



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS

ESTUDIO DE LA BIODIVERSIDAD ALGAL Y DETERMINACIÓN DE CALIDAD
DE AGUA Y ESTADO TRÓFICO EN LA LAGUNA EA. ANSÍN, PROVINCIA DE
LA PAMPA (ARGENTINA)

LEONELA OLIVERA

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2015

PREFACIO

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar el grado Académico de Licenciado en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en la Cátedra de Protistas I, dependiente del Departamento de Ciencias Biológicas, durante el período comprendido entre el 26 de Septiembre de 2014 y el 13 de Noviembre de 2015, bajo la dirección de la Dra. Graciela Inés Bazán y la codirección de la Lic. María José Galea.

13 de Noviembre de 2015

LEONELA OLIVERA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|----------------------------------|-----|
| AGRADECIMIENTOS..... | I |
| 1. RESUMEN..... | III |
| 2. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 3. HIPÓTESIS..... | 5 |
| 4. OBJETIVOS..... | 6 |
| 5. ÁREA DE ESTUDIO..... | 7 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 11 |
| 7. RESULTADOS..... | 19 |
| 8. DISCUSIÓN..... | 44 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 48 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA..... | 50 |
| 11. ANEXO..... | 57 |
| ÍNDICE GENERAL..... | 65 |

AGRADECIMIENTOS

Agradecer primero a la Universidad Nacional de La Pampa y principalmente a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales por darme la oportunidad, el lugar físico y el financiamiento para realizar este trabajo en el que culminan de plasmarse mis estudios para optar por el título de Licenciada en Ciencias Biológicas.

A los profesores que me formaron a lo largo de la carrera y a las compañeras y futuras colegas q la facultad me dejo. Pero en especial a esas personas que me hicieron amar aún más la biología y a las que elegí para trabajar y aprender junto a ellas cada día más.

A mi directora Dra. Graciela Bazán, por aceptarme no solo como su tesista, sino también por dejarme trabajar y aprender de ella durante todos estos años, por su confianza, paciencia, alegría y por todo su afecto.

A mi co-directora Lic. María José Galea, por todos los años compartidos, su tiempo, su sostén, por todo lo aprendido de ella y principalmente por todo su cariño y buen humor.

A Delfina, Belén y Andrea por todo su apoyo y buena onda para seguir siempre adelante, sumando conocimientos y compartiendo experiencias

A mis amigos, de la vida y de la facultad que me acompañaron en todo mi camino por la universidad, por su apoyo, paciencia, compañía, por quererme como soy y aguantarme siempre.

A mi novio y compañero, por amarme y comprenderme, por todo el apoyo que siempre me dio, por estar en los peores días tan firme como en los mejores. Por hacer este camino un poco más fácil. Gracias infinitas.

A mi familia, especialmente a mis padres, por todo el esfuerzo que hicieron para que pueda seguir mi camino, estudiar lo que elegí, por darme siempre todo lo que necesite, por estar siempre a mi lado, apoyarme, ayudarme y por todo su cariño. También a mis hermanos Valen y Lean por quererme tanto, por ayudar siempre a que no baje los brazos. ¡Los amo!

Y por último, quiero agradecer a mi abuela, mi luz, mi estrella, por la motivación constante que me dio hasta el último momento, por toda su comprensión y todo ese amor y cariño que solo ella me supo dar.

Gracias por todo y a todos, solo me queda volver a decirles: ¡gracias!

1. RESUMEN

Esta tesina forma parte de un proyecto general que abarca el estudio de la dinámica de las algas en sistemas leníticos de la provincia de La Pampa. El objetivo fue conocer y categorizar la ficoflora de la Laguna Ea. Ansín, perteneciente al sistema Luan Lauquen (Dpto. Capital), con especial énfasis en las Clases Cyanophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae. Se llevaron a cabo muestreos biológicos, físico-químicos y ambientales estacionales entre mayo y diciembre de 2011. Las muestras de fitoplancton se obtuvieron por arrastre manual y fueron fijadas con formol 4%. Se registraron *in situ*: temperatura del aire y del agua, OD, conductividad, pH, profundidad y transparencia del agua. Del total de especies registradas (154), la clase Chlorophyceae fue la que presentó mayor riqueza específica con 86 taxa, seguida por Cyanophyceae (32), Bacillariophyceae (23), Euglenophyceae (12) y Chrysophyceae (1). Se confeccionaron tablas de presencia-ausencia y porcentajes de frecuencia, cuyos resultados arrojaron que el 12,3% de las especies estuvo presente durante todo el ciclo anual. El grado de similitud de la comunidad ficológica a lo largo del período de muestreo varió entre $41,5 \geq 47\%$. Los resultados de los índices de Nygaard aplicados califican a la laguna como eutrófica, típica de la región pampeana, caracterizada por aguas de pH alcalino y de baja salinidad. El estado de saprobiedad del cuenco ($S= 2,32$) establecido a partir de la bioecología de los organismos lo clasifica dentro del rango β -mesosapróbico de aguas de moderada contaminación.

ABSTRACT

This thesis is part of a general project about the study of phycological dynamics in lentic systems in La Pampa province. The objective was to determine and categorize the phycoflora of Lake Ea. Ansín, belongs to Luan Lauquen System (Capital Department), with special emphasis on Cyanophyceae, Chlorophyceae and Bacillariophyceae. Biological sampling, physico- chemical and environmental seasonal were carried out between May and December 2011. Temperature air and water, OD, conductivity, depth and water transparency was measured *in situ*. Phytoplankton samples were collected by hand and drag and were fixed in 4% formaldehyde. Of all recorded species (154, the class Chlorophyceae had highest species richness with 86 taxa, followed by Cyanophyceae (32), Bacillariophyceae (23), Euglenophyceae (12) and Chrysophyceae (1). Tables of presence-absence and frequency percentages were made, the results showed that only 12.3 % of the species was present throughout the annual cycle. The degree of similarity of the phycological community throughout the sampling period ranged between ≥ 41.5 and $\leq 47\%$. The results of the indices of Nygaard qualify the lagoon being studied as a eutrophic lake, typical of the Pampas region, characterized by waters alkaline pH, low-salinity. State Saprobiedad lagoon (S=2.32) calculated from bioecology species that comprise classifies water in the range of β -mesosapróbico with moderate pollution.

2. INTRODUCCIÓN

Los humedales están constituidos por una variada cantidad de ambientes cuya característica común es la presencia de agua por encima del suelo. Ocupan aproximadamente el 6% de la superficie terrestre y es fácil identificarlos como áreas geográficas que están permanente o frecuentemente inundadas (Degiovanni *et al.*, 2003). Se encuentran entre los medios más productivos del planeta y fueron definidos por la convención Ramsar (1971) como "...extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros".

Los humedales pueden parecer sitios muy estables y difíciles de modificar, pero en realidad su nivel de pérdida es preocupante. Se considera que sobrepasa el 50 % en el mundo y en algunos sitios llega hasta el 90 %. La causa principal de su degradación se debe a que éstos ambientes, históricamente, fueron considerados marginales y por lo tanto no valorados socialmente, ignorando las funciones ecológicas y el valor de los bienes y servicios que estas tierras podían brindar. Entre ellas se pueden mencionar, regulación de inundaciones, retención de agua y almacenaje (a corto y largo plazo), recarga de acuíferos, retención y estabilización de sedimentos, ciclado de nutrientes, provisión de hábitat para numerosas especies animales y vegetales y mantenimiento de la diversidad tanto específica como genética, entre otras funciones (Dugan, 1993; Bazán, 2010).

En las últimas décadas esta situación se estaría revirtiendo por la puesta en marcha de numerosos proyectos para hacer frente a la aceleración de la crisis hídrica, por medio de la conservación de importantes zonas de humedales en todo el planeta y por la realización de diferentes prácticas para reestablecer las funciones hidrológicas y biológicas de estos sitios en áreas que han sido perturbadas. Sin embargo, no obstante la importancia que actualmente se les otorga a nivel internacional, los humedales en Argentina son considerados aún como terrenos de baja calidad y transformados o destruidos mediante obras de drenaje o relleno para posibilitar otros usos, a pesar de la existencia de notables fundamentos para su conservación (Iparraguirre, 2012).

El humedal pampeano constituye una de las zonas más extensas y cubre una superficie cercana a 100.000 km² de la planicie de las pampas (Quirós, 2005). Se asienta sobre suelos con un gran valor productivo, ricos en nutrientes que manifiestan un alto

potencial biológico (Margalef, 1983; Bazán, 2010). Ésta región se caracteriza por presentar sucesión de periodos climáticos secos y húmedos, actividad neotectónica significativa y suaves pendientes con áreas deprimidas, donde se suelen formar lagos o lagunas, permanentes o temporarias, por retención de agua de lluvia, por acumulación de agua por drenaje o lixiviado de zonas más altas (Iriondo, 1989).

