos Especiales**



**Análisis de la composición taxonómica y riqueza de fitoplancton (excepto diatomeas) en el río Suquía, Córdoba (Argentina).**

**Tribunal examinador**

**Marcos Tatián**

**Firma:.....**

**Alejandra Becerra**

**Firma:.....**

**Silvana Halac**

**Firma:.....**

**Calificación:.....**

**Fecha:.....**

## **Agradecimientos**

A Claudia por permitirme realizar esta tesina, por su apoyo, guía y ayuda a lo largo de todo este camino, muchas gracias!

A mi familia por ser mi pilar, sin ellos jamás hubiera podido llegar tan lejos. Este logro también es de ustedes.

A mis amigas de la infancia, por todos los momentos vividos y su apoyo incondicional.

A mis compañeros de la facultad por compartir conmigo todas esas horas interminables de estudio y por todas las experiencias vividas.

A mi madre por ser la persona que me enseñó a nunca bajar los brazos, a perseverar para conseguir mis sueños y por sobre todo nunca dejar de ser yo misma. Sos mi modelo a seguir, gracias por cada cartita, cada abrazo y cada palabra de aliento que me dio la fuerza necesaria para superar todos mis obstáculos. Te quiero.

A mi abuela María Esther por darme el mejor regalo del mundo, se te extraña.

*"Quien tiene algo por qué vivir, es capaz de soportar cualquier cómo"*  
*Nietzsche*

## **Índice**

Agradecimientos.....	3
Resumen .....	5
Introducción .....	6
Hipótesis.....	8
Objetivo general .....	8
Objetivos específicos.....	8
Materiales y Métodos .....	9
Área de estudio .....	9
Sitio de muestreo .....	10
Muestreo .....	11
Identificación de especies fitoplanctónicas .....	12
Análisis de datos .....	12
Resultados .....	13
Composición de la comunidad fitoplanctónica en el Río Suquía.....	13
Parámetros físicos químicos .....	16
Correlación entre riqueza y los parámetros físico-químicos .....	19
Discusión.....	20
La variación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica .....	21
Conclusiones .....	24
Recomendaciones.....	24
Bibliografía.....	25
Anexos.....	31

## **Resumen**

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar la composición taxonómica y riqueza de fitoplancton (excepto diatomeas) presentes en el tramo del río Suquía que recorre la ciudad de Córdoba. Se establecieron 4 puntos de muestreo, abarcando el curso del río antes de su entrada a la ciudad (1 punto- La Calera), en el centro (2 puntos- Puente Antártida y Puente Olmos) y en un punto próximo a la salida de la misma (Vado Sargento Cabral). Los muestreos se realizaron durante las cuatro estaciones comprendidas en el período de un año. Además, se tomaron *in situ*, parámetros físico-químicos como temperatura, oxígeno disuelto, pH y conductividad eléctrica. Se determinaron 43 especies pertenecientes a 5 grupos Chloroplastida (30 especies), Cyanobacteria (6 especies), Euglenozoa (4 especies), Dinophyceae (2 especies) y Rhodophyceae (1 especie), siendo los organismos pertenecientes a Chloroplastida dominantes a lo largo de todo el tramo estudiado llegando a proporciones del 74% con respecto al total. Se determinó que el primer sitio de muestreo (La Calera) fue el más diverso y significativamente diferente a los dos últimos (Puente Olmos y Vado Sargento Cabral); la estación de la primavera presentó la mayor riqueza. Por su parte, la conductividad eléctrica, la temperatura y el oxígeno disuelto fueron los parámetros físico-químicos que mejor explicaron las variaciones en la comunidad fitoplanctónica del río Suquía. Estos resultados y la presencia de géneros de algas y cianobacterias típicos de ambientes eutrofizados e indicadoras de altos niveles de contaminación revelarían un cierto grado de eutrofización del sistema.

**Palabras clave:** fitoplancton, río Suquía, riqueza, eutrofización, urbanización.

## **Introducción**

El término fitoplancton proviene del griego φυτόν (phyton - planta) y πλαγκτός (planktos - errante). Es una comunidad comprendida principalmente por organismos autótrofos microscópicos que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua (Reynolds, 1984).

Los grupos que representan al fitoplancton continental incluyen organismos con dos tipos celulares: organismos procarióticos, como las cianobacterias, unicelulares, coloniales o filamentosos carentes de sistemas de membranas y flagelos y el resto organismos eucarióticos unicelulares o pluricelulares, coloniales o filamentosos, que presentan sistemas de membranas y flagelos (Oliva-Martínez et al., 2014) que denominaremos como microalgas.

El fitoplancton constituye el primer eslabón de la cadena trófica en los ambientes acuáticos (Ferrer et al., 2012). En su condición de productor primario, permite la entrada de energía al ecosistema, regula el régimen gaseoso y tiene acción depuradora (Loza, 1994). Son sensibles a las fluctuaciones internas del cuerpo de agua y a las condiciones ambientales, viéndose afectadas su abundancia y su distribución (Margalef, 1983). Estas características, junto a sus ciclos biológicos reducidos, hacen del fitoplancton un importante indicador de la calidad del agua.

Al ser las microalgas y cianobacterias importantes componentes de la producción primaria pueden ejercer una fuerte influencia sobre los otros componentes del ecosistema (por ejemplo, zooplancton, macrófitos y macroinvertebrados) (López-Rodríguez et al., 2016). Por ende, una disminución en la diversidad y abundancia de estos organismos se encuentra directamente relacionada con un descenso en la población de organismos acuáticos vertebrados e invertebrados (Alaya Montaña, 2016).

Asimismo, el fitoplancton de aguas continentales se desarrolla en ambientes leníticos como lagos, lagunas y embalses y en ambientes lóticos de agua corriente, como manantiales, ríos, arroyos, cascadas y canales (Oliva-Martínez et al., 2014). Estos últimos, se caracterizan por poseer una gran heterogeneidad espacial y temporal, lo que brinda a las comunidades algales que habitan en ellos un gran número de microambientes susceptibles de ser colonizados (Borje-García y Cantoral-Uriza, 2007).

La contaminación del agua es cualquier cambio físico o químico en ésta que puede afectar adversamente a los seres vivos. Los contaminantes provienen de diferentes fuentes tanto naturales como antropogénicas. La mayoría de éstos son: nutrientes orgánicos e inorgánicos, agentes infecciosos, compuestos tóxicos orgánicos e inorgánicos (nitratos, sales y cloruros), sedimentos y el calor (Valencia Quintana et al., 2007). La descarga directa o indirecta de nutrientes orgánicos e inorgánicos puede derivar en la eutrofización del sistema.

La eutrofización es un proceso natural en los ecosistemas acuáticos que se produce por el enriquecimiento del cuerpo de agua con nutrientes. Durante los últimos años, el ser humano ha acelerado estos procesos de eutrofización modificando tanto la calidad de las aguas como la estructura de las comunidades biológicas, debido al aumento en la carga orgánica e inorgánica de los cuerpos de agua. La eutrofización reduce los usos potenciales de los recursos hídricos ya que induce a la mortalidad de especies animales, a la descomposición del agua y al crecimiento de microorganismos (Ávila de Navia et al., 2013).

Los sistemas de agua dulce, al ser contaminados, pierden su capacidad de autodepuración provocando disturbios en la calidad del agua y afectando la biodiversidad presente (Rautenberg et al., 2014). Las modificaciones físicas y químicas en los cursos de agua repercuten en las respuestas individuales, poblacionales, comunitarias y ecosistémicas de los organismos (Vélez-Azañero et al., 2016).

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

Actualmente existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, desarrollando criterios físicos, químicos y biológicos que permitan estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas (Norris & Hawkins 2000).

Según Toro et al., (2003) los parámetros físico químicos para evaluar la calidad del agua, poseen una gran precisión pero sólo reflejan las condiciones instantáneas de las aguas, y los efectos de los contaminantes se detectan si son dispuestos en el momento. Es decir, los resultados son puntuales en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución de una carga contaminante y de la capacidad resiliente y amortiguadora de los ecosistemas acuáticos. Por el

contrario los estudios biológicos informan de la situación tanto momentánea como de lo acontecido algún tiempo antes de la toma de muestras (Alba- Tercedor, 1988).

## **Hipótesis**

Las variaciones de parámetros físico-químicos determinarán diferencias en la composición taxonómica y riqueza fitoplanctónica entre sitios de muestreo y entre las diferentes estaciones del año en el tramo estudiado del río Suquía.

## **Objetivo general**

- ❖ Estudiar la composición taxonómica y riqueza de fitoplancton (excepto diatomeas) presentes en un tramo del río Suquía que recorre la ciudad de Córdoba.

## **Objetivos específicos**

- ❖ Analizar las similitudes entre los sitios de muestreo y entre las diferentes estaciones del año en un tramo del río Suquía.
- ❖ Evaluar posibles relaciones entre los parámetros físico-químicos y la composición de las comunidades de fitoplancton.
- ❖ Realizar una clave para la identificación de especies presentes.



## **Materiales y Métodos**

### **Área de estudio**

El río Suquía es uno de los más importantes sistemas de aguas dulces de la provincia de Córdoba (Argentina). Comienza en el dique San Roque y fluye de oeste a este, por 200 km hasta la laguna Mar Chiquita. A 30 km de su inicio ingresa a la ciudad de Córdoba, donde a la mitad de su recorrido y por aproximadamente 6 km, un canal de cemento reemplaza su lecho natural. Al salir de la ciudad, ya es un río típico de llanura que, en función a fluctuaciones temporales del balance hídrico, puede infiltrarse u originar bañados antes de desembocar en la laguna Mar Chiquita (Dasso et al., 2014). Su cuenca cubre aproximadamente 7.700 km<sup>2</sup>, de los cuales 900 km<sup>2</sup> corresponden al área de la ciudad de Córdoba.

El río presenta un perfil químico dinámico, debido a una serie de factores diversos que interactúan entre sí, y en donde el agua intercambia sustancias con la tierra, el lecho, los sedimentos, la biota y el aire a través de complicados procesos condicionados a su vez por variables naturales como la temperatura, la composición geológica del suelo, la flora y la fauna acuática que alberga, y los efectos antrópicos derivados de la ciudad de Córdoba y las actividades industriales y agropecuarias (Prósperi, 2004).

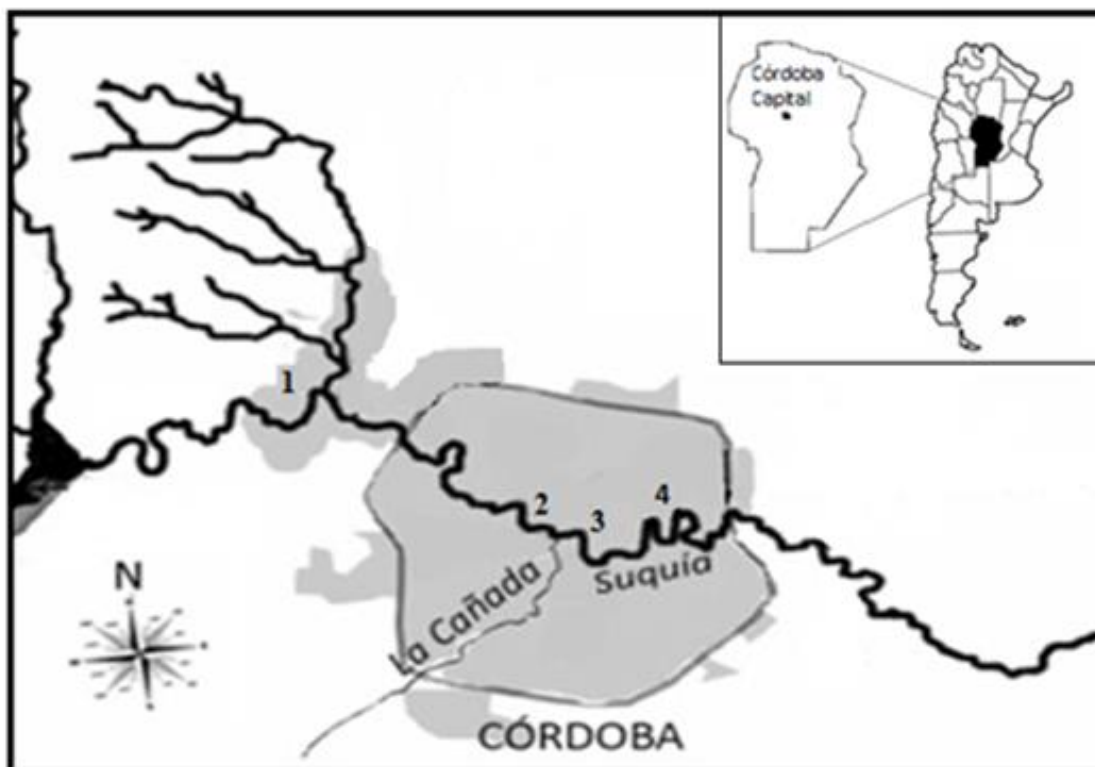
El río Suquía y su espacio fluvial, son componentes naturales fundamentales en la conformación de la geomorfología del territorio urbano de la ciudad de Córdoba. El devenir de los procesos de desarrollo de la misma, lo convirtió en un lugar contaminado por fluidos cloacales e industriales, deteriorado por la extracción de áridos y por el avance de la urbanización en su cota de inundabilidad, llevando estas situaciones a pérdidas importantes del recurso río (Novello, 2015).

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 del presente estudio abarca 19,4 km, en línea recta, aproximadamente 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.