Las lagunas pampeanas son el componente principal de este humedal. Su origen es un reflejo de la geomorfología de la región que determina la forma natural de la gran mayoría de ellas, producto de la deflación eólica, presentándose en menor proporción lagunas de origen fluvial y tectónico (Quirós, 2005). Éstas pueden caracterizarse como lagos someros, con una profundidad que no supera los 4 metros y con tiempo de permanencia del agua y salinidad altamente variables, naturalmente eutróficos y actualmente bajo estrés ambiental que incrementa aún más sus contenidos de nutrientes (Bazán, 2010). La cuenca o lecho no muestra predominio de una dimensión sobre las otras y no hay un gradiente de condiciones físico-químicas y biológicas en una dirección definida. Los nutrientes básicos son autogénico y su evolución en el tiempo se realiza *in situ*, conduciendo hacia su extinción como cuerpos de agua (Ringuelet, 1962).

Las lagunas someras son naturalmente polimícticas y productivas, debido principalmente a que los nutrientes están disponibles durante todo el período de crecimiento de la comunidad biológica (Novoa, 2004). Asimismo su escasa profundidad y su alta tasa de permanencia del agua, las hace más sensibles al enriquecimiento en nutrientes, los cuales son los principales responsables del estado trófico de un ambiente (Quirós, 2005; Bazán, 2010). De este modo, las altas descargas provenientes desde zonas agropecuarias y urbanas sobre este tipo de sistemas acuáticos han provocado, que en gran parte del humedal pampeano, las lagunas se hayan transformado desde un estado claro a uno turbio altamente eutrófico (Sosnovsky & Quirós, 2006).

Dentro de un sistema lenítico la productividad biológica es de vital importancia, donde la morfometría, el clima y el tipo de suelo son en gran parte, sus factores determinantes (Quirós, 2004). Las comunidades acuáticas responsables de la productividad de un lago, no son homogéneas ni se mantienen constantes en el tiempo. Están definidas, para un momento dado, por un conjunto de organismos concretos que interaccionan entre ellos y con los factores ambientales. Tal es el caso de las algas, las cuales son consideradas habitantes comunes y normales de aguas poco profundas y las principales responsables de la productividad en ambientes acuáticos. Éstas se encuentran

en todo suministro de agua expuesto a la luz del sol y poseen una alta tasa de crecimiento que les permite producir densas poblaciones en cortos períodos de tiempo que fluctúan con las variables ambientales (Wetzel, 1981; Margalef, 1983; Novoa, 2004).

Estas variables se modifican a lo largo de un ciclo anual siguiendo un patrón regular, en cambio la variación de las comunidades en el tiempo abarca cambios cíclicos particulares, ritmos, y desviaciones en la representación de las diversas especies. En el fitoplancton por la breve duración de la vida individual y la importancia de los cambios ocurridos, las variaciones anuales pueden tener carácter de sucesiones, las cuales guardan una estrecha relación con factores de hábitat como temperatura, nutrientes (C, P y N, componentes esenciales de las moléculas orgánicas), pH y conductividad (Margalef, 1983; Carignano & Planas, 1994; Martínez de Fabricius *et al*, 2003; Bazán, 2010; Bazán *et al.*, 2014). La combinación de estos factores determinan la distribución de las comunidades algales, la importancia de cada uno sobre el resto y la magnitud con la que van a afectar las características del medio acuático establecen el tipo de ecosistema frente al cual nos encontramos (Bazán, 2010).

La alteración de las variables ambientales, provocadas principalmente por la contaminación en los ecosistemas acuáticos, induce cambios en la estructura de las comunidades. Los sistemas en procesos de eutrofización presentan reemplazos o pérdidas de especies, donde la presencia o ausencia de algunos organismos puede proporcionar información sobre un determinado cambio en las variables físico-químicas, es decir, la presencia de una especie en particular demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones (Ospina & Peña, 2004). Es por esto, que por medio de la caracterización de las comunidades algales es posible evaluar aspectos ambientales, ya que el conocimiento adecuado de su estructura y composición nos permite detectar prematuramente la ocurrencia de procesos polutivos y/o contaminantes. Para ello es fundamental una vigilancia continua del fitoplancton, identificando los organismos que lo componen (Margalef, 1983), éstos incluyen formas planctónicas, perifíticas y bénticas. Las comunidades de algas y en particular las poblaciones de Cyanophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae ocupan un amplio rango de hábitat y debido a las características de estos grupos algales, su distribución ubicuitaria, elevado número de especies, capacidad para colonizar diferentes ambientes y sus respuestas a cambios del entorno son

consideradas como valiosos indicadores de la calidad del agua e importantes referentes geoambientales (Bazán, 2010).

Desde hace algunas décadas es reconocida la importancia del uso de las algas como indicadores biológicos a través de métodos ecológicos (riqueza específica, diversidad, índices de saprobiedad, análisis multivariados, entre otros), dado que la presencia o ausencia de determinadas especies permite efectuar un diagnóstico del nivel de contaminación del sistema estudiado y en comparación con análisis químicos o de toxicidad, este método es de relativamente bajo costo y sencillo de implementar (Ospina & Peña, 2004). En nuestro país, los estudios pertinentes se han centrado en relacionar los cambios espaciales y temporales de las comunidades fitoplanctónicas con las variables abióticas (Bazán, 2010).

Sin embargo, a pesar de lo expuesto, si bien las lagunas pampeanas forman parte de uno de los paisajes más productivos de la Argentina y su conservación debería ser una preocupación para la sociedad, su ecología y la dinámica de las comunidades que en ellas habitan han sido relativamente poco estudiadas (Quirós *et al.*, 2002a). Los monitoreos de estos ecosistemas se han basado principalmente en análisis fisicoquímicos y bacteriológicos, con un pobre aporte de estudios ficológicos. Recién a partir de la década del '90, con la contribución de investigadores de la Universidad Nacional de La Pampa se comenzaron a publicar regularmente hallazgos ficológicos, incrementándose el número de nuevos registros para la zona y para el país (Bazán, 2010).

Debido al escaso número de trabajos que integran aspectos biológicos con parámetros ambientales en los cuerpos leníticos de la provincia, surge la necesidad de realizar un estudio íntegro de la biodiversidad algal, su relación con parámetros abióticos y el estado trófico de éste tipo de lagunas. El presente trabajo forma parte de un proyecto general que abarca el estudio de la dinámica de las algas en sistemas leníticos de régimen semipermanente de la provincia de La Pampa. Finalmente, por lo expuesto precedentemente se formulan las siguientes hipótesis:

3. HIPÓTESIS

- La composición y distribución de la comunidad algal en la laguna Ea. Ansín presenta fluctuaciones estacionales a lo largo de un ciclo anual.
- La categorización bioecológica de las especies algales permite determinar el estado trófico de la laguna.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVOS GENERALES

- Conocer y categorizar la ficoflora presente en la Laguna Ea. Ansín, perteneciente al sistema Luan Lauquen (Dpto. Capital), con especial énfasis en las Clases Cyanophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la riqueza específica y la distribución temporal de los taxa identificados durante un ciclo anual y su relación con los parámetros físico-químicos.
- Determinar el estado trófico de la Laguna Ea. Ansín mediante el sistema de saprobios.

5. ÁREA DE ESTUDIO

La Laguna Ea. Ansín, pertenece al sistema Luan Lauquen situado en la Región Hídrica de los Valles Transversales, al Este de la provincia de La Pampa, en el Departamento Capital. Esta región presenta un relieve alineado con rumbo SO/NE que se manifiesta por medio de valles, depresiones, cordones medianosos y otras formas eólicas (Hernández Bocquet, 2009), se caracteriza por presentar cuencos poco profundos y de reducida extensión, rodeados por cultivos que evolucionan a procesos de extinción (Medus *et al.*, 1982).

La laguna está ubicada en la Estancia Ansín, a 7 Km (W) de la ruta nacional 35, delimitada por las coordenadas geográficas $36^{\circ} 32' S$ y $64^{\circ} 35' W$ (figuras 1 y2).