## **Sitio de muestreo**

Los muestreos se realizaron en los márgenes del río incluyendo lagunas temporarias durante un período comprendido entre el otoño del 2014 y el verano del 2015 (Figura 1):

- a. La Calera, Córdoba (31°20'53.50" S 64°20'02.78"O) ubicado en la ciudad de La Calera, se encuentra a 8 km antes de la entrada del río a la ciudad de Córdoba.
- b. 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.
- c. 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.
- d. Vado Sargento Cabral (31°25'06.11"S 64°09'01.57"O) ubicado a 2,95 km de la salida de la ciudad. Presenta un amplio cauce natural, márgenes amplios con abundantes piedras y escombros lo que facilita la formación de lagunas temporarias.



**Figura 1.** Mapa del área de estudio con los sitios de muestreos. Referencias: 1-La Calera; 2- Puente Antártida; 3-Puente Olmos; 4-Vado Sargento Cabral.

### Muestreo

Se recolectaron 64 muestras superficiales de agua, 4 en cada sitio de muestreo en cada una de las estaciones del año y se las colocaron en botellas debidamente rotuladas con la finalidad de analizar alícuotas de las mismas en el laboratorio. Las muestras se conservaron en oscuridad hasta su identificación.

Se registraron *in situ* valores de las siguientes variables físico-químicas: temperatura ambiental, temperatura del agua, pH mediante el sensor portátil Waterproof WP30; conductividad eléctrica ( $\mu\text{S.L}^{-1}$ ) y oxígeno disuelto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ), a través del medidor Oakton DO6.

Cabe aclarar que debido a condiciones climáticas el período de muestreo previsto para la estación del verano, se realizó entre finales de marzo y principios de mayo de 2015.

## **Identificación de especies fitoplanctónicas**

Se tomaron alícuotas de cada muestra sin concentrar y homogeneizadas de forma manual combinando giros horizontales y verticales de la botella durante 1 minuto, se las dispuso en portaobjetos y se observaron *in vivo* bajo microscopio óptico Kiowa (LVV) al 10X y 40X.

Para la sistemática de Eukariotas se siguió la clasificación propuesta por Adl et al., 2012. A su vez, para la identificación de las distintas especies, fue consultada la siguiente bibliografía: Tell y Conforti (1986), Komárek y Anagnostidis (1998, 2005), Komarek y Fott (1983), Komárek y Hauer (2015), Gonzalves (1981), Huber-Pestalozzi (1961), Bourrelly (1972, 1981,1985), Prescott (1982) y Parra et al. (1982). Para la revisión de los nombres taxonómicos y las sinonimias se consultó la base de datos en línea AlgaeBase.

## **Análisis de datos**

En una matriz de presencia/ausencia se dispusieron los datos colectados de cada una de las especies, para determinar la riqueza y variación de la composición taxonómica en los diferentes sitios de muestreo a lo largo del ciclo anual.

Se calculó la frecuencia relativa (Fr) de cada una de la especies en relación al número total de muestras analizadas:

$$Fr = Si/N$$

Donde Si es el número de muestras con la especie i, y N el número total de muestras.

Mediante el uso del programa estadístico Infostat© se evaluó la diferencia en riqueza entre sitios y estaciones por medio de ANAVA. Se tomó un nivel de significancia del 5% y se analizaron las diferencias con un Test de Tukey. Con el mismo programa, se realizaron correlaciones de Spearman entre la riqueza de especies de cada muestra y las variables físico-químicas asociadas para establecer si existen relaciones entre cada una de ellas. El nivel de significancia también fue del 5%.

## Resultados

### Composición de la comunidad fitoplanctónica en el Río Suquía

A partir de la revisión de 64 muestras recolectadas en los márgenes del río Suquía y en las lagunas temporarias que se formaban a las orillas del curso principal del río durante el período establecido, se identificaron 43 organismos (Tabla 1 del anexo), pertenecientes a 5 grupos y 24 géneros. El grupo con mayor riqueza fue Chloroplastida con 30 especies, las cuales representaron el 70% de la composición total de la comunidad, seguido por Cyanobacteria con 6 especies, correspondiente al 14%. El resto de las clases se vieron representadas entre 9% y 2% del total, resultando la de menor riqueza Rhodophyceae (Tabla 1).

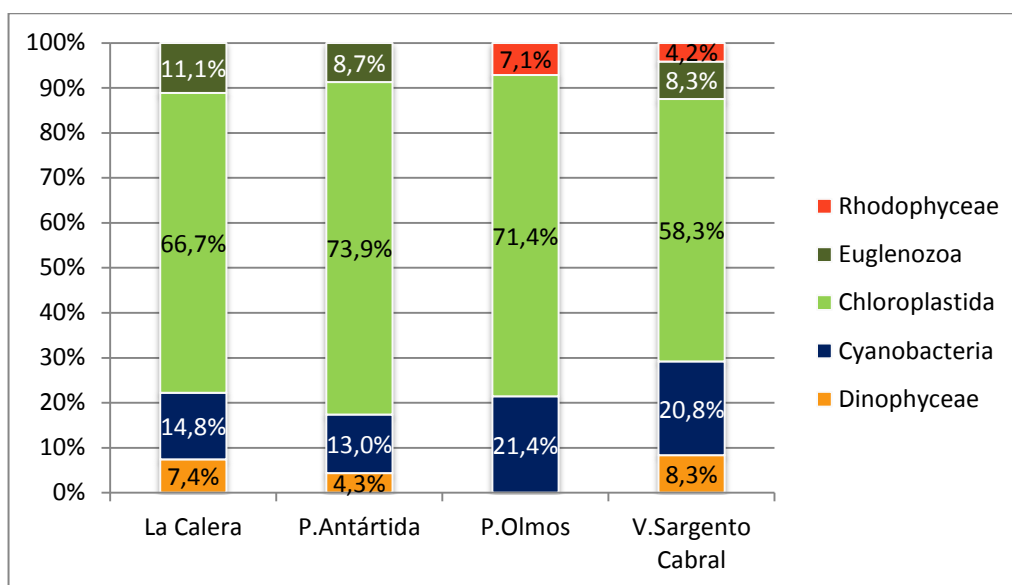
**Tabla 1.** Organismos identificados distinguiendo el grupo y género al que pertenecen, con su porcentaje asociado a la composición total.

GRUPOS	GENEROS	ESPECIES	PORCENTAJE
Cyanobacteria	4	6	14%
Chloroplastida	16	30	70%
Rhodophyceae	1	1	2%
Euglenozoa	2	4	9%
Dinophyceae	1	2	5%
TOTAL	24	43	100%

Los organismos pertenecientes a Chloroplastida y Cyanobacteria se encontraron en todos los puntos de muestreo, pudiéndose observar una predominancia de las primeras sobre el resto de los grupos encontrándose en porcentajes entre 58 % y 74 %. Asimismo, Rhodophyceae sólo se encontró en los 2 últimos puntos de muestreo, Puente Olmos y Vado Sargento Cabral, en porcentajes de 7 % y 4 % respectivamente, como puede observarse en la Tabla 2, Figura 2.

**Tabla 2.** Comparación de la composición, en porcentajes, de cada uno de los grupos en los diferentes sitios de muestreo.

GRUPOS	La Calera	P. Antártida	P. Olmos	V. Sargento Cabral
Cyanobacteria	14,8%	13%	21,4%	20,8%
Chloroplastida	66,7%	73,9%	71,4%	58,3%
Rhodophyceae	0%	0%	7,1%	4,2%
Euglenozoa	11,1%	8,7%	0%	8,3%
Dinophyceae	7,4%	4,3%	0%	8,3%

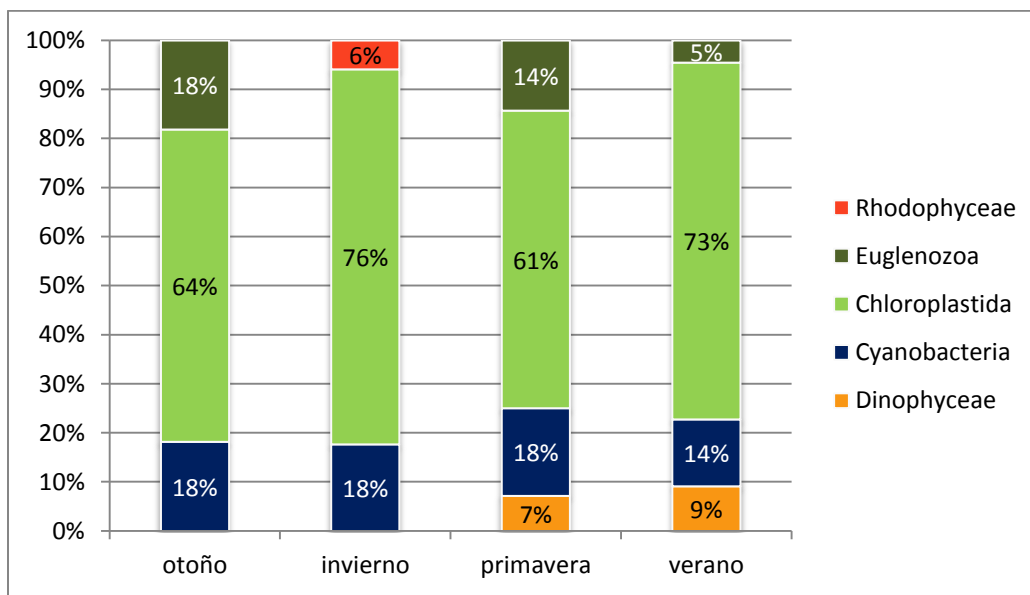


**Figura 2.** Comparación de la composición, en porcentajes, de cada uno de los grupos en los diferentes sitios de muestreo.

De igual manera, los organismos pertenecientes a los grupos Chloroplastida y Cyanobacteria estuvieron representados en todas las estaciones del año, mientras que las Euglenozoa estuvieron ausentes durante el invierno; las Dinophyceae se encontraron en primavera y verano; las Rhodophyceae solo fueron registradas en la estación de invierno (Tabla 3, Figura 3).

**Tabla 3.** Comparación de la composición, en porcentajes, de cada uno de los grupos en las diferentes estaciones de año.

GRUPOS	otoño	invierno	primavera	verano
Cyanobacteria	18%	18%	18%	13%
Chloroplastida	64%	76%	61%	73%
Rhodophyceae	0%	6%	0%	0%
Euglenozoa	18%	0%	14%	5%
Dinophyceae	0%	0%	7%	9%



**Figura 3.** Comparación de la composición, en porcentajes, de cada uno de los grupos en las diferentes estaciones del año.

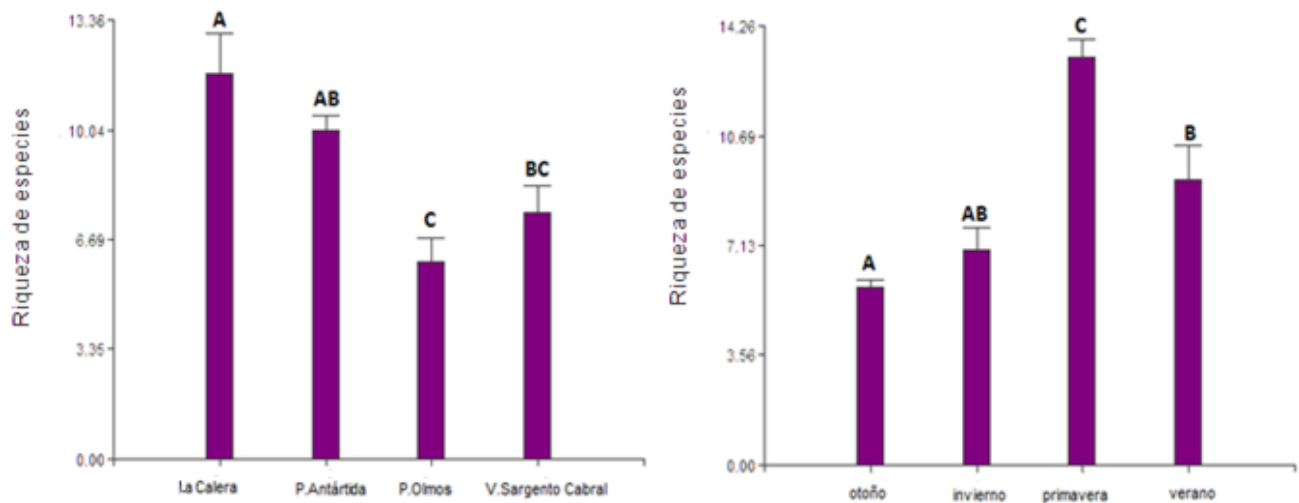
Los géneros mejor representados en cuanto a número de especies fueron: *Scenedesmus* (11); *Closterium* (4); *Euglena* (3); *Oscillatoria* (3); *Ceratium* (2); *Oedogonium*(2).

Entre las especies con mayor frecuencia relativa (Tabla 2 del anexo) se destacan: *Cladophora* sp. (1); *Scenedesmus acunae* (0,687); *Oedogonium* sp.1. (0,56); *Scenedesmus acutus* (0,5); *Closterium moniliferum* (0,437); *Merismopedia elegans* (0,312); *Scenedesmus obliquus* (0,312) y *Oscillatoria* sp. (0,312).

Solo *Cladophora* sp. se halló en todos los muestreos realizados, mientras que 20 especies fueron halladas en un sólo sitio de muestreo.

El sitio con mayor riqueza de especies fue La Calera (media=  $11,75 \pm 5,56$ ), seguido del Puente Antártida (media=  $10 \pm 2,16$ ), en tanto que Vado Sargento Cabral (media=  $7,5 \pm 3,7$ ) y Puente Olmos (media=  $6 \pm 3,36$ ) se presentaron como los de menor riqueza. Se observaron diferencias significativas entre sitios siendo La Calera diferente de Puente Olmos y Vado Sargento Cabral, de igual manera el sitio de Puente Antártida resultó diferente de Puente Olmos ( $p < 0,0001$ ).