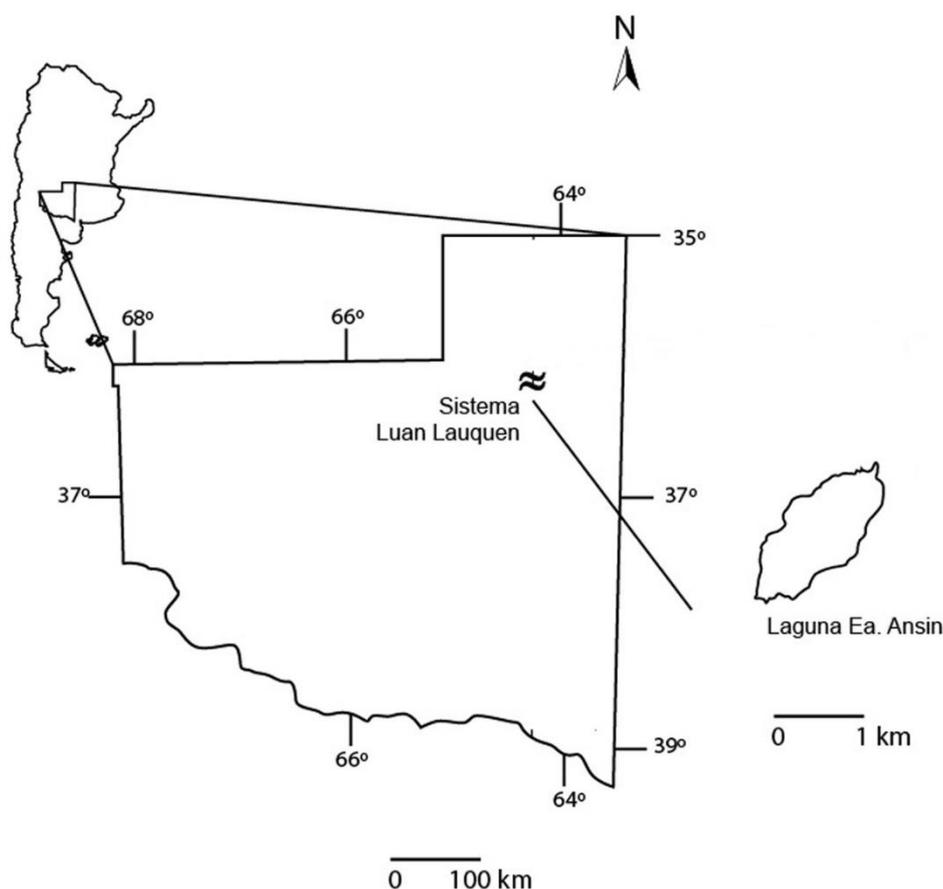


Figura 1. Ubicación de la Lagunas Ea. Ansín (Sistema lenítico Luan Lauquen) en la Provincia de La Pampa.

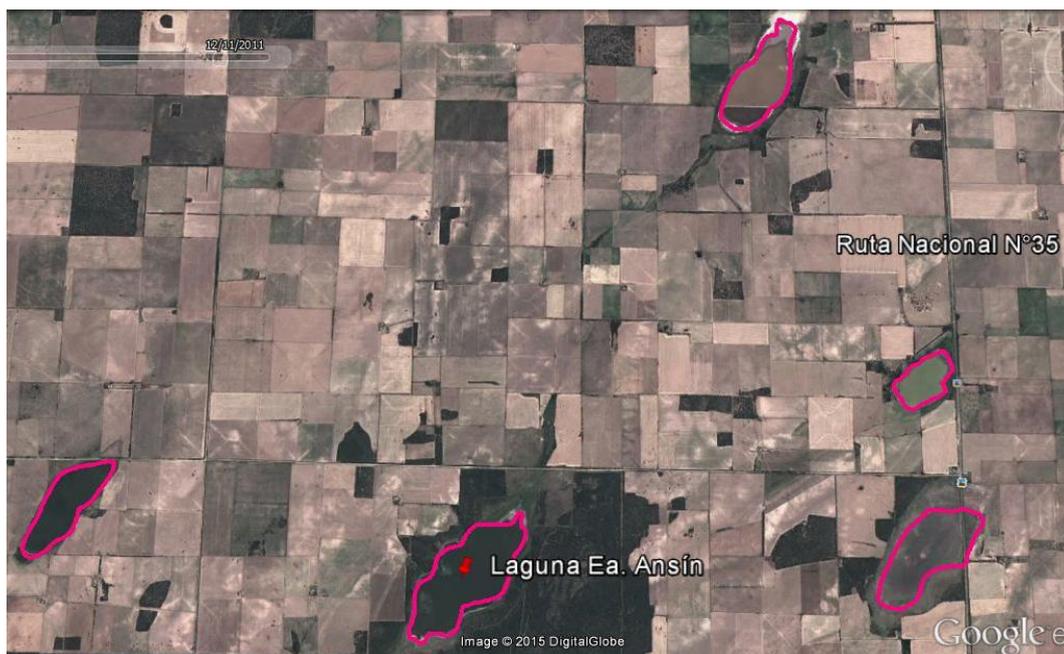


Figura 2. Imagen satelital del Sistema lenítico Luan Lauquen, Provincia de La Pampa, con énfasis en la Laguna Ea. Ansín.

5.1. GEOMORFOLOGÍA

Fisiográficamente el sistema Luan Lauquen está ubicado en la región oriental, subregión de colinas y lomas. El relieve original de esta subregión fue el de una pediplanicie con una capa calcárea potente (Cano *et al.*, 1980).

Los procesos morfogenéticos que contribuyeron al modelado del paisaje fueron predominantemente de margen hídrico que actuaron destruyendo y degradando a la capa calcárea y posteriormente de origen eólico, aportando sedimentos arenosos en las áreas deprimidas del relieve. El paisaje típico es de colinas con pendientes muy marcadas, son habituales las áreas cóncavas alargadas donde se acumula el agua pluvial. Comúnmente presenta zonas fuertemente onduladas donde se distingue una toposecuencia en relación a tres posiciones del paisaje:

- Lomas: compuestas por llanos altos, con texturas que van desde franco a franco arenosas. Presentan un horizonte superficial profundo y buena provisión de materia orgánica.
- Pendientes: dadas en los faldeos de las lomas, predominando las pendientes largas y simples. La textura es arenosa y son suelos pobres en materia orgánica, secos y susceptibles a la erosión hídrica y eólica.

- Bajos: corresponde a la base del relieve ondulado. Son bajos amplios y planos, a veces profundos y cerrados, con textura franco limosa. Representan sitios más húmedos con mayor cantidad de materia orgánica y textura más fina.

Litológicamente se distinguen dos materiales: uno superficial con textura arenosa a areno franco con abundantes carbonatos y sales y otro que se dispone por debajo de éste compuesto por sedimentos de la formación Cerro Azul, de textura franca o franca arenosa.

5.2. CLIMA

El régimen térmico de esta subregión es favorable para la producción agrícola, con una temperatura media anual es de 15°C, siendo la T° máxima media para el período estival de 23°C y la T° mínima media para el periodo invernal de 8°C, con valores extremos de temperaturas máximas y mínimas de 45°C y -12,6°C para dichos períodos.

Las precipitaciones oscilan entre 600 y 480-500 mm entre el extremo nororiental y el extremo suroeste de la región, respectivamente. El balance hídrico muestra que el período de mayor deficiencia de agua es el verano, debido a las altas temperaturas que tienen un papel predominante sobre la evapotranspiración (389 mm). La humedad relativa ambiental registrada es mayor en la época invernal, con un valor promedio del 70 % (Cano *et al.*, 1980).

El régimen de vientos presenta la mayor frecuencia anual de dirección N-NE y S-SW. La velocidad promedio anual es de 10 km/h, registrándose los valores máximos en la primavera, con hasta 60 km/h, intensidades de capaces de producir erosión, sobre todo en lomas arenosas (Cano *et al.*, 1980).

5.3. VEGETACIÓN

La vegetación está principalmente compuesta por cultivos de cereales y especies forrajeras, que abarcan la mayor parte del SE de la subregión. Éstos son en general utilizados para pastoreo directo y en menor porcentaje para semilla. Los cultivos anuales incluyen centeno, cebada, avena y trigo para el invierno; y sorgo, alfalfa y maíz para la temporada estival. En las áreas medanosas también se utiliza pasto llorón y sorgo negro, para fijación de médanos y para la obtención de forraje (Cano *et al.*, 1980).

El resto de la región está caracterizado por la presencia pastizales sammofilos de *Elyonurus muticus*, pastizales intermedios con *Stipa tenuissima* y *S. gynerioides* y pastizales bajos compuestos principalmente por *Piptochaetium napostaense* y *S. tenuis*.

Así mismo en las zonas más cercanas a los cuencos lacustres, donde se registran mayores concentraciones de sales, son comunes los matorrales halófilos de *Atriplex undulata*. Finalmente, y en menor proporción, se mencionan el arbustal de *Larrea divaricata* y los bosques de *Prosopis caldenia*, los cuales han sufrido una rápida desaparición debido al avance de la frontera agrícola en la región durante últimas décadas (Cano *et al.*, 1980).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. MUESTRAS BIOLÓGICAS

Se realizó un viaje de reconocimiento a la laguna Ea. Ansín en diciembre de 2010 a fin de establecer sitios apropiados para la toma de muestras y la medición de las variables *in situ*, acorde a la ubicación geográfica, factibilidad de ingreso, accesibilidad, etc. Finalmente los sitios de muestreo se establecieron sobre el área perimetral ubicada en el margen sudeste del cuenco (figura 3, 4 y 5).

Se llevaron a cabo muestreos estacionales entre mayo de 2011 y marzo de 2012 (tabla 1) con toma de muestras biológicas y de muestras para análisis físico-químicos. Para el período de verano el cuenco se encontró seco, evidenciando el carácter semipermanente de la laguna.

Las muestras de fitoplancton se obtuvieron por arrastre manual y en algas adheridas a sustratos naturales y/o artificiales por raspado superficial según técnicas convencionales (Schwoerbel 1975, Lopretto & Tell, 1995). Las muestras biológicas fueron fijadas con formol 4% y depositadas en el Herbario de la de la cátedra.

Tabla 1. Fechas de muestreo en la laguna Ea. Ansín para cada estación.

| Muestra | Fecha |
|-----------|------------|
| Otoño | 21/05/2011 |
| Invierno | 27/08/2011 |
| Primavera | 17/12/2011 |
| Verano | 20/03/2012 |



Figura 3. Imagen de la laguna Ea. Asín para el período de muestreo Otoño 2011 (21/5/2011).



Figura 4. Imagen de la laguna Ea. Asín para el período de muestreo Invierno 2011 (27/8/2011).



Figura 5. Imagen de la laguna Ea. Asín para el período de muestreo Primavera 2011 (17/12/2011).

6.2. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Se registraron *in situ* las siguientes variables: pH, temperatura del agua y el aire, conductividad, oxígeno disuelto, profundidad y transparencia con disco de Secchi (figura 6). Las muestras colectadas para los análisis físico-químicos se almacenaron en botellas de polietileno de 1 litro de capacidad, sin burbuja de aire y a resguardo de la luz y fueron conservadas en frío hasta su tratamiento en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo (UNLPam) según las técnicas propuestas en APHA, AWWA, WPCF (1992) y Appelo & Postma (1993).

pH. El pH indica la capacidad buffer de una muestra, en términos de alcalinidad y acidez. Se utilizó un pHmetro/ISE portátil digital, modelo 250 Orion, calibrado potenciométricamente con un electrodo indicador usando un electrodo estándar y un electrodo de referencia.

TRANSPARENCIA. El valor de la transparencia se utiliza como una estimación de la extinción de la luz en el agua (French *et al.*, 1982), la cual se dispersa y se absorbe en función de la concentración de partículas (algas u otros sólidos disueltos).

Para medir transparencia se utilizó un disco de Secchi de 20 cm de diámetro. Los resultados se obtuvieron anotando el valor promedio de tres mediciones sucesivas registradas en el sitio de muestreo.

CONDUCTIVIDAD. Indica la concentración total aproximada del contenido iónico de una muestra de agua. Es una medida de la actividad iónica de una solución en términos de su capacidad para transmitir corriente. La conductividad se determinó mediante conductímetro portátil digital modelo 105 Orion.

TEMPERATURA. Las mediciones de temperatura son utilizadas en cálculos de alcalinidad, en estudios de saturación, en el cálculo de salinidad y en general en operaciones de laboratorio. Es uno de los factores que tiene mayor efecto sobre el resto de las variables físico-químicas. La temperatura se midió con un termómetro digital Lufman P300.

OXÍGENO DISUELTO. Está determinado por la relación de equilibrio entre la presión parcial de oxígeno atmosférico y la concentración de oxígeno en agua. Juega un papel importante en la solubilización o insolubilización de iones que cambian con facilidad de valencia, así como en la actividad metabólica de los microorganismos.

Para la medición se utilizó un Oxímetro digital Lutron DO- 5510. Las correcciones por defecto se realizaron mediante el uso de tablas estandarizadas con factores de corrección (Margalef, 1983; Schwoerbel, 1975; Ibarz Aznares, 1976).



Fig. 6. Mediciones in situ de pH, conductividad, oxígeno disuelto y transparencia con disco de Secchi.

ALCALINIDAD TOTAL. La alcalinidad se puede definir como una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones. Representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua. Dado que la alcalinidad de aguas

superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas.

Para la medición se utilizó un titulador digital. La alcalinidad total fue determinada por titulación hasta un pH de 3.7-5.1, e incluye carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos.

DUREZA. La dureza total se define como la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio, ambos expresados como carbonato cálcico, en mg/l.

Para determinar la dureza se utilizó el método titulométrico de EDTA y el método espectrofotométrico en aguas con bajo tenor salino.

NITRATOS. Los nitratos son compuestos del nitrógeno en los que éste se halla en el estado más oxidado. Se producen naturalmente por disolución de los componentes de las rocas y por oxidación bacteriana de materia orgánica. En concentraciones bajas, se encuentra de forma natural en el agua y el suelo. Sin embargo, actualmente constituyen la principal fuente de contaminación difusa de las aguas superficiales y subterráneas.

Se midieron utilizando un método a base de cadmio metálico que reduce los nitratos presentes en la muestra a nitritos, los cuáles al reaccionar con medio ácido (ácido sulfanílico) forman una sal coloreada la cual es colocada en un espectrofotómetro UV-visible para determinar el contenido total de nitratos.

SÓLIDOS TOTALES SECADOS a 103°C-105°C (RESIDUO SECO). Los sólidos totales o residuos hacen referencia a la materia sólida en suspensión o disuelta en el agua. El residuo puede afectar sensiblemente a la calidad del agua contenida en una cubeta lacustre y, por tanto, limitar sus usos.

El residuo seco se determinó mediante el método gravimétrico. Se colocaron placas de evaporación de 100 ml de capacidad en un horno de secado hasta una temperatura de 103-105°C. La muestra previamente pesada, es evaporada y secada hasta alcanzar un peso constante. La diferencia del peso representa los sólidos totales (mg).

6.3. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

Las muestras biológicas se observaron bajo microscopio Kiowa Medilux 12. Para el análisis diatomológico, se realizaron preparados permanentes según técnicas recomendadas por Hasle (1978) para su observación al microscopio óptico utilizando

Zrax® (I.r.=1,7) como medio de montaje definitivo. Para ello se usaron alícuotas de las muestras cualitativas en las que se procedió a la eliminación de la materia orgánica, siguiendo el método de Baterbee (1986) para posibilitar la observación de las valvas.

Para la identificación taxonómica se consultaron, principalmente, las floras estándar de Hustedt (1930), Geitler (1932), Desikachary (1959); Patrick & Reimer (1966, 1975); Prescott (1951); Komárek & Fott (1983); Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991 a y b); Tell & Conforti (1986); Komárek & Anagnostidis (1999; 2005).

El total de taxa determinados se ordenó según Bourrelly (1968, 1970 y 1972), para las Clases Cyanophyceae, Chlorophyceae y según Simonsen (1979) para las Bacillariophyceae. La flora asociada, Euglenophyceae y Chrysophyceae, se determinó y ordenó con literatura específica para cada grupo y región.

Para establecer la distribución temporal a lo largo del ciclo anual se construyeron tablas de presencia-ausencia de los taxa y porcentaje de frecuencia relativa, según:

$$Fr = Si / N \times 100$$

Donde,

Fr: frecuencia relativa.

Si: presencia de la especie "i" en las muestras.

N: número total de muestras.

6.4. ANÁLISIS DE SIMILITUD

Se analizó la persistencia de las distintas especies para cada época del año, mediante la aplicación del índice de similitud de Bray & Curtis (1957), según:

$$S_{jk} = (b+c) / (2 a+b+c)$$

Donde:

S_{jk}: similitud entre estaciones j y k.

a: n° de especies comunes entre j y k.

b: n° de especies que están en j pero no en k.

c: n° de especies que están en k pero no en j.

El análisis de agrupamiento con el total de las especies registradas en las distintas épocas muestreadas emplea el índice de asociación y expresa el grado de semejanza o

similitud en las comunidades algales en las diferentes estaciones del año. Los datos se expresan en dendrogramas resultantes del análisis de cluster. Se utilizó el programa BioDiversity Profesional. Copyright © 1997.

6.5. ÍNDICES DE NYGAARD

Se utilizaron los índices de Nygaard (1949) teniendo en cuenta la riqueza fitoplanctónica para determinar el grado de eutrofización de la Laguna Ea. Así para la época muestreada. Estos índices se basan en la riqueza de determinados grupos algales como Cyanophyceae, Euglenophyceae, diatomeas céntricas y pennadas, Chlorococcales y Desmidiáles (Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008).

Los índices de Nygaard más utilizados son el de clorofitas, el de diatomeas y el compuesto (Mirande & Tracanna, 2005; Peña Salamanca *et al.*, 2005; Roldán Pérez & Ramírez Restrepo, 2008), los cuales se detallan a continuación:

Índice para Clorofitas = Chlorococcales/Desmidiáles

Donde:

>1= oligotrófico

<1= eutrófico

Índice Ce/Pen = Centrales/Pennales

Donde:

0- 0,2= oligotrófico

0,2- 3= eutrófico

Índice Compuesto = (Cianofitas + Chlorococcales + Centrales+ Euglenales) /
Desmidiáles

Donde:

>1= oligotrófico

1- 2,5= mesotrófico

<2,5= eutrófico

6.6. ÍNDICE DE SAPROBIEDAD

Para determinar la salud biológica de la laguna Ea. Ansín se aplicó el método de los saprobios de Pantle & Buck (Schwoerbel, 1975). El grado sapróbico se determinó mediante el cálculo de la frecuencia de cada especie y la valencia sapróbica de cada una de ellas obtenida mediante investigaciones propias y comparaciones con datos físico-químicos y bibliográficos existentes (Sladeczek, 1973; Schwoerbel, 1975; Licursi & Gómez, 2003; Barinova & Nevo, 2010; Barinova *et al.*, 2008; 2011; Bazán 2010; Bellinger & Sigeo, 2010).