Con respecto a las estaciones, la primavera presentó el mayor número de especies (media=  $13,25 \pm 2,63$ ) siendo significativamente diferente a las demás. Del mismo modo, se observaron diferencias significativas entre las estaciones de verano y otoño ( $p < 0,0001$ ). (Figura 4).

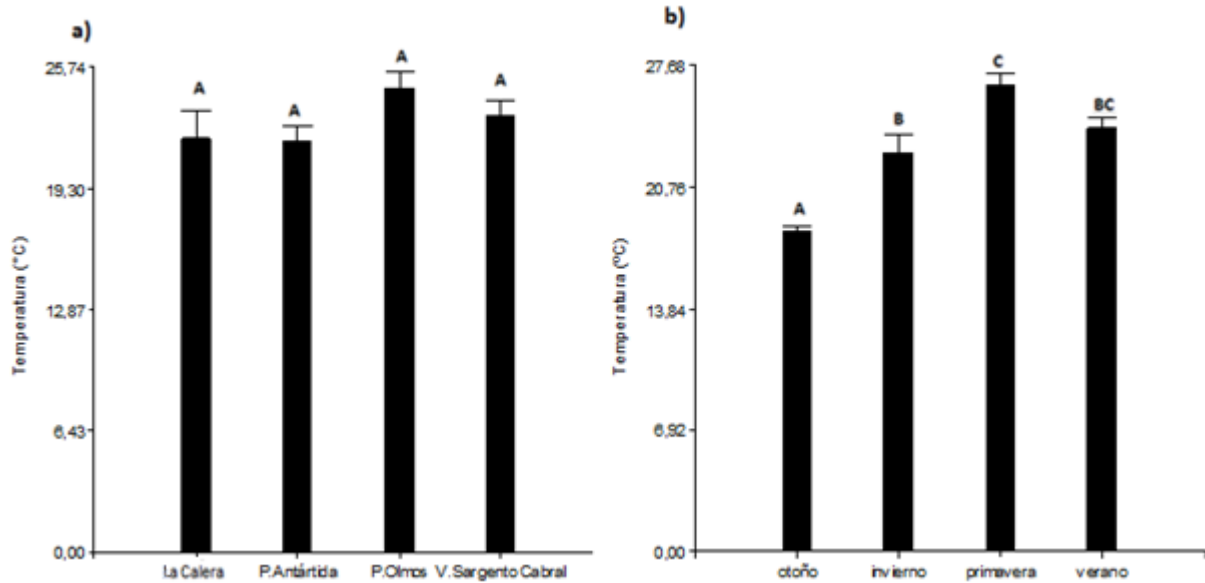


**Figura 4.** Riqueza de especies con su error asociado en base a sitios y estaciones muestreadas. Las distintas letras muestran las diferencias significativas.

### Parámetros físicos-químicos

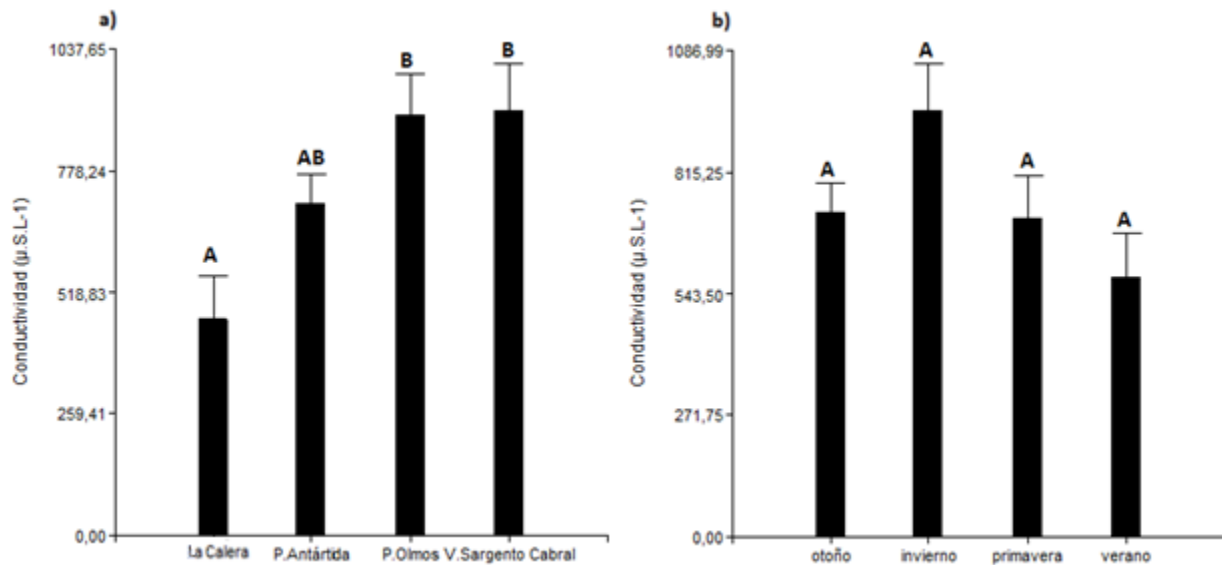
La temperatura presentó las variaciones características anuales, con un valor mínimo de  $15,95^{\circ}\text{C}$  registrado en el sitio La Calera en invierno, mientras que el máximo valor alcanzado fue de  $31^{\circ}\text{C}$  en el mismo sitio durante la primavera (Figura 5). Se establecieron diferencias significativas entre estaciones ( $p < 0,0001$ ). En tanto que no se identificaron diferencias significativas entre los sitios ( $p = 0,2124$ ).





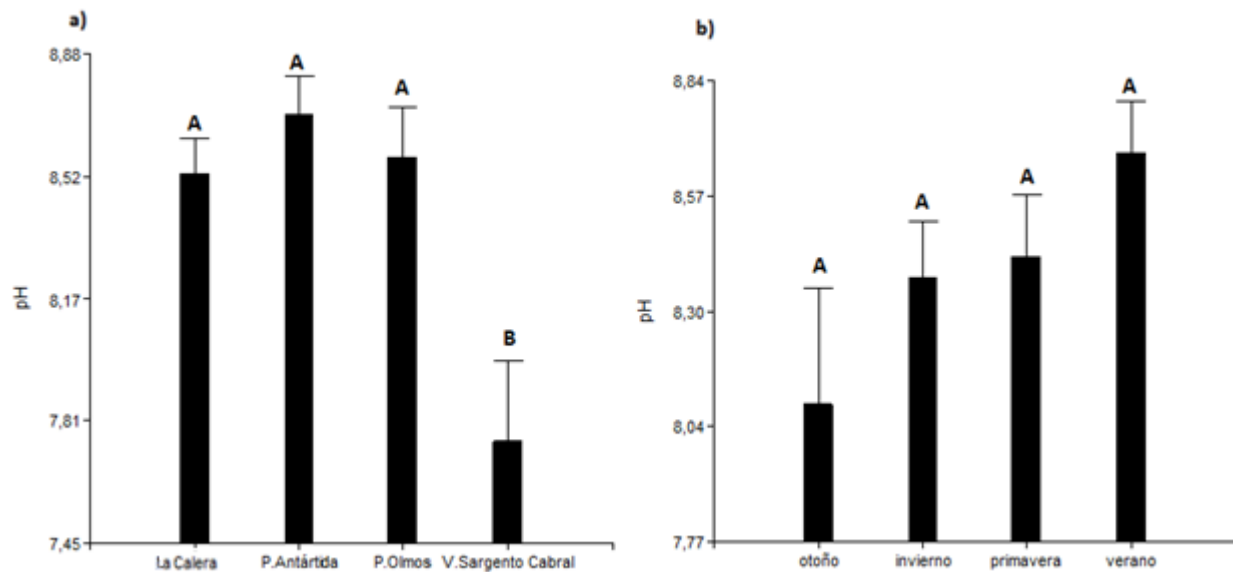
**Figura 5.** Valores promedio de temperatura y su error asociado en: **a)** los diferentes sitios de muestreo **b)** las diferentes estaciones del año. Las distintas letras indican diferencias significativas.

La conductividad eléctrica (Figura 6) presentó un amplio rango de valores ( $225\text{-}1827 \mu\text{S.L}^{-1}$ ) observándose los valores más altos en los sitios de Vado Sargento Cabral y Puente Olmos durante el invierno, mientras que los valores más bajos de conductividad fueron registrados en el sitio La Calera durante el verano. Se observaron diferencias significativas entre sitios ( $p= 0,0018$ ) pero no entre estaciones ( $p= 0,0531$ ).



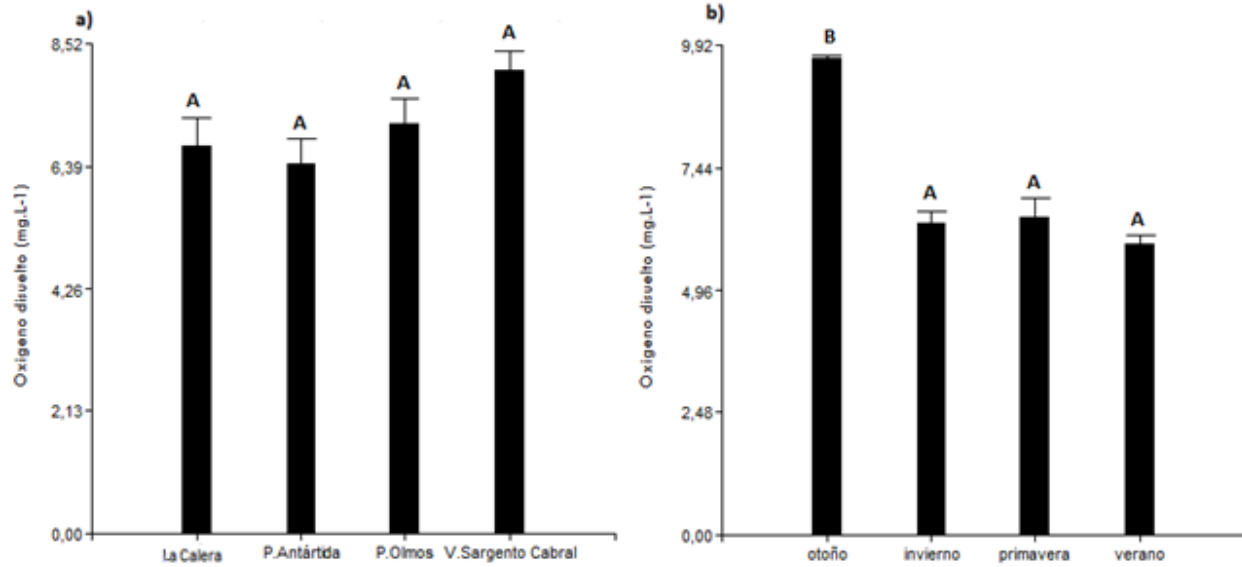
**Figura 6.** Valores promedio de conductividad y su error asociado en: **a)** los diferentes sitios de muestreo **b)** las diferentes estaciones del año. Las distintas letras indican diferencias significativas.

El pH (Figura 7) mostró en general valores entre 7 y 9, siendo el menor valor registrado de 6,3 en invierno en el sitio Puente Olmos, mientras que el mayor valor registrado fue 9,7 durante el verano en el sitio Puente Antártida. No se observaron diferencias significativas entre estaciones ( $p= 0,1513$ ) aunque sí entre sitios, siendo el sitio Vado Sargento Cabral estadísticamente menor al resto ( $p= 0,0002$ ).



**Figura 7.** Valores promedio de pH y su error asociado en: a) los diferentes sitios de muestreo b) las diferentes estaciones del año. Las distintas letras indican diferencias significativas.

El oxígeno disuelto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) presentó su máximo valor en promedio en el otoño ( $9,65 \text{ mg.L}^{-1}$ ) y su mínimo en el verano ( $5,91 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Se determinaron diferencias significativas entre estaciones ( $p < 0,0001$ ) siendo otoño diferente a las demás. No se encontraron diferencias significativas entre sitios ( $p= 0,0522$ ).



**Figura 8.** Valores promedio de oxígeno disuelto ( $\text{mg.L}^{-1}$ ) con su error asociado en: **a)** los diferentes sitios de muestreo **b)** las diferentes estaciones del año. Las distintas letras indican diferencias significativas.

### Correlación entre riqueza y los parámetros físico-químicos

Se observó que los parámetros físico-químicos conductividad eléctrica y oxígeno disuelto se correlacionaron de manera negativa con la riqueza de especies siendo sus coeficientes de Spearman iguales a  $r = -0,31$  ( $p=0,01$ ) y  $r = -0,62$  ( $p < 0,0001$ ) respectivamente. A su vez, la riqueza de especies mostró correlación positiva con la temperatura del agua  $r = 0,41$  ( $p < 0,0001$ ). Por otra parte, el pH se correlacionó negativamente con la conductividad  $r = -0,46$  ( $p < 0,0001$ ) y el oxígeno con la temperatura  $r = -0,59$  ( $p < 0,0001$ ). Las demás relaciones no resultaron significativas (Véase Tabla 4).

**Tabla 4.** Valores de correlaciones de Spearman, con su p-valor asociado. En negrita se presentan las asociaciones significativas.