Estos datos se incorporan a la fórmula propuesta, obteniéndose de esta manera el valor de saprobiedad durante el ciclo anual.

$$S = \Sigma (s \times h) / \Sigma h$$

Donde:

s= valor sapróbico

h= frecuencia

Los rangos de Saprobiedad, según Pantle & Buck, fluctúan entre los siguientes valores:

S= 1,0-1,5: contaminación muy débil (σ)

S= 1,5-2,5: contaminación moderada (β)

S= 2,5-3,5: contaminación fuerte (α)

S= 3,5-4,0: contaminación muy fuerte (ρ)

7. RESULTADOS

7.1. RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos medidos *in situ* en la Laguna Ea. Ansín y los datos obtenidos en el laboratorio para el período de estudio comprendido entre mayo y diciembre de 2011, se presentan en la tabla 2.

Tabla 2: Resultados de análisis físico-químicos de la Laguna Ea. Ansín durante el período otoño-primavera 2011.

| Ea. Ansín | Otoño | Invierno | Primavera |
|----------------------------|-------|----------|-----------|
| Tº aire (°C) | 23 | 18 | 26 |
| Tº agua (°C) | 17 | 17,4 | 28 |
| Profundidad (cm) | 19 | 10 | 5 |
| Prof. Secchi (cm) | 18 | 10 | 0 |
| pH | 9,57 | 9,70 | 9,19 |
| Conductividad (µS/cm) lab. | 459 | 365 | 700 |
| OD (mg/l) | 11 | 10,2 | 7,82 |
| Residuo Seco mg/l | 412 | 307 | 570 |
| Nitratos (mg/l) | 21 | 36 | 18 |
| Alcalinidad (µg/l) | 36 | 0,245 | 0,295 |
| Dureza (µg/l) | 0,152 | 0,36 | 0,65 |
| Bicarbonatos | 36 | 0,245 | 0,295 |
| Carbonatos | 0 | 0 | 0 |
| msnm | 136 | 136 | 136 |
| Factor corrección OD | 1,01 | 1,01 | 1,01 |

7.1.1. Temperatura

Los valores de temperatura del agua medidos durante el período de muestreo fluctuaron entre 17°C para el otoño e invierno y 28 °C para la primavera. Estos valores acompañaron las oscilaciones de los registros de Tº del aire donde se obtuvo un mínimo de 18 °C y un máximo de 26°C para el invierno y la primavera respectivamente (figura 7).

7.1.2. Profundidad:

Los valores de profundidad variaron en todas las estaciones del año, iniciando con un valor máximo de 19 cm para el periodo otoño, 5 cm para la primavera y finalmente 0 para el período verano. Reflejando claramente el régimen semipermanente del cuenco en estudio (figura 7).



Fig. 7. Oscilaciones de los valores de profundidad, temperatura del agua y del aire en la Laguna Ea. Ansin durante el período otoño 2011-verano 2012.

7.1.3. Transparencia

La transparencia en términos generales manifestó una estrecha semejanza con la profundidad mostrando valores similares para ambos datos en todos los períodos muestreados.

7.1.4. pH

El pH se registró alcalino durante todo el período de muestreo y no mostró variaciones importantes para las diferentes estaciones. El rango osciló entre un mínimo de 9,19 para la primavera y un máximo de 9,70 para el invierno.

7.1.5. Conductividad

Los valores obtenidos a lo largo del período estudiado variaron de forma notable para las distintas estaciones del año. Presentaron un pico máximo de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en primavera y un mínimo de 365 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el invierno (figura 9).

7.1.6. Oxígeno disuelto

En general, los valores de oxígeno disuelto mostraron una disminución desde el período otoño (11 mg/l) a primavera (7,82 mg/l), registrándose una estrecha relación con los valores medidos de temperatura para ambas estaciones (figura 8).

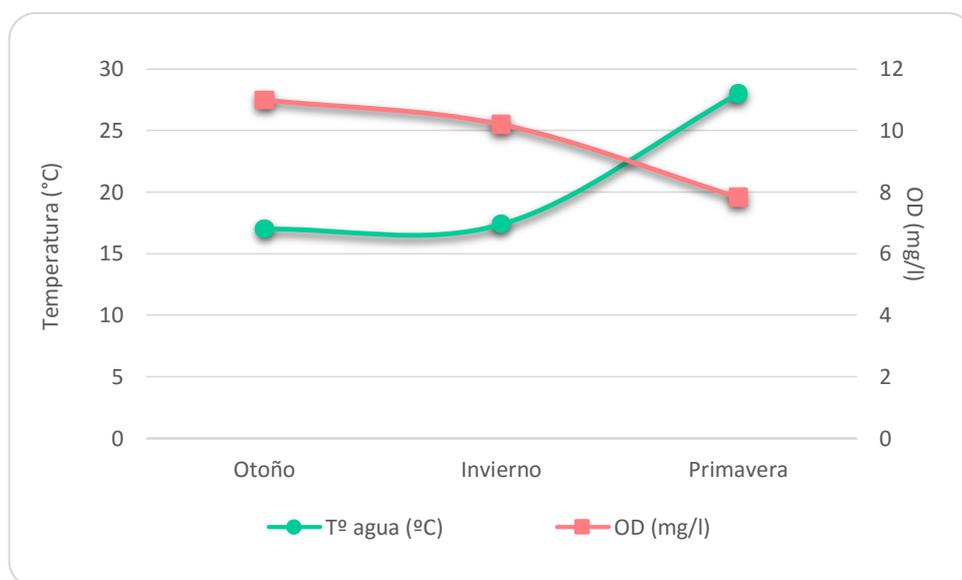


Fig. 8. Registros de temperatura del agua y el oxígeno disuelto en la Laguna Ea. Ansín en las distintas estaciones del año (2011).

7.1.7. Residuo seco

Los valores de residuo seco (sólidos totales a 105°C) registraron un mínimo de 307 y un máximo de 570 mg/l para invierno y primavera respectivamente (figura 10).

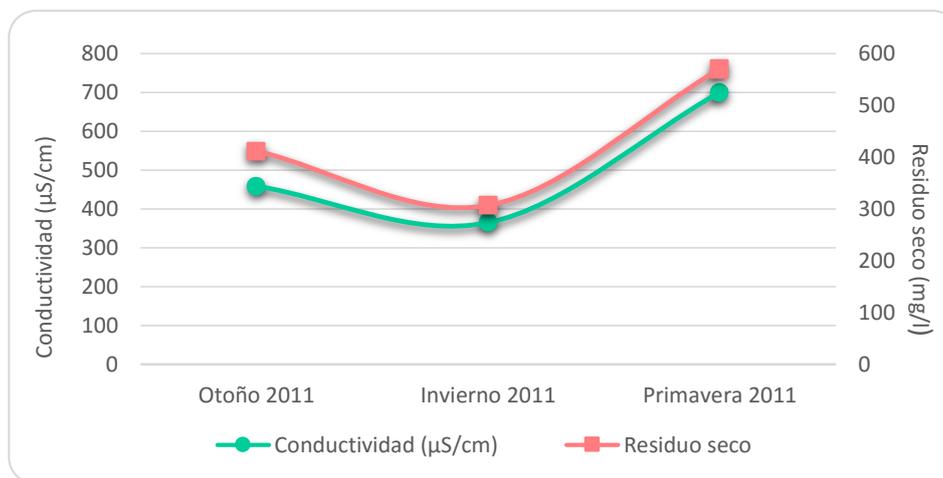


Fig. 9. Valores de residuo seco y conductividad en las diferentes estaciones del año (2011) en la Laguna Ea. Ansín.

7.1.8. Nitratos

Se registraron valores de 18, 21 y 36 mg/l. Los valores máximos y mínimos corresponden a invierno y primavera respectivamente.

7.1.10. Alcalinidad total (bicarbonatos + carbonatos) y dureza

Los valores de alcalinidad total, oscilaron entre 0,245 y 36 CO_3Ca µg/l. En dureza, los valores variaron entre 0,152 y 0,65 mg/l.

7.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS FLORÍSTICO

De las muestras colectadas en la Laguna Ea. Ansín entre mayo y diciembre de 2011, se determinaron un total de 154 taxones pertenecientes a las Clases Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae y Chrysophyceae, ampliándose así el registro de especies citadas para el Este de la provincia de La Pampa.

A continuación se presenta una lista taxonómica de algas identificadas en la laguna Ea. Ansín (La Pampa), entre mayo y diciembre de 2011.

Clase CYANOPHYCEAE**Orden Chamaesiphonales****Fam. Chamaesiphonaceae**

Chamaesiphon sp.