	Riqueza de especies	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	Temperatura	pH
Riqueza de especies					
Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S.L}^{-1}$ )	<b>-0,31 (p=0,01)</b>				
Oxígeno disuelto ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	<b>-0,62 (p &lt;0,0001)</b>	0,12 (p=0,35)			
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	<b>0,41 (p &lt;0,0001)</b>	0,19 (p=0,13)	<b>-0,59 (p &lt;0,0001)</b>		
pH	0,09 (p=0,46)	<b>-0,46 (p &lt;0,0001)</b>	-0,24 (p=0,05)	0,05(p=0,67)	

## Discusión

La comunidad fitoplanctónica registrada en el río Suquía estuvo constituida por 5 grupos, que en orden decreciente de riqueza fueron los siguientes: Chloroplastida (30 especies), Cyanobacteria (6 especies), Euglenozoa (4 especies), Dinophyceae (2 especies) y Rhodophyceae (1 especie).

Cabe aclarar que en este estudio fueron consideradas algas filamentosas originalmente bentónicas y perifíticas, que por arrastre mecánico originado por la velocidad de la corriente llegan a formar parte del fitoplancton de manera ocasional (Galea et al., 2014; Biasotti et al., 2013).

Los grupos Chloroplastida y Cyanobacteria estuvieron presentes en todos los sitios de muestreo. Las primeras mantuvieron a lo largo de todo el recorrido una dominancia sobre todos los demás grupos observados, variando en proporciones entre el 58% a 74%. Esto se debe a su alta tolerancia, lo que les permite desarrollarse en diversos hábitats, constituyendo en general el grupo mejor representado del fitoplancton en los ambientes dulceacuícolas (García-Rodríguez et al., 2015).

En el presente estudio se pudo determinar la presencia de géneros típicos de ambientes eutrofizados y que son bioindicadores de la calidad del agua como es el caso del género *Oscillatoria* (Peralta y Fuentes, 2005; Ramírez et al., 2012; Vélez -Azañero et al., 2016; Hernández-Pérez, 2014); especies del género *Compsopogon* que presentan un óptimo desarrollo en ambientes salinos y con alta concentración de nutrientes e incluso en ambientes eutrofizados (Leyes, 2016). Especies del género *Scenedesmus* cuyo rápido crecimiento y alta tasa de renovación, es indicativo de un grado moderado a alto de mineralización de la materia orgánica (Vélez -Azañero et al., 2016), estando particularmente las especies *S. quadricauda* y *S. obliquus* asociadas a ambientes eutrofizados (Pinilla, 2000).

Si bien la presencia del género *Ceratium* se registra en cuerpos de agua de todos los niveles tróficos, se ve favorecido por las aguas ricas en nutrientes (Meichtry et al., 2014).

Los géneros como *Euglena*, *Trachelomonas* y *Phacus* son indicadoras de aguas con altos contenido de materia orgánica y de altos niveles de contaminación (Arcos - Pulido y Gómez Prieto, 2006; Hernández-Pérez, 2014; Sardi-Saavedra, 2016), de meso a oligotrofia y abundancia de nitrógeno (Pinilla, 2000).

Particularmente la especie *Hydrodictyon reticulatum* se desarrolla mejor en sitios alcalinos y altamente eutróficos con altas cargas de fósforo y nitrógeno, y conductividades altas (Morales et al., 2015). De igual manera, *Pediastrum boryanum* y los géneros *Golenkinia* y *Phormidium* han sido citadas en ambientes eutrofizados a hipereutrofizados (Pinilla, 2000; Hernández-Pérez, 2014).

Esto refleja un deterioro en la calidad del agua, y evidencian un cierto grado de eutrofización del río Suquía, lo cual es consistente con lo registrado en trabajos anteriores (Mengo, 2016).

### **La variación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica**

A partir de los resultados se observó una disminución de la riqueza de especies a medida que aumenta la urbanización en los alrededores del río. Las diferencias significativas entre el sitio La Calera, y los dos últimos sitios de muestreo (Puente Olmos y Vado Sargento Cabral), evidencian que la urbanización es un factor decisivo en la riqueza de la comunidad fitoplanctónica. Esto coincide con otros trabajos realizados en el mismo curso de agua, donde se encontró una relación inversa entre la riqueza de especies y la urbanización (Mengo, 2016).

A medida que el curso de agua ingresa en áreas urbanizadas se produce una pérdida de vegetación en las zonas aledañas al río, favoreciendo que tanto los desechos como las aguas pluviales que llegan allí no sean amortiguados, aumentando la cantidad de materia orgánica y contaminantes presentes en el sistema (Walsh et al., 2005). Del mismo modo, Peña et al. (2005), mencionan que la riqueza específica de las especies de algas puede aumentar o disminuir en respuesta a cambios moderados en la calidad de agua, todo depende si estos producen un impacto en las especies. Esto explicaría la disminución en la riqueza promedio de los sitios a medida que el río atraviesa la ciudad.

El abrupto descenso de la riqueza promedio observada en el tercer punto de muestreo (Puente Olmos) puede explicarse por los aportes de materia orgánica que hace el arroyo La Cañada al río Suquíá. Pasado este punto se evidencia un aumento en las proporciones de los grupos asociados a cuerpos de agua con alto contenido de materia orgánica y contaminantes, siendo el caso de las especies pertenecientes al grupo de Cyanobacteria y la especie registrada del grupo Rhodophyceae.

Cabe aclarar que el único muestreo que pudo realizarse en plena temporada de verano fue en La Calera, ya que las precipitaciones abundantes en el mes de febrero, dificultaron el acceso a los demás sitios. Así, éstos se muestrearon avanzada la estación, permitiendo el restablecimiento de las comunidades (Mengo, 2016).

Con respecto a la temperatura, presentó un patrón de incremento durante las estaciones de primavera y verano y de disminución en otoño e invierno, lo cual muestra una relación de este parámetro con las diferentes estaciones del año (García-Rodríguez et al., 2015). Los valores de correlación arrojaron una asociación positiva significativa entre temperatura y riqueza de especies. Esto puede ser explicado ya que el aumento de la temperatura y el fotoperiodo, promueve el desarrollo de nuevas especies (Wetzel, 1981).

Según Morales et al. (2006) el fitoplancton puede desarrollarse a un pH entre 6 y 9. Sin embargo, un pH básico es donde mejor se desarrollan, ya que bajo estas condiciones los nutrientes ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{PO}_4$ ) están más disponibles (De La Parra Guerra et al., 2012). Los valores registrados muestran que el pH promedio varió entre alcalino (por encima de 8) en los primeros 3 puntos de

muestreo a ligeramente alcalino (entre 7 y 8) en el último punto, lo que explicaría la presencia de dichos organismos en todos los sitios de muestreo.

Los valores más altos de oxígeno disuelto fueron registrados en otoño donde a su vez se hallaron los valores de temperatura promedio más bajos (Galea et al., 2014). Esto se evidencia también en la correlación negativa entre estos dos parámetros ( $r = -0,59$ ) la cual se debe al efecto que tiene la temperatura en solubilidad de este gas en el agua. Por lo que se puede inferir que la asociación inversa significativa entre oxígeno y riqueza de especies observada ( $r = -0,62$ ) podría estar relacionada con la temperatura (Mengo, 2016).

La conductividad eléctrica manifiesta un aumento a medida que se avanza en el curso del río registrándose los promedios más altos en los dos últimos puntos de muestreo (siendo el valor en el sitio del Puente Olmos de  $895,19 \mu.S.L^{-1}$  y en el Vado Sargento Cabral de  $904,69 \mu.S.L^{-1}$ ) lo que revela una alta concentración de sales en estos tramos del río. Esto explicaría la presencia de especies asociadas a sedimentos y alta conductividad como lo son *Scenedesmus quadricauda* y *S. obliquus*, especies del género *Oscillatoria* (Pinilla, 2000) y *Compsopogon* (Leyes, 2016). Teniendo en cuenta que la mayoría de los taxa son sensibles a los incrementos de salinidad (Mirande et al., 2009) la correlación negativa observada entre este parámetro y la riqueza de especies podría deberse a la dominancia de especies más tolerantes a estos rangos de salinidad y al desplazamiento de otras más sensibles.

## Conclusiones

- La comunidad fitoplanctónica del río Suquía estuvo conformada por 43 especies pertenecientes a 5 grupos: Chloroplastida (30 especies), Cyanobacteria (6 especies), Euglenozoa (4 especies), Dinophyceae (2 especies) y Rhodophyceae (1 especie).
- Las especies del grupo Chloroplastida fueron las más dominantes a lo largo de todo el tramo estudiado, alcanzando proporciones de 74%.
- El tramo del río Suquía estudiado en este trabajo presenta un cierto grado de eutrofización debido a la presencia de ciertos géneros de Cyanobacteria y microalgas asociados a ambientes con alto contenido de materia orgánica como es el caso de los géneros: *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, *Ceratium*, *Euglena*, *Compsopogon*, entre otros.
- La conductividad eléctrica, temperatura, y el oxígeno disuelto fueron los parámetros físico químicos que mejor explicaron las variaciones en la comunidad fitoplanctónica del río Suquía.

## Recomendaciones

Se recomienda para futuros trabajos complementar los estudios teniendo en cuenta nutrientes como el Nitrógeno y el Fósforo y profundizar más el posible efecto que tiene el arroyo La Cañada sobre la comunidad fitoplanctónica del río Suquía.



## **Bibliografía**

- Adl, S., Simpson, A., Lane, C., Lukes, J., Bass, D., Bowser S. S., et al. (2012). The revised classification of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59 (5): 429-493.
- Alaya Montaña, S. (2016). Clasificación taxonómica de microalgas presentes en un consorcio microbiológico que biorremedia el efluente de una planta de sacrificio de bovinos y porcinos. Tesina de grado Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Colombia.
- Alba-Tercedor, J. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnética*, 4:51-56.
- Arcos – Pulido, M. P. y Gómez Prieto, A.C. (2006). Microalgas perifíticas como indicadoras del estado de las aguas de un humedal urbano: Jaboque, Bogotá D.C., Colombia. *Nova*, 4(6):60-79.
- Ávila de Navia, S. L. y Estupiñán Torres, S.M. (2013). Calidad sanitaria del agua del Parque Natural Chicaque. *Nova*, 11 (20): 45-51.
- Biasotti, A. E, Alvarez, S. B, Bazán, G. I y Martínez de Fabricius, A. L. (2013). Biodiversidad y distribución temporal fitoplanctónica en río Colorado, la Pampa, Argentina. *Biológicas*, 15(1): 38-51.
- 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.
- Bourelly, P. (1981). *Les Algues d'eau douce: Initiation a la systematique. Tome II: Les Algues jaunes at brunes.* Paris, Boubée.
- Bourelly, P. (1985). *Les Algues d'eau douce: Initiation a la systematique. Tome III: Les Algues bleues et rouge.* Paris, Boubée.
- Bourelly, P. (1972). *Les algues d'eau douce, initiation à la systématique. I. Les algues vertes.* N. Boubée & Cie., París. Boubée.

- Dasso, C. M., Piovano, E. L., Pasquini, A. I., Córdoba, F. E., Lecomte, K. L., Guerra, L. y Campodónico, V.A. (2014). Recursos Hídricos Superficiales. Relatorio Del XIX Congreso Geológico Argentino: Geología y Recursos Naturales De La Provincia De Córdoba. En: Martino, R.D., Guerreschi, A.B. (Eds.). Asociación Geológica Argentina, pp: 1209–1231
- De La Parra Guerra, A. C. y Rodelo Soto, K. J. (2012). Composición y abundancia de la comunidad de algas perifíticas del río Cesar asociado a variables físico-químicas e hidrológicas durante los meses de febrero-septiembre del año 2011. Cesar, Colombia.
- 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, 150-176.
- Ferrer, N. C., Cony, N. L., Fornerón, C. F. y Piccolo, M. C. (2012). Caracterización del fitoplancton y estado trófico de la laguna sauce grande (provincia de Buenos Aires, Argentina) en el otoño de 2010. *Biología Acuática*, 27: 129-141.
- Galea, M. J., Bazán, G. I., Alvarez, S. B y Martínez de Fabricius, A. L. (2014). Estudio del fitoplancton aguas arriba y aguas abajo del dique embalse casa de piedra, río Colorado (la Pampa, Argentina). *Biología Acuática*, 30:287-300.
- García-Rodríguez, J., Molina-Astudillo, F. I., Miranda-Espinoza, E., Soriano-Salazar, M. B. y DíazVargas, M. (2015). Variación fitoplanctónica en un lago urbano del municipio de Cuernavaca, Morelos, México. *Acta Universitaria*, 25: 3-11.
- Gonzalvez, E. A. (1981). *Oedogoniales: 1-577*. - ICAR, New Delhi.
- Hernández-Pérez, A. y Labbé, J.I. (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49 (2): 157-173.
- Huber-Pestalozzi, G. (1961). *Das Phytoplankton des Stisswassers. Systematik und Biologie. Teil 5: Ordnung Volvocales*. In *Die Binnengewässer*, Vol. 16. Ed., A. Thienemann. Schweizerbarfsche Velagsbuchhandlung, Stuttgart, 1-744.

- Komárek, J. y Anagnostidis, K. (2005). Cyanoprokaryota. 2. Oscillatoriales. In: Büdel, B., L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. 19/2. Elsevier/Spektrum Heidelberg.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. (1998). Cyanoprokaryota. 1. Chroococcales. In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (eds.), Süßwasserflora von Mitteleuropa. 19/1. Gustav Fischer, Jena-Stuttgart-Lübeck-Ulm.
- Komárek, J. y Fott, B. (1983). Chlorophyceae- Chlorococcales. Das phytoplankton des Süßwassers, systematics and biology. In: THIENEMANN, A. (ed.), Die Binnengewässer 16, 7. E. Schweizerbart'sche Verlagbuchhandlung, Stuttgart.
- Komárek, J. y Hauer, T. (2012). CyanoDB.cz-ON-line database of cyanobacterial genera.- World-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. Of Botany AS CR.
- Leyes, C. (2016). Contribución al conocimiento taxonómico de cianobacterias y algas del lago del Parque Sarmiento (Córdoba, Argentina). Tesina de grado Universidad Nacional de Córdoba (FCEFYN).
- López-Rodríguez, M. C., Leira, M., Valle, R. y Moyá-Niell, G. (2016). El fitoplancton como indicador de calidad de masas de agua muy modificadas en la DMA. El lago artificial de As Pontes (A Coruña, España) Nova Acta Científica Compostelana (Biología), 23: 85-97.
- Loza Álvarez, S. (1994). El nanofitoplancton de las plantas de las bahías de Vita y Jururu, Cuba, 27: 90-106.
- Margalef, R. (1952). La vida en las aguas dulces de los alrededores del santuario de nuestra señora de Aránzazu (Guipúzcoa). Munibe, 2-3: 73-108.
- Margalef, R. (1983). Limnología. Ediciones Omega. S. A. Barcelona, España.
- Martínez, G., Ortega, J. y Ramos, C. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. Revista Mexicana de Biodiversidad.

- Meichtry, N., Boltovskoy, A., Costigliolo Rojas, C. (2014). Primer registro del dinoflagelado invasor *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 en la Argentina y su distribución en el área de influencia del Embalse Yacyretá (río Paraná, Argentina-Paraguay). *Limnetica*, 33 (1): 153-160.
- Mengo, L. (2016). Análisis de la composición taxonómica y riqueza de diatomeas (Bacillariophyceae) en el río Suquía, Córdoba (Argentina). Tesina de grado Universidad Nacional de Córdoba (FCEFyN).
- Mirande, V. y Tracanna, B. C. (2009). Estructura y controles abióticos del fitoplancton en humedales de altura. *Ecología Austral*, 19: 119-128.
- Morales, E. A., Rivera, S. F., Lozano, R. y Bicundo, C. (2015). Primer reporte confirmado de *Hydrodictyon reticulatum* (Chlorophyta, Hydrodictyaceae) para Bolivia. *Acta Nova*, 7(2):109-113.
- Norris, R.H. y Hawkins, C. P. (2000). Monitoring river health. *Hydrobiologia*, 435: 5-17.
- Novello, M. A. (2015). Gestión ambiental del espacio fluvial del río Suquía. Área urbana ciudad de Córdoba. *Revista Pensum*, 1: 111-125.
- Oliva-Martínez, M. G., Godínez-Ortega, J. L. y Zuñiga-Ramos, C. A. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 54-61.
- Parra, O., González, M., Dellarossa, V., Rivera, P., Orellana, M. (1982). Manual taxonómico del fitoplancton en aguas continentales, con especial referencia al fitoplancton de Chile. III Criptophyceae-Dynophyceae- Euglenophyceae. Universidad de Concepción. Santiago, Chile.
- 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.
- Peña, E. J., Palacios, M. L. y Ospina-Álvarez, N. (2005). Algas como indicadoras de contaminación. Cali: Universidad del Valle.

- Peralta, P. y Fuentes, V. (2005). Fitobentos, fitoplancton y zooplancton litoral del bañado de Carilauquen, Cuenca de Llanquanelo, Mendoza, Argentina. *Limnetica*, 24(1-2): 183-198.
- Pinilla, A. (2000). Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia. Compilación bibliográfica. Centro de Investigaciones Científicas, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Prescott, G. W. (1982). *Algae of the Western Great Lakes Area*. Otto Koeltz Science Publishers, Alemania.
- Prosperi, C. H. (2004). Los microorganismos y la calidad de agua del Río Suquía. *Revista Científica de la Universidad Blas Pascal*, 9(18): 35-41.
- Ramírez, J. J., González-Ballesteros, R. y Gutiérrez, F. L. (2012). Establecimiento del nutriente limitante con base en los cambios de la estructura del ensamblaje fitoplanctónico en un embalse tropical colombiano. *Caldasia*, 34 (2): 421-441.
- Rautenberg, G. E., Amé, M. V., Monferrán, M. V., Bonansea, R. I., y Hued, A. C. (2015). A multi-level approach using *Gambusia affinis* as a bioindicator of environmental pollution in the middle-lower basin of Suquía River. *Ecological Indicators*, 48: 706-720.
- Reynolds, C. S. (1984). *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sardi-Saavedra, A., Peña-Salamanca, E. J., Madera-Parra, C. A. y Cerón-Hernández, V. A. (2016). Diversidad de las comunidades de algas asociadas a un sistema algal de alta tasa fotosintética para la biorremediación de lixiviados de rellenos sanitarios. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(1): 113-120.
- Tell, G. y Conforti, V. (1986). Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. *Biblioth. Phycol.* 75: J. Cramer, Struttgart.
- Toro, J., Schuster, J. y Kurosawa, J. (2003). Diagnóstico de la calidad del agua en sistemas lóticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Río Maipo

(Santiago: Chile). Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica.XVI Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica.

-Valencia Quintana, R., Sánchez Alarcon, J., Ortiz Ortiz, E. y Gómez Olivares, J.L. (2007). La contaminación de los ríos, otro punto de vista Primera parte. Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ, 5 (1): 35-49.

-Vázquez, J. B., López Robles, A. y Sosa, D. F. (1979). IV Aguas. 1. Las aguas superficiales. Geografía física de la provincia de Córdoba (ed. Vázquez, J.B., Miatello R.A. & Roqué, M.E.). Boldt, Buenos Aires.

-Visitada [julio 2018]: Algaebase. <http://www.algaebase.org/>

-Vélez- Azañero, A., Lozano, S. y Cáceres-Torres, K. (2016). Diversidad de fitoplancton como indicador de calidad de agua en la cuenca baja del río Lurín, Lima, Perú. Ecología Aplicada.

-Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M. & 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.

-Wetzel, R. G. (1981). Limnología. Barcelona: Omega. p: 679.

.

## **Anexos**

### **Cyanobacteria**

#### ***Oscillatoria irrigua* Kützing ex Gomont (1892)**

Tricoma recto de terminado en una punta roma, numerosos aerótopos ubicados en la zona central de las células, presenta movimiento. Dimensiones: 4  $\mu\text{m}$  X 8  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina I, Figura 1).

#### ***Oscillatoria aff simplicissima* Gomont (1892)**

Tricoma recto terminado en una punta roma, aerótopos ausentes. Dimensiones: 3-4 $\mu\text{m}$  X 8 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Vado Sargento Cabral 10/VI/2014, LH (UNC) 145d. (Lámina I, Figura 2).

#### ***Oscillatoria* sp.**

Tricoma recto terminado en una punta roma, contenido homogéneo, aerótopos múltiples y pequeños. Dimensiones: 3-6  $\mu\text{m}$  X 4-8 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Olmos 30/III/2015, LH (UNC) 159d; Vado Sargento Cabral 10/VI/2014, LH (UNC) 145d; Vado Sargento Cabral 30/III/2015, LH (UNC) 159c. (Lámina I, Figura 3).

#### ***Phormidium aff chalybeum* (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek (1988)**

Filamentos solitarios de color verde oliva, tricoma recto con el extremo roma ligeramente curvado, sin caliptra, septo completo, contenido homogéneo con leves granulaciones. Dimensiones: 4-6 $\mu\text{m}$  X 8  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Puente Olmos 30/III/2015, LH (UNC) 159d. (Lámina I, Figura 4).

#### ***Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek**

Filamentos solitarios o en grupos, tricomas rectos con leves constricciones a nivel de los septos. Con numerosos aerótopos. Presentan movimiento. Dimensiones: 3- 4  $\mu\text{m}$  X 4  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c; Puente Olmos 30/III/2015, LH (UNC) 159d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b; Vado Sargento Cabral 30/III/2015, LH (UNC) 159c. (Lámina I, Figura 5).

#### ***Merismopedia elegans* A.Braun ex Kützing (1849)**

Colonia de células dispuestas en filas ordenadas dentro de una matriz gelatinosa. Células elípticas. Dimensiones: 4-8  $\mu\text{m}$  X 4-6  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC)

155c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina I, Figura 6).

### **Chloroplastida**

#### ***Hydrodictyon reticulatum (Linnaeus) Bory (1824)***

Talo cenobial constituido por células cilíndricas unidas por sus extremos formando una red. Células multinucleadas con cloroplastos parietales y numerosos pirenoides. Dimensiones: 360-480 µm X 65- 80 µm. Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b. (Lámina II, Figura 1).

#### ***Pediastrum boryanum (Turpin) Meneghini (1840)***

Colonia de aspecto esférico (65µm de diametro) constituido por 16 células, espacio intracelular ausente, forma celular tetragonal a pentagonal, células de los márgenes con pequeñas prolongaciones en forma de cuernos. Dimensiones: 15-20 µm X 12-15 µm. Material estudiado: Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina II, Figura 2).

#### ***Scenedesmus acunae Comas (1980)***

Colonia de 4 – 8 células dispuestas linealmente, Cuerpo celular ovoide. Dimensiones: 9-12µm X 3-4 µm. Material estudiado: La Calera 5/VI/2014, LH (UNC) 145c; La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b;Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Puente Olmos 30/III/2015, LH (UNC) 159d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b; Vado Sargento Cabral 30/III/2015, LH (UNC) 159c. (Lámina II, Figura 7). Nueva cita para el área de estudio.

#### ***Scenedesmus acutus Meyen (1829)***

Colonia de 4-8 células dispuestas linealmente o ligeramente en zigzag, cuerpo celular ahusado. Dimensiones: 12-16 µm X 4-8 µm. Material estudiado: La Calera 5/VI/2014, LH (UNC) 145c; La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b;Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b;Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Vado Sargento Cabral 10/VI/2014, LH (UNC) 145d. (Lámina II, Figura 4).

#### ***Scenedesmus aff dimorphus (Turpin) Kützing (1834) ex (antennatus Brébisson, 1848)***



Colonia de 8 células dispuestas en dos hileras paralelas de 4 células cada una. Cuerpo celular ahusado con los extremos engrosados en forma de botón. Dimensiones: 8-10  $\mu\text{m}$  X 4  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c. (Lámina II, Figura 5).

***Scenedesmus armatus* (Chodat) Chodat (1913)**

Colonia de 4 células dispuestas linealmente, cuerpo celular ovoide con un pliegue central que lo recorre latitudinalmente, las células exteriores presentan espinas largas en ambos extremos. Dimensiones: 9-12 $\mu\text{m}$  X 4-6 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c. (Lámina II, Figura 11).

***Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing (1834)**

Colonia de 4 células dispuestas linealmente, Cuerpo celular ahusado con los extremos engrosados en forma de botón. Dimensiones: 16  $\mu\text{m}$  X 4-6  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b. (Ver Lámina II, Figura 6). Nueva cita para el área de estudio.

***Scenedesmus obliquus* (Turpin) Kützing (1833)**

Colonia de 4 células dispuestas en zigzag, cuerpo celular ovoide. Dimensiones: 12  $\mu\text{m}$  X 4  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 5/VI/2014, LH (UNC) 145c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d. (Lámina II, Figura 9).

***Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson (1835)**

Colonia de 4 células dispuestas linealmente, cuerpo celular elíptico, las células de los extremos presentan largas proyecciones espinosas de 12  $\mu\text{m}$  de largo. Dimensiones: 20  $\mu\text{m}$  X 8 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Vado Sargento Cabral 10/VI/2014, LH (UNC) 145d. (Lámina II, Figura 3).

***Scenedesmus sempervirens* Chodat (1913)**

Colonia de 4 células dispuestas linealmente, cuerpo celular elíptico con proyecciones espinosas de 3  $\mu\text{m}$  en los extremos de cada una de las células y en la zona media de células externas. Dimensiones: 8-12  $\mu\text{m}$  X 3-4  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Olmos 22/VIII/2014, LH (UNC) 149b; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina II, Figura 12).

***Scenedesmus* sp.1**

Colonia de 4 células dispuestas linealmente, células más largas que anchas y en forma de media luna. Dimensiones: 20  $\mu\text{m}$  X 4 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b. (Lámina II, Figura 13).

### ***Scenedesmus sp.2***

Colonia de 4 células dispuestas linealmente, cuerpo celular ovoide, presentando todas las células espinas simples o dobles en sus extremos y ornamentaciones circulares dispuestas longitudinalmente en los laterales. Dimensiones: 8- 12  $\mu\text{m}$  X 4-5  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a. (Lámina II, Figura 10).

### ***Scenedesmus sp.3***

Colonia de 4 células dispuestas en zigzag, cuerpo celular ovoide, presentando las células de los extremos largas proyecciones espinosas curvas. Dimensiones: 6  $\mu\text{m}$  X 3-4  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b. (Lámina II, Figura 8).

### ***Coelastrum sp.***

Colonias esféricas de 20 $\mu\text{m}$  de diámetro, con espacio intracelular ausente cuerpo celular esférico. Dimensiones: 4 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d. (Lámina III, Figura 1).

### ***Golenkinia sp.***

Alga unicelular esférica de 18  $\mu\text{m}$  de diámetro, del cuerpo celular se proyectan numerosas espinas de distintas longitudes. Material estudiado: Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a. (Lámina III, Figura 2). Nueva cita para el área de estudio.

### ***Oedogonium sp.1***

Alga filamentosa sin ramificar, cuerpo celular de largo y ancho similar. Dimensiones: 20-28  $\mu\text{m}$  X 20-24  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Olmos 10/VI/2014, LH (UNC) 145e; Puente Olmos 22/VIII/2014, LH (UNC) 149b; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Vado Sargento Cabral 12/IX/2014, LH (UNC) 149d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina III, Figura 4).