Orden Chroococcales**Fam. Chroococcaceae**

Aphanocapsa elachista West & G.S. West

Chroococcus minimus (Keissler) Lemmermann

Coelosphaerium minutissimum Lemmermann

Gomphosphaeria aponina Kützing

Merismopedia tenuissima Lemmermann

Microcystis aeruginosa Kützing

Microcystis flos-aquae (Wittrock) Kirchner

Microcystis pulverea (Wood) Forti

Synechococcus elongatus (Nägeli) Nägeli

Orden Hormogonales**Fam. Nostocaceae**

Anabaena sphaerica Bornet & Flahault

Anabaena variabilis Kützing

Anabaena sp1

Anabaena sp2

Raphidiopsis mediterranea Skuja

Fam. Oscillatoriaceae

Arthrospira massartii Kufferath

Arthrospira platensis var. *nonconstricta* (Banerji) Desikachary
Leptolyngbya foveolarum (Rabenhorst ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
Leptolyngbya tenuis (Gomont) Anagnostidis et Komárek
Lyngbya allorgei Frémy
Lyngbya mesotricha Skuja
Oscillatoria acuta Brühl & Biswas
Oscillatoria annae Goor
Oscillatoria laete-virens P.L.Crouan & H.M.Crouan ex Gomont
Oscillatoria pseudogeminata Schwabe ex Gomont
Oscillatoria subbrevis Schmidle
Oscillatoria subbrevis f. *minor* Desikachary
Oscillatoria tenuis C. Agardh ex Gomont
Pseudoanabaena catenata Lauterborn
Spirulina major Kützing ex Gomont
Spirulina subsalsa Ørsted ex Gomont
Spirulina laxissima G.S.West

Clase CHLOROPHYCEAE

Orden Chaetophorales

Fam. Chaetophoraceae

Stigeoclonium lubricum (Dillwyn) Kützing
Stigeoclonium stagnatile (Hazen) F.S Collins

Orden Chlorococcales

Fam. Chlorococcaceae

Schroederia setigera (Schröder) Lemmermann

Tetraedron muticum (A.Braun) Hansgirg

Fam. Palmellaceae

Sphaerocystis scroeteri Chodat

Fam. Oocystaceae

Chlorella ellipsoidea Gerneck

Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs

Ankistrodesmus fusiformis Corda

Ankistrodesmus sp.

Closteriopsis acicularis (Chodat) J.H.Belcher & Swale

Closteriopsis sp.

Francia ovalis (France) Lemmermann

Kirchneriella aperta Teiling

Kirchneriella arcuata G.M.Smith

Kirchneriella contorta (Schmidle) Bohlin

Kirchneriella diana (Bohlin) Comas Gonzalez

Kirchneriella diana var. *major* (Korshikov) Comas Gonzales

Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle

Kirchneriella rotunda (Korshikov) Hindák

Lagerheimia ciliata (Lagerheim) Chodat

Lagerheimia ciliata var. *subsalsa* Playfair

Lagerheimia subsalsa Lemmermann

Monoraphidium arcuatum (Korshikov) Hindak

Monoraphidium griffithii (Berkeley) Komárková-Legnerová

Monoraphidium komarkovae Nygaard

Oocystis borgei J.W.Snow

Oocystis lacustris Chodat

Oocystis parva West & G.S. West

Oocystis pusilla Hansgirg

Oocystis solitaria Wittrock

Fam. Micractiniaceae

Golenkinia viridis (Frenzel) Printz

Fam. Dictyosphaeriaceae

Botryococcus sp.

Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli

Dictyosphaerium elegans Komárek

Dictyosphaerium pulchellum Wood

Fam. Scenedesmaceae

Actinastrum hantschii Lagerheim

Actinastrum hantschii var. *fluviatile* J.B.L.Schröder

Actinastrum hantschii var. *subtile* J.Woloszynska

Coelastrum astroideum De Notaris

Coelastrum microporum Nägeli

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

Scenedesmus alternans Reinsch

Scenedesmus arcuatus (Lemmermann) Lemmermann

Scenedesmus arcuatus var. *capitatus* G.M.Smith

Scenedesmus balatonicus Hortobagyi

Scenedesmus bicaudatus (Hansgirg) R. Chodat

Scenedesmus bijuga (Turpin) Lagerheim

Scenedesmus brevispina (G.M.Smith) R.Chodat

Scenedesmus disciformis (Chodat) Fott & Komárek

Scenedesmus dimorphus (Turpin) Kützing

Scenedesmus ecornis (Ehrenber) Chodat sensu Uherkovich

Scenedesmus longispina Chodat

Scenedesmus obtusus f. *alterna* (Reinsch) Compère

Scenedesmus opoliensis P.G. Richter

Scenedesmus opoliensis var. *carinatus* Lemmermann

Scenedesmus quadricauda (Turpin) Brebison sensu Chodat

Scenedesmus pecsensis Uherkovich

Scenedesmus spinosus Chodat

Tetrastrum glabrum (Y.V.Roll) Ahlstrom & Tiffany

Tetrastrum hortobagyi Hajdu

Tetrastrum komarekii Hindák

Fam. Hydrodictyaceae

Pediastrum angulosum Ehrenberg ex Meneghini

Pediastrum boryanum var. *boryanum* (Turpin) Meneghini

Pediastrum boryanum var. *brevicorne* A.Braun

Pediastrum boryanum var. *cornutum* (Raciborski) Sulek

Pediastrum boryanum var. *longicorne* Reinsch

Pediastrum duplex Meyen

Pediastrum duplex var. *gracillimum* West & G.S.West

Pediastrum tetras (Ehrenber) Ralfs

Orden Oedogoniales

Fam. Oedogoniaceae

Oedogonium sp.

Orden Volvocales**Fam. Chlamidomonadaceae**

Pteromonas angulosa (H.J.Carter) Lemmermann

Pteromonas triguistra Skvortzow

Orden Zygnematales**Fam. Desmideaceae**

Closterium acutum Brébisson Cluster

Closterium gracile var. *tenue* (Lemmermann) West & G.S.West

Closterium leibleinii Kützing ex Ralfs

Closterium pseudolunula Borge

Closterium venus Kützing ex Ralfs

Cosmarium angulosum Brébisson

Cosmarium biretum var. *minus* Hansgirg

Cosmarium botritis Meneghini

Cosmarium depressum (Nägeli) P.Lundell

Cosmarium punctulatum Brébisson

Cosmarium subcostatum Nordstedt

Cosmarium trilobulatum Reinsch

Staurastrum paradoxum Meyen ex Ralfs

Staurastrum sp.

Clase BACILLARIOPHYCEAE**Orden Centrales****Fam. Thalassiosiraceae**

Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen

Cyclotella meneghiniana Kützing

Cyclotella striata (Kützing) Grunow

Fam. Melosiraceae

Melosira italica (Ehrenberg) Kützing

Melosira italica var. *tenuissima* (Grunow) O.Müller

Stephanodiscus sp.

Orden Pennales

Fam. Diatomaceae

Fragilaria sp.

Synedra ulna (Nitzsch) Ehrenberg

Fam. Naviculaceae

Anomoeoneis sphaerophora E.Pfitzer

Caloneis amphisbaena (Bory) Cleve

Craticula cuspidata (Kützing) D.G.Mann

Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brebisson

Navicula cuspidata (Kützing) Kützing

Navicula radiosa Kützing

Navicula rhynchocephala Kützing

Navicula viridula (Kützing) Kützing

Pinnularia acrosphaeria W.Smith

Pinnularia gibba Ehrenberg

Fam. Nitzschiaceae

Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow

Nitzschia linnearis (J.G.Agardh) W.Smith

Nitzschia recta Hantzsch

Nitzschia obtusa W.Smith

Nitzschia palea (Kützing) W.Smith

Clase CHRYSOPHYCEAE

Orden Ochromonadales

Fam. Synuraceae

Mallomonas sp.

Clase EUGLENOPHYCEAE

Orden Euglenales

Fam. Euglenaceae

Euglena acus (O.F.Müller) Ehrenberg

Euglena archaeoplastidiata Chadeffaud

Euglena caudata var. *minor* Deflandre

Euglena ignobilis L.P.Johnson

Euglena megalithus Skuja

Euglena viridis Ehrenberg

Phacus acuminatus Stokes

Phacus brachykentron Pochmann

Phacus hameli Allorge & Lefevre

Phacus pleuronectes (O.F.Müller) Nitzsch ex Dujardin

Trachelomonas hispida (Perty) F.Stein

Trachelomonas verrucosa A.Stokes

7.2.1. Riqueza específica

La riqueza específica total fue de 154 taxa, de los cuales 86 fueron Chlorophyceae, 32 Cyanophyceae, 23 Bacillariophyceae, 12 fueron Euglenophyceae y 1 Chrysophyceae (fig. 10).

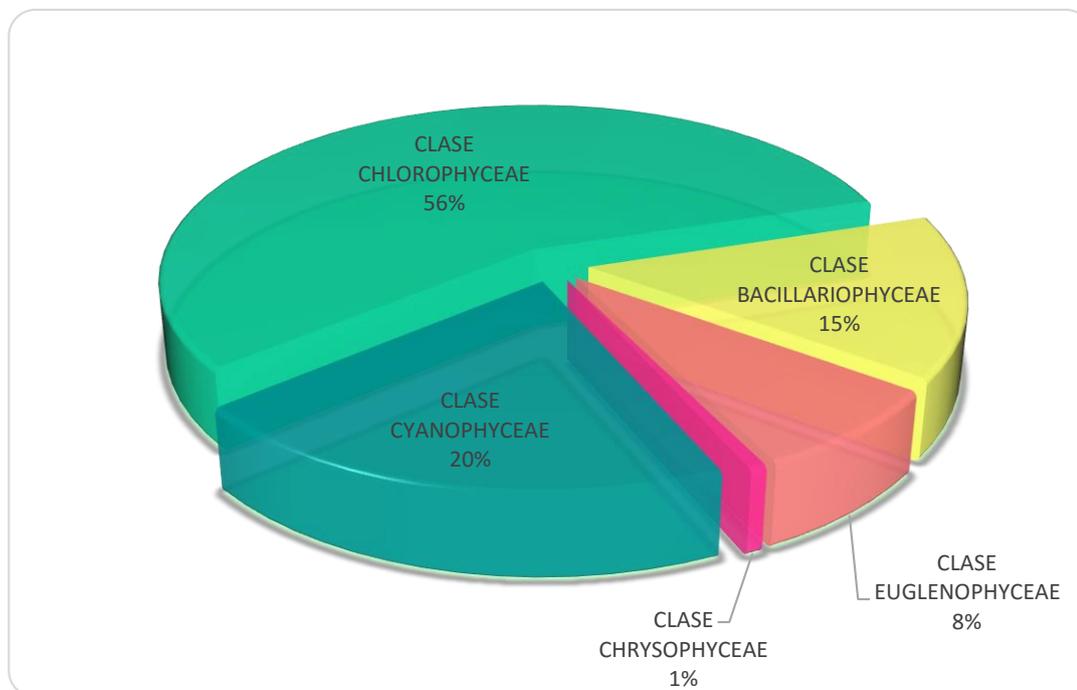


Fig. 10. contribución porcentual de las Clases algales a la riqueza específica de la Laguna Ea. Ansín durante el período mayo-diciembre 2011.