### ***Oedogonium sp.2***

Alga filamentosa sin ramificar, cuerpo celular más largo que ancho. Dimensiones: 56,8  $\mu\text{m}$  X 28,4  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d. (Lámina III, Figura 3).

### ***Cloniophora sp.***

Algas filamentosas ramificadas de color verde oliváceo, células de similar ancho que largo. Dimensiones: 12  $\mu\text{m}$  X 8-12  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b. (Ver Lámina III, Figura 5).

### ***Uronema sp.***

Alga filamentosa, asociadas a *Oedogonium*. Cuerpo celular cilíndrico, célula apical terminada en punta, cloroplasto parietal con 2 pirenoides. Dimensiones: 12-20  $\mu\text{m}$  X 6-8  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c. (Lámina III, Figura 6).

### ***Golenkiniopsis sp.***

Alga unicelular esférica de 10  $\mu\text{m}$  de diámetro, del cuerpo celular se proyectan espinas de distintas longitudes (de entre 30 a 50  $\mu\text{m}$ ). Material estudiado: Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a. (Lámina III, Figura 7). Nueva cita para el área de estudio.

### ***Cladophora sp.***

Algas filamentosas ramificadas de color verde brillante, cuerpo celular cilíndrico y multinucleado. Dimensiones: 170-500 $\mu\text{m}$  X 60-98  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b; La Calera 5/VI/2014, LH (UNC) 145c; Vado Sargento Cabral 10/VI/2014, LH (UNC) 145d; Puente Olmos 10/VI/2014, LH (UNC) 145e; Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Olmos 22/VIII/2014, LH (UNC) 149b; La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; Vado Sargento Cabral 12/IX/2014, LH (UNC) 149d; La Calera 30/X/2014, LH (UNC) 155b; Puente Antártida 5/XI/2014, LH (UNC) 155c; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Vado Sargento Cabral 30/III/2015, LH (UNC) 159c; Puente Olmos 30/III/2015, LH (UNC) 159d; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c. (Lámina IV, Figura 1).

### ***Spirogyra sp.***

Alga filamentosa sin ramificar, cuerpo celular cilíndrico, septo simple, un solo cloroplasto en forma de cinta dispuesto en espiral. Dimensiones: 180-210  $\mu\text{m}$  X 50  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Olmos 22/VIII/2014, LH (UNC) 149b. (Lámina IV, Figura 3).

### ***Spirotaenia sp.***

Célula solitaria de cuerpo cilíndrico, cloroplastos espirales en forma de cinta. Dimensiones: 240-260  $\mu\text{m}$  X 30-35 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Vado Sargento Cabral 12/IX/2014, LH (UNC) 149d. (Lámina IV, Figura 2).

### ***Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs (1848)**

Alga unicelular, cuerpo alargado ligeramente curvado y estriado, con 5 a 8 pirenoides por hemicélula. Dimensiones: 210-360  $\mu\text{m}$  X 28 -32  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 5/VI/2014, LH (UNC) 145c; La Calera 12/IX/2014, LH (UNC) 149c; La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b;

Puente Antártida 22/VIII/2014, LH (UNC) 149a; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c; Puente Olmos 10/VI/2014, LH (UNC) 145e; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina IV, Figura 4).

***Closterium moniliferum* (Bory) Ehrenberg ex Ralfs (1848)**

Alga unicelular, cuerpo ahusado, estriado y notablemente curvado adoptando una forma de media luna, 6 pirenoides por hemicelula. Dimensiones: 210-250  $\mu\text{m}$  X 40-60 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 5/VI/2014, LH (UNC) 145c; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c; Puente Olmos 10/VI/2014, LH (UNC) 145e; Puente Olmos 14/XI/2014, LH (UNC) 155d; Vado Sargento Cabral 10/VI/2014, LH (UNC) 145d; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina IV, Figura 5).

***Closterium pseudolunula* O.Borge (1909)**

Alga unicelular, cuerpo ahusado y estriado de 7-8 pirenoides por hemicélula. Dimensiones: 192  $\mu\text{m}$  X 30- 40 $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b. (Lámina IV, Figura 6).

***Closterium* sp.**

Alga unicelular, cuerpo ligeramente curvado y estriado de 2 a 3 pirenoides por hemicelula. Dimensiones: 120 $\mu\text{m}$  X 35  $\mu\text{m}$  X. Material estudiado: Vado Sargento Cabral 30/III/2015, LH (UNC) 159c. (Lámina IV, Figura 7).

***Cosmarium undulatum* Corda ex Ralfs (1848)**

Célula solitaria con constricción media, pared celular ornamentada con festoneado, 1 paranoide por hemicelula. Dimensiones: 24  $\mu\text{m}$  X 20  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b. (Lámina IV, Figura 8). Nueva cita para el área de estudio.

***Staurastrum* sp.**

Célula vegetativa con constricción media profunda, hemicélula de forma triangular, pared celular lisa. Dimensiones: 36  $\mu\text{m}$  X 49  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b. (Lámina IV, Figura 9).

***Penium* sp.**

Célula solitaria de cuerpo cilíndrico con dos bandas transversales y extremos redondeados, pared estriada- granulada. Dimensiones: 118-122  $\mu\text{m}$  X 24  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c. (Lámina IV, Figura 10).

## **Rhodophyceae**

### ***Compsopogon caeruleus* (Balbis ex C.Agardh) Montagne (1846)**

Alga filamentosa ramificada de color verde grisáceo de 250- 368  $\mu\text{m}$  de diámetro, células corticales de forma elíptica- ovalada o hexagonales. Dimensiones: 24-48 $\mu\text{m}$  (células corticales). Material estudiado: Puente Olmos 22/VIII/2014, LH (UNC) 149b; Vado Sargento Cabral 12/IX/2014, LH (UNC) 149d. (Lámina IV, Figura 11).

## **Euglenozoa**

### ***Euglena aff klebsii* (Lemmermann) Mainx (1928)**

Cuerpo cilíndrico, varias veces más larga que ancha y del mismo ancho en toda su longitud, pocos movimientos metabólicos. Dimensiones: 90  $\mu\text{m}$  X 8  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina I, Figura 10).

### ***Euglena viridis* (O.F.Müller) Ehrenberg (1830)**

Cuerpo ovoide afinado en su parte posterior terminado en un extremo puntiagudo, extremo anterior romo. Gran plasticidad, muchos movimientos metabólicos. Flagelo más largo que el cuerpo celular. Dimensiones: 48  $\mu\text{m}$  X 14  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina I, Figura 9).

### ***Euglena* sp.**

Cuerpo cilíndrico extremo anterior romo y posterior adelgazado abruptamente terminando en una corta prolongación. Dimensiones: 60 $\mu\text{m}$  X 10  $\mu\text{m}$  X. Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b. (Lámina I, Figura 11).

### ***Phacus* sp.**

Cuerpo ovoide estriado con el extremo anterior redondeado y posterior terminado en un pequeño botón. Surco apical corto. Dimensiones: 28 $\mu\text{m}$  X 20  $\mu\text{m}$ . Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Antártida 30/V/2014, LH (UNC) 145b. (Lámina I, Figura 12).

## **Dinophyceae**

### ***Ceratium furcoides* (Levander) Langhans (1925)**

Célula aplanada deprimida de color amarillo-dorado. Cuerpo formado por placas con ornamentaciones reticulares. La epiteca termina en un cuerno y está formado por cuatro placas antapicales, una de las cuales no alcanza el ápice, mientras que la hipoteca presenta dos cuernos

antapicales paralelos entre si uno de menor tamaño que el otro. Dimensiones: 190µm X 40µm. Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; Puente Antártida 10/V/2015, LH (UNC) 160c; Vado Sargento Cabral 19/XII/2014, LH (UNC) 158b. (Lámina I, Figura 7).

***Ceratium hirundinella* (O. F. Müller) Dujardin (1841)**

Célula deprimida (comprimida dorsiventralmente) de color amarillo-dorado. Cuerpo formado por gruesas placas con ornamentaciones reticulares y finas espículas. La epiteca termina en un largo cuerno y está formado por cuatro placas apicales que alcanzan el ápice, mientras que la hipoteca está formada por tres cuernos antapicales de distinta longitud y amplitud variable entre los mismos. Dimensiones: 190-240 µm X 48-60 µm. Material estudiado: La Calera, 30/X/2014 LH (UNC) 155b; La Calera 13/III/2015, LH (UNC) 159b; Vado Sargento Cabral 30/III/2015, LH (UNC) 159c. (Lámina I, Figura 8).

## CLAVE DICOTÓMICA

1. Organismos unicelulares, carentes de núcleo y plástidos definidos (procariotas) ..... **Cyanobacteria (Clave A)**
- 1'. Organismos unicelulares o pluricelulares con núcleo y plástidos definidos (eucariotas)..... 2
2. Organismos mayoritariamente unicelulares móviles, de vida libre, con presencia de 2 o más flagelos.....3
3. Células biflageladas, cuerpo formado por placas de celulosa, que pueden presentar ornamentaciones..... **Dinophyceae (Clave B)**
- 3'. Células con 2 o más flagelos, con una película de origen proteínico (periplasto)..... **Euglenozoa (Clave C)**
- 2'. Uni o pluricelulares de vida libre, solitarias o coloniales.....4
4. Uni o pluricelulares, de gran diversidad morfológica, de color verde brillante..... **Chloroplastida (Clave D)**
- 4'. Pluricelulares filamentosas de color verde grisáceo..... **Rhodophyceae**

## Cyanobacteria (Clave A)

1. Organismos filamentosos, solitarios o coloniales.....2.
2. Tricomas rectos a ligeramente curvados, vaina presente, sin aerótopos ..... ***Phormidium aff chalybeum***
- 2'. Tricomas rectos con bordes lisos o con ligeras constricciones, vaina ausente.....3
3. Solitarios, Células más anchas que largas tricomas con bordes lisos.....4.
- 3'. Solitarios o coloniales, con ligeras constricciones en los bordes, aerótopos presentes. Presentan movimiento..... ***Planktothrix agardhii***
4. Células más anchas que largas con aerótopos.....5
5. Aerótopos ubicados en la zona central de las células, dispuestas en dos hileras paralelas. Presentan movimiento..... ***Oscillatoria irrigua***
- 5'. Aerótopos múltiples y pequeños ubicados homogéneamente..... ***Oscillatoria sp.***

4'. Células más anchas que largas sin aerotopos..... *Oscillatoria aff simplicissima*

1'. Organismos coloniales, células dispuestas de manera ordenada formando una lámina dentro de una matriz de mucílago..... *Merismopedia elegans*

### **Dinophyceae (Clave B)**

1. Células deprimidas de color amarillo dorado, cuerpo formado por placas con ornamentación reticulares, epiteca terminada en un cuerno e hipoteca terminada en 2 cuernos antapicales paralelos entre sí..... *Ceratium furcoides*

1'. Células deprimidas de color amarillo dorado, cuerpo formado por placas con ornamentación reticulares y finas espículas, hipoteca está formada generalmente por tres cuernos antapicales de distinta longitud y amplitud variable entre los mismos..... *Ceratium hirundinella*

### **Euglenozoa (Clave C)**

1. Periplasto flexible, cuerpo celular de formas variables.....2

2. Cuerpo ahusado, con muchos movimiento metabólicos..... *Euglena viridis*

2'. Sin o pocos movimientos metabólicos.....3

3. Cuerpo cilíndrico varias veces más largo que ancho, con pocos movimientos metabólicos..... *Euglena aff klebsii*

3'. Cuerpo ahusado, ensanchado en la zona media y terminado de manera abrupta en una corta prolongación..... *Euglena sp.*

1'. Periplasto rígido, cuerpo celular esférico, extremo posterior terminado en un pequeño botón..... *Phacus sp.*

### **Chloroplastida (Clave D)**

1. Algas filamentosas.....2

2. Talo ramificado.....3

3. Células cilíndricas unidas por sus extremos formando una red..... *Hydrodictyon reticulatum*

3'. Células cilíndricas o isodiamétricas que no forman una red.....4

4. Células cilíndricas varias veces más largas que anchas ..... *Cladophora sp.*

4'. Células isodiamétricas..... *Cloniophora sp.*



2'. Talo no ramificado.....	5
5. Organismos de vida libre, cloroplastos espiralados .....	<b><i>Spirogyra sp.</i></b>
5'. Organismos adheridos a un sustrato, cloroplastos de otro tipo nunca espiralados.....	6
6. Adheridas a rocas u otros sustratos no vivos, cloroplastos reticular.....	7
7. Células isodiamétricas.....	<b><i>Oedogonium sp.1.</i></b>
7'. Células más largas que anchas.....	<b><i>Oedogonium sp.2.</i></b>
6'. Adheridas a otras algas ( <i>Oedogonium</i> ), cloroplastos laminares.....	<b><i>Uronema sp.</i></b>
1'. Algas no filamentosas.....	8
8. Solitarias.....	9
9. Cuerpo esférico con proyecciones espinosas.....	10
10. Cuerpo de 10 µm de diámetro, escasas espinas de entre 30 a 50 µm de longitud.....	<b><i>Golenkiniopsis sp.</i></b>
10'. Cuerpo de 18-20 µm de diámetro, numerosas espinas de diferente longitud.....	<b><i>Golenkinia sp.</i></b>
9'. Cuerpo con otras características, sin proyecciones espinosas.....	11
11. Cuerpo cilíndrico sin constricción media, cloroplasto en espiral.....	<b><i>Spirotaenia sp.</i></b>
11'. Cuerpo ahusado o esférico, presencia de constricción media.....	12
12. Presencia dos hemicélulas separadas por una marcada constricción.....	13
13. Hemicélulas redondeadas con bordes festoneados. Vista apical redondeada.....	<b><i>Cosmarium undulatum</i></b>
13'. Hemicélulas de formas ovaladas con bordes lisos. Vista apical triangular.....	<b><i>Staurastrum sp.</i></b>
12'. Células sin constricción media.....	14
14. Con forma de bastón, ápices sin vacuolas.....	<b><i>Penium sp.</i></b>
14'. Con formas ahusadas, rectas o curvadas adoptando forma de medialuna, Ápices con vacuolas y gránulos.....	15