Dentro de la clase Cyanophyceae, el orden Hormogonales registró el mayor número de especies con un total de 22 taxones; le sigue Chroococcales con 9 taxa y Chamaesiphonales con una (figura 11 a). En Chlorophyceae del total de taxa identificados fue el orden Chlorococcales el que presentó el mayor registro con un total de 67 taxa, en segundo lugar se registró Zygnematales con 14, luego Chaetophorales y Volvocales con 2 y por último el orden Oedogoniales contó con una sola especie (figura 11 b). En Bacillariophyceae, se reconocieron 17 taxa pertenecientes al orden Pennales y 6 a Centrales (figura 11 c). Para la clase Euglenophyceae se registró un total de 12 taxones todos pertenecientes al orden Euglenales, y en Chrysophyceae se identificó una sola especie del orden Ochromonadales.

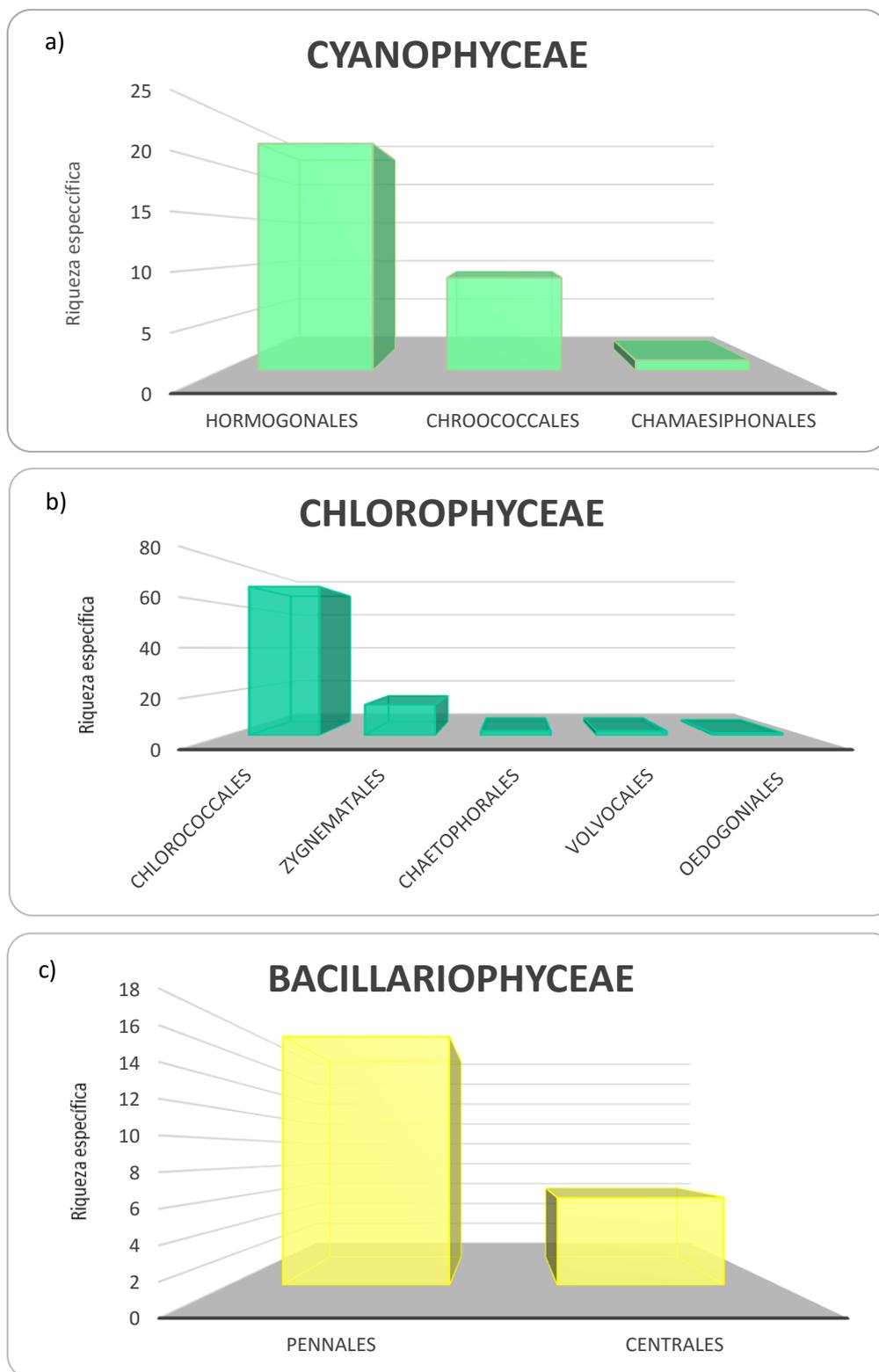


Fig. 11. Riqueza específica por Ordenes algales en: a) Cyanophyceae, b) Chlorophyceae y c) Bacillariophyceae.

Los géneros con mayor número de especies en el período de muestreo para la clase Cyanophyceae fueron *Oscillatoria* con 7 taxa, *Anabaena* con 4 y *Microcystis* y *Spirulina* ambos con 3. En Chlorophyceae los géneros más representados fueron *Scenedesmus* con 19 especies, *Pediastrum* con 8, *Cosmarium* y *Kirchneriella* con 7 y por último *Closterium* y *Oocystis* con 5. Para Bacillariophyceae, *Nitzschia* y *Navicula* fueron los géneros con mayor número de especies (4). Para Euglenophyceae los géneros con mayor número de especies fueron *Euglena* (6) y *Phacus* (4).

7.2.2. Distribución estacional

Considerando la estacionalidad de los muestreos, la riqueza específica registró el mayor número de taxa (91) en el invierno, seguido por primavera (68) y otoño (67) que no reflejaron diferencias respecto al número de especies (fig. 12 y 13).

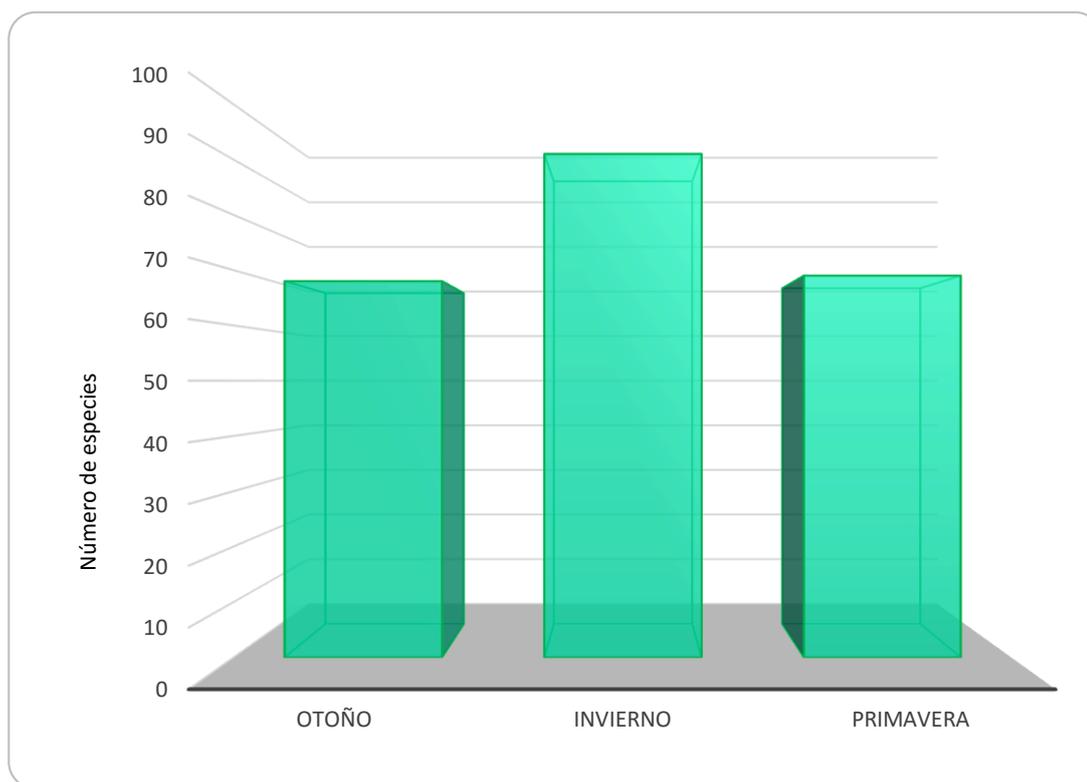


Fig. 12. Riqueza específica por estación para la Laguna Ea. Ansín durante el período mayo-diciembre 2011.