15. Cuerpo recto.....	16
16. Células ligeramente adelgazadas en los extremos, de 5 a 8 pirenoides por hemicélula.....	<i>Closterium acerosum</i>
16'.Células marcadamente ahusadas, ensanchadas en la zona central, de 7-8 pirenoides por hemicélula.....	<i>Closterium pseudolunula</i>
15'. Cuerpo con los extremos curvados adoptando forma de medialuna.....	17
17. Marcadamente curvado, con 6 pirenoides por hemicélula.....	<i>Closterium moniliferum</i>
17'.Extremos ligeramente curvados, de 2-3 pirenoides por hemicélula.....	<i>Closterium sp.</i>
8'. Coloniales.....	18
18. Colonias esféricas.....	19
19. Células esféricas de 4 µm de diámetro.....	<i>Coelastrum sp.</i>
19'. Células penta a hexagonales con pequeñas prolongaciones en forma de cuernos en las células periféricas que forman la colonia, espacio intercelular ausente.....	<i>Pediastrum boryanum</i>
18'. Colonias no esféricas.....	20
20.Células con espinas.....	21
21. Células dispuestas linealmente.....	22
22. Largas espinas ubicadas únicamente en los extremos de las células terminales.....	23
23. Cuerpo celular ovoide con un pliegue central que lo recorre longitudinalmente.....	<i>Scenedesmus armatus</i>
23'.Cuerpo celular ovoide sin pliegue central.....	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
22'. Cortas espinas ubicadas en los extremos y en las zona media de las células.....	24
24. Células ovoides, con espinas en los extremos de todas las células. Presencia de ornamentaciones circulares que recorren longitudinalmente el cuerpo celular.....	<i>Scenedesmus sp.2.</i>
24'.Células ovoides, con espinas en los extremos de todas las células y espinas dobles o simples en la zona media de las células terminales.....	<i>Scenedesmus sempervirens</i>

21' Células dispuestas en zigzag.....	<i>Scenedesmus sp.3.</i>
20'.Células sin espinas.....	25
25. Células esféricas u ovoides.....	26
26. Células esféricas, dispuestas linealmente.....	<i>Scenedesmus acunae</i>
26'. Células ovoides, dispuestas en zigzag.....	<i>Scenedesmus obliquus</i>
25'. Células ahusadas.....	27
27. Con ornamentación en forma de botón en los extremos de cada célula.....	28
28. Colonia formada por 2 hileras de 4 células. Células de 8-10 $\mu\text{m}$ x 4 $\mu\text{m}$ .....	<i>Scenedesmus aff dimorphus</i>
28'. Colonia formada por una hilera de 4 células. Células de 16 $\mu\text{m}$ x 4-6 $\mu\text{m}$ .....	<i>Scenedesmus dimorphus</i>
27'. Sin ornamentaciones en forma de botón en los extremos de cada célula.....	29
29. Células dispuestas linealmente, ligeramente curvadas hacia adentro adoptando la colonia un aspecto ovoide.....	<i>Scenedesmus sp.1.</i>
29'. Células dispuestas linealmente o en zigzag, con forma de medialuna engrosadas en la zona central, la curvatura de las células terminales se proyecta hacia afuera.....	<i>Scenedesmus acutus</i>

### **Rhodophyceae**

Rodófito filamentosa ramificada de agua dulce, de color verde grisáceo de 250- 368  $\mu\text{m}$  de diámetro, células corticales de forma elíptica- ovalada o hexagonales..... *Compsopogon caeruleus*

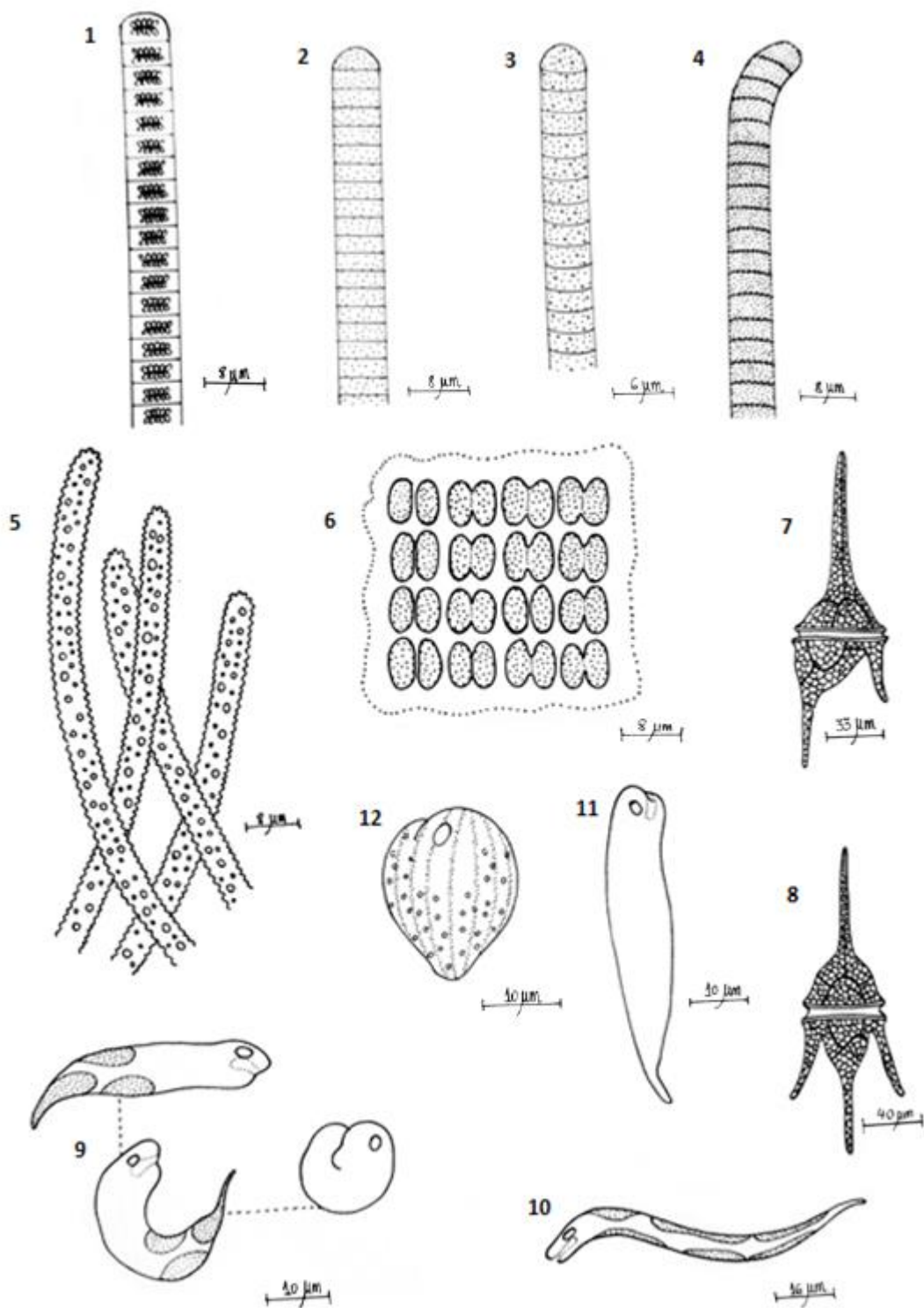


Lámina 1: 1: *Oscillatoria irrigua*; 2: *Oscillatoria simplicissima*; 3: *Oscillatoria* sp.; 4: *Phormidium* aff *chalybeum*; 5: *Planktothrix agardhii*; 6: *Merismopedia elegans*; 7: *Ceratium furcoides*; 8: *Ceratium hirundinella*; 9: *Euglena viridis*; 10: *Euglena* aff *klebsii*; 11: *Euglena* sp.; 12: *Phacus* sp..

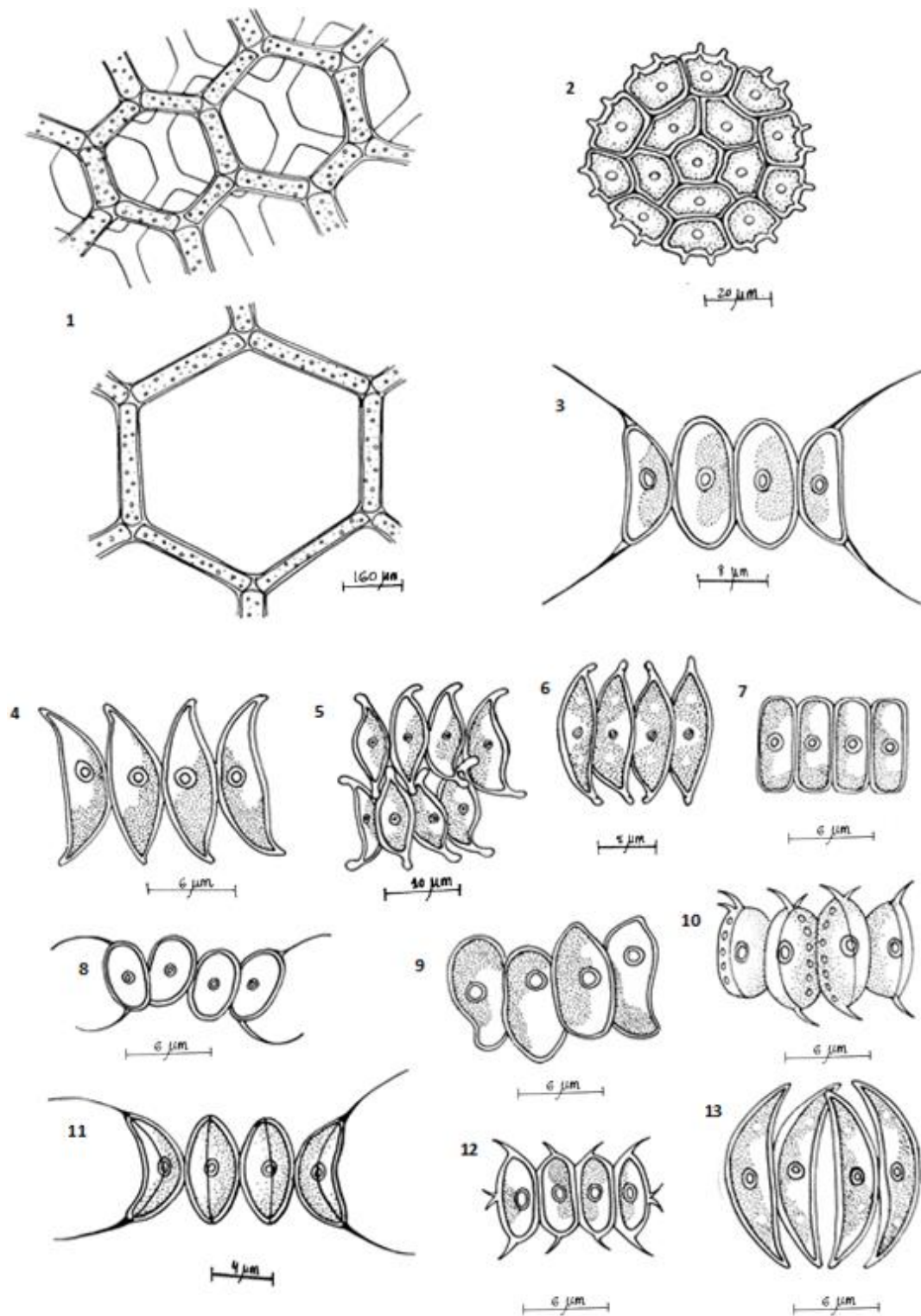


Lámina 2: 1: *Hydrodictyon reticulatum*; 2: *Pediastrum boryanum*; 3: *Scenedesmus quadricauda*; 4: *Scenedesmus acutus*; 5: *Scenedesmus* aff *dimorphus*; 6: *Scenedesmus dimorphus*; 7: *Scenedesmus acunae*; 8: *Scenedesmus* sp.3; 9: *Scenedesmus obliquus*; 10: *Scenedesmus* sp.2; 11: *Scenedesmus armatus*; 12: *Scenedesmus sempervirens*; 13: *Scenedesmus* sp.1..

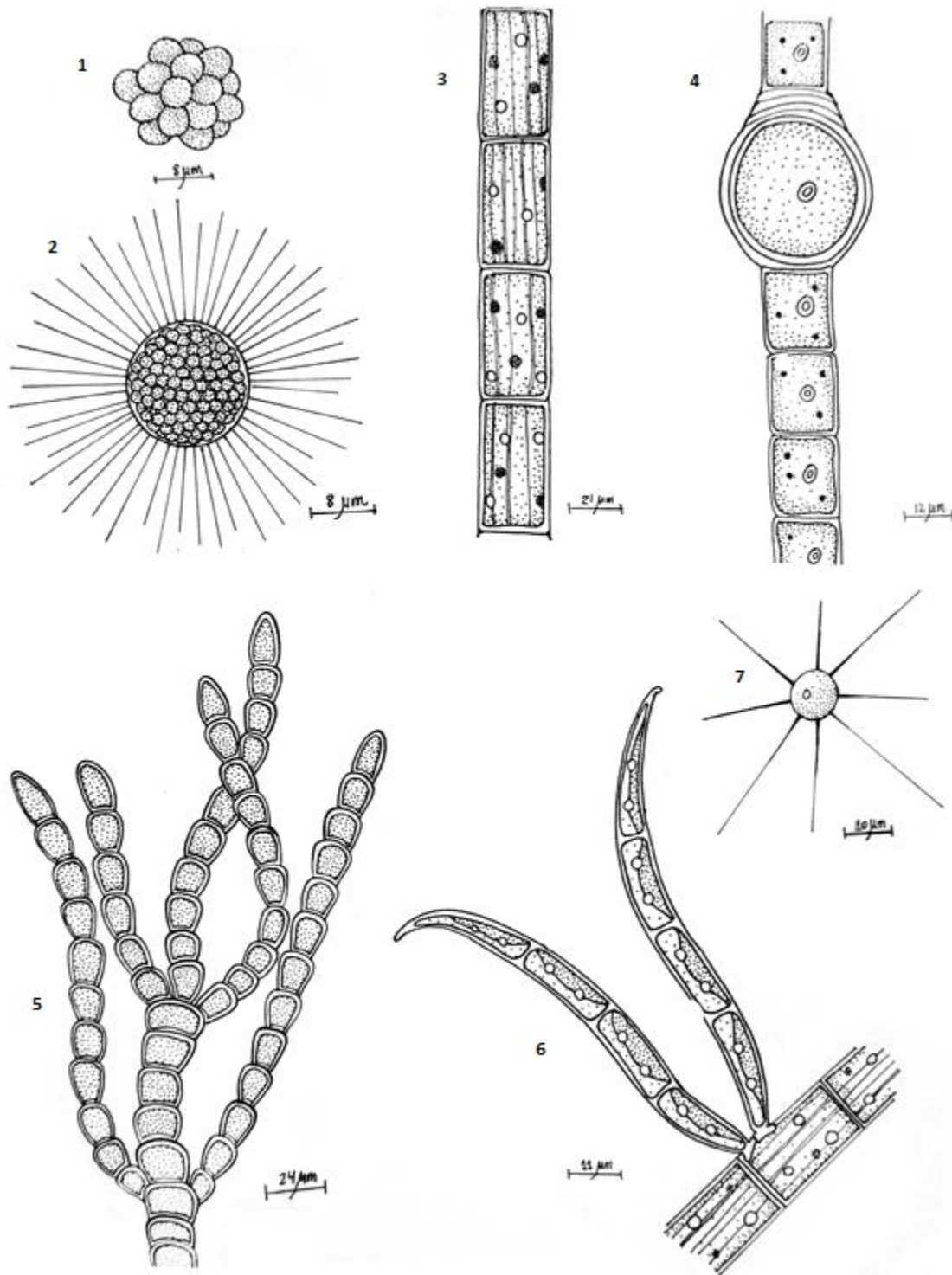


Lámina 3: 1: *Coelastrum* sp.; 2: *Golenkinia* sp.; 3: *Oedogonium* sp.2; 4: *Oedogonium* sp.1; 5: *Cloniophora* sp.; 6: *Uronema* sp.; 7: *Golenkiniopsis* sp..

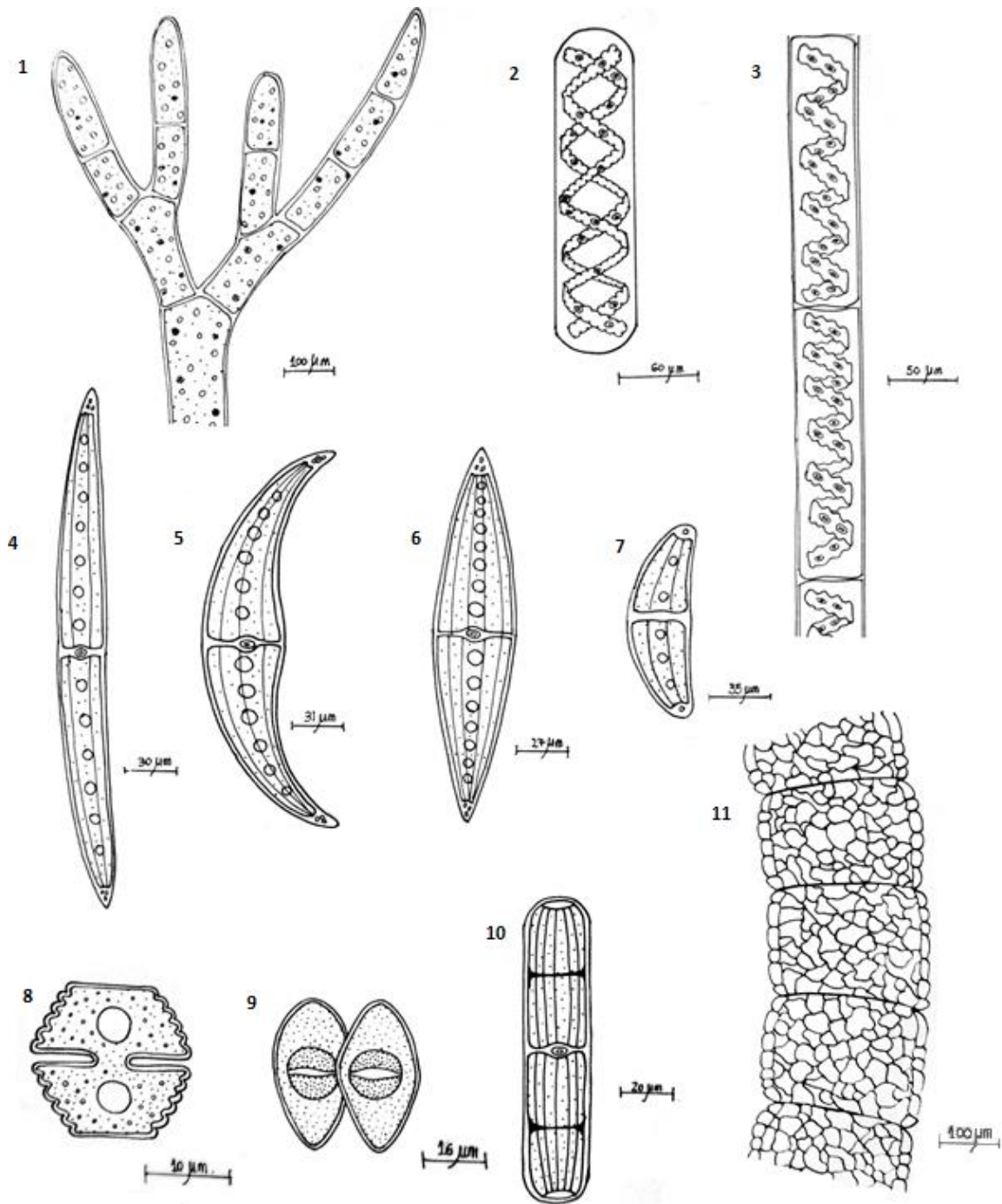


Lámina 4: 1: *Cladophora* sp.; 2: *Spirotaenia* sp.; 3: *Spirogyra* sp.; 4: *Closterium acerosum*; 5: *Closterium moniliferum*; 6: *Closterium pseudolunula*; 7: *Closterium* sp.; 8: *Cosmarium undulatum*; 9: *Staurastrum* sp.; 10: *Penium* sp.; 11: *Compsopogon caeruleus*.



Lámina 5: 1: *Oedogonium* sp.2; 2: *Oedogonium* sp.1; 3: *Spirogyra* sp.; 4: *Coelastrum* sp.; 5: *Cosmarium undulatum*; 6: *Staurastrum* sp.; 7: *Ceratium furcoides*; 8: *Ceratium hirundinella*; 9: *Closterium moniliferum*; 10: *Closterium pseudolunula*; 11: *Closterium* sp.; 12: *Penium* sp..



**Tabla 1. Especies encontradas en cada uno de los sitios y estaciones de muestreo. Referencia O: otoño; I: invierno; P: primavera; V: verano**

ESTACIÓN	CALERA				P. ANTARTIDA				P. OLMOS				V.SARGENTO CABRAL				
	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	O	I	P	V	
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans			X					X								X	
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Dujardin			X	X													X
<i>Cladophora</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Cloniophora</i> sp.			X														
<i>Closterium acerosum</i> (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs	X	X	X	X	X	X		X	X		X					X	
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg	X			X				X	X		X		X		X		
<i>Closterium pseudolunula</i> O.Borge				X													
<i>Closterium</i> sp.																	X
<i>Coelastrum</i> sp.							X				X						
<i>Compsopogon caeruleus</i> (Balbis ex C.Agardh) Montagne										X				X			
<i>Cosmarium undulatum</i> Corda ex Ralfs				X													
<i>Euglena aff klebsii</i> (Lemmermann) Mainx																X	
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg			X	X	X											X	
<i>Euglena</i> sp.			X														
<i>Golenkinia</i> sp.						X											
<i>Golenkiniopsis</i> sp.						X											
<i>Hydrodictyon reticulatum</i> (Linnaeus) Bory			X														
<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing			X		X	X				X						X	
<i>Oedogonium</i> sp.1		X	X		X	X		X	X	X			X	X			
<i>Oedogonium</i> sp. 2					X	X	X			X							
<i>Oscillatoria irrigua</i> Kützing ex Gomont																X	
<i>Oscillatoria aff simplicissima</i> Gomont													X				
<i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher ex Gomont		X	X								X	X					X
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini																X	
<i>Penium</i> sp.							X										
<i>Phacus</i> sp.			X		X												
<i>Phormidium aff chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek				X			X		X	X							
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek		X	X				X	X			X				X	X	
<i>Scenedesmus acunae</i> Comas	X	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X		
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	X	X	X	X	X	X	X			X		X					
<i>Scenedesmus aff dimorphus</i> (Turpin) Kützing							X										
<i>Scenedesmus armatus</i> (Chodat) Chodat							X	X									
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing				X													
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	X		X		X	X				X							
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson													X				
<i>Scenedesmus sempervirens</i> Chodat			X	X					X						X		
<i>Scenedesmus</i> sp.1				X													
<i>Scenedesmus</i> sp.2					X												
<i>Scenedesmus</i> sp.3				X													
<i>Spirotaenia</i> sp.														X			
<i>Spirogyra</i> sp.		X			X									X			
<i>Staurastrum</i> sp.				X													
<i>Uronema</i> sp.				X		X	X										

**Tabla 2. Frecuencia relativa de cada especie según la estación del año y total acumulada.**

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	TOTAL
<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	0	0	0,5	0,25	0,1875
<i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müller) Dujardin	0	0	0,25	0,5	0,1875
<i>Cladophora</i> sp.	1	1	1	1	1
<i>Cloniophora</i> sp.	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Closterium acerosum</i> (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs	0,75	0,5	0,75	0,5	0,625
<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenberg	0,75	0	0,5	0,5	0,4375
<i>Closterium pseudolunula</i> O.Borge	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Closterium</i> sp.	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Coelastrum</i> sp.	0	0	0,5	0	0,125
<i>Compsopogon caeruleus</i> (Balbis ex C.Agardh) Montagne	0	0,5	0	0	0,125
<i>Cosmarium undulatum</i> Corda ex Ralfs	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Euglena aff klebsii</i> (Lemmermann) Mainx	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	0,25	0	0,5	0,25	0,25
<i>Euglena</i> sp.	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Golenkinia</i> sp.	0	0,25	0	0	0,0625
<i>Golenkiniopsis</i> sp.	0	0,25	0	0	0,0625
<i>Hydrodictyon reticulatum</i> (Linnaeus) Bory	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Merismopedia elegans</i> A.Braun ex Kützing	0	0,25	1	0	0,3125
<i>Oedogonium</i> sp.1	0,25	1	1	0	0,5625
<i>Oedogonium</i> sp. 2	0	0,25	0,5	0,25	0,25
<i>Oscillatoria irrigua</i> Kützing ex Gomont	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Oscillatoria aff simplicissima</i> Gomont	0,25	0	0	0	0,0625
<i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher ex Gomont	0,25	0,25	0,25	0,5	0,3125
<i>Pediastrum boryanum</i> (Turpin) Meneghini	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Penium</i> sp.	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Phacus</i> sp.	0,25	0	0,25	0	0,125
<i>Phormidium aff chalybeum</i> (Mertens ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	0	0	0,25	0,75	0,25
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	0	0,25	0,75	0,75	0,25
<i>Scenedesmus acunae</i> Comas	0,5	0,5	1	0,75	0,6875
<i>Scenedesmus acutus</i> Meyen	0,75	0,5	0,5	0,25	0,5
<i>Scenedesmus aff dimorphus</i> (Turpin) Kützing	0	0	0,25	0	0,0625
<i>Scenedesmus armatus</i> (Chodat) Chodat	0	0	0,25	0,25	0,125
<i>Scenedesmus dimorphus</i> (Turpin) Kützing	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turpin) Kützing	0,5	0	0,75	0	0,3125
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	0,25	0	0	0	0,0625
<i>Scenedesmus sempervirens</i> Chodat	0	0,25	0,5	0,25	0,25
<i>Scenedesmus</i> sp.1	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Scenedesmus</i> sp.2	0	0,25	0	0	0,0625
<i>Scenedesmus</i> sp.3	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Spirotaenia</i> sp.	0	0,25	0	0	0,0625
<i>Spirogyra</i> sp.	0	0,75	0	0	0,1875
<i>Staurastrum</i> sp.	0	0	0	0,25	0,0625
<i>Uronema</i> sp.	0	0	0,25	0,5	0,1875