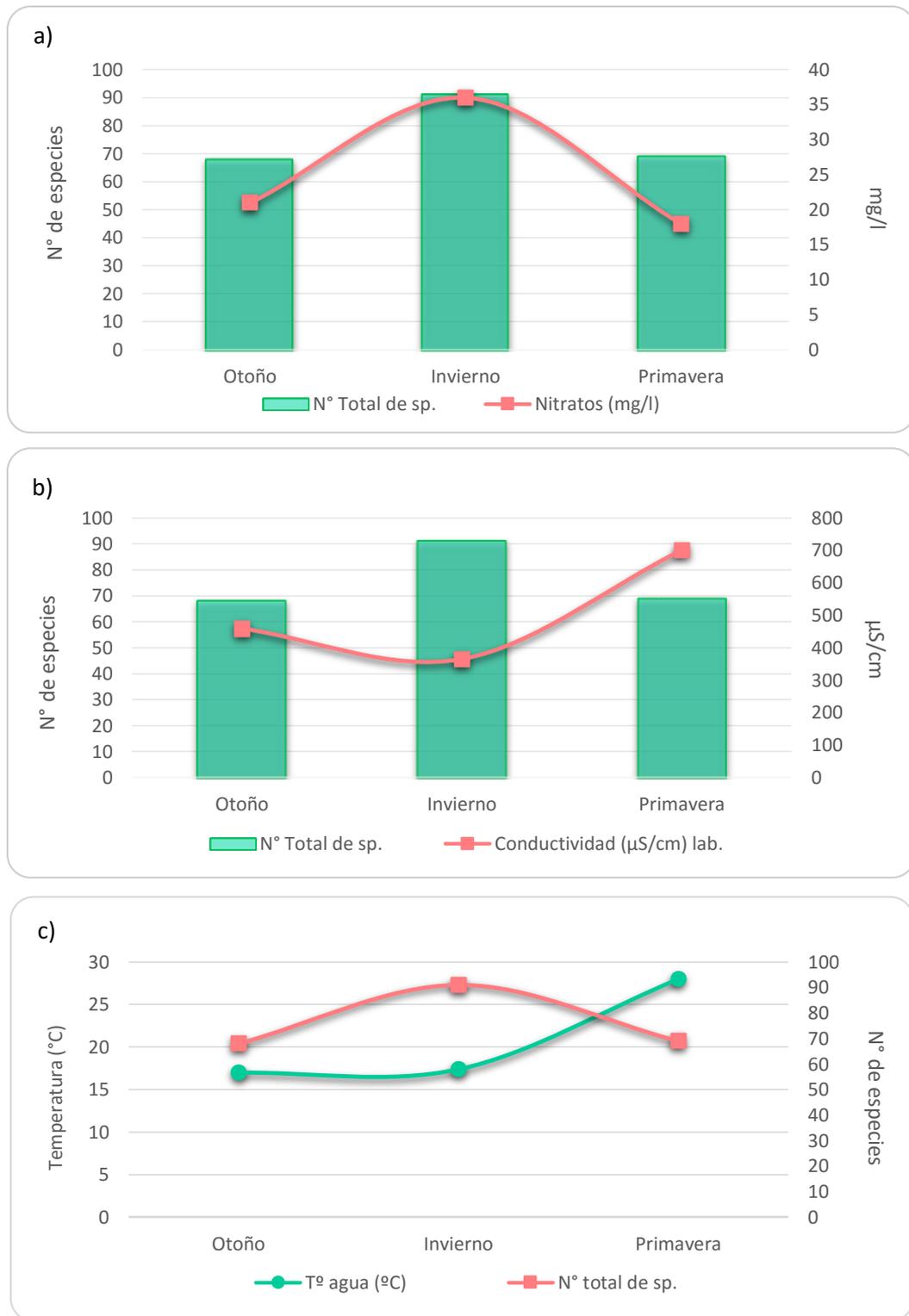


Fig. 13. Riqueza específica por estación para la Laguna Ea. Ansín durante el período mayo-diciembre 2011 en relación con parámetros físico-químicos: a) Nitratos. b) Conductividad. c) Temperatura.

El número de especies en la clase Cyanophyceae para las estaciones muestreadas fue de 11 taxa en otoño, 22 en invierno y 10 en primavera. En la clase Chlorophyceae se registraron 39 taxa en otoño, 51 en invierno y 36 en primavera. En la clase Bacillariophyceae para las mismas estaciones el número de taxa fue de 13, 10 y 16 para otoño, invierno y primavera respectivamente. Para las Euglenophyceae se registraron 4 taxa para el otoño, 7 para invierno y 5 para primavera; y por último la clase Chrysophyceae solo se registró en invierno y con un solo taxón (Figura 14).

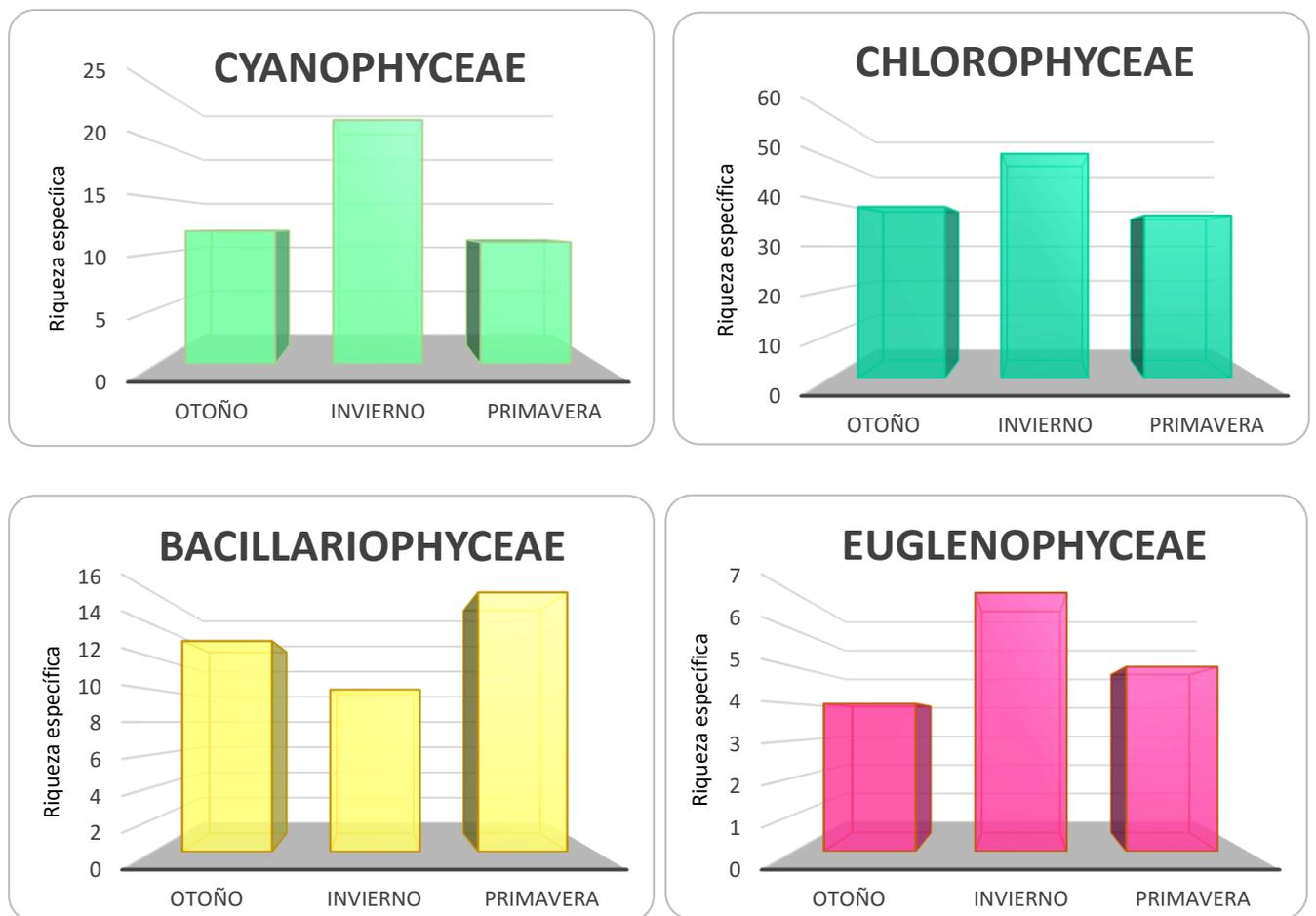
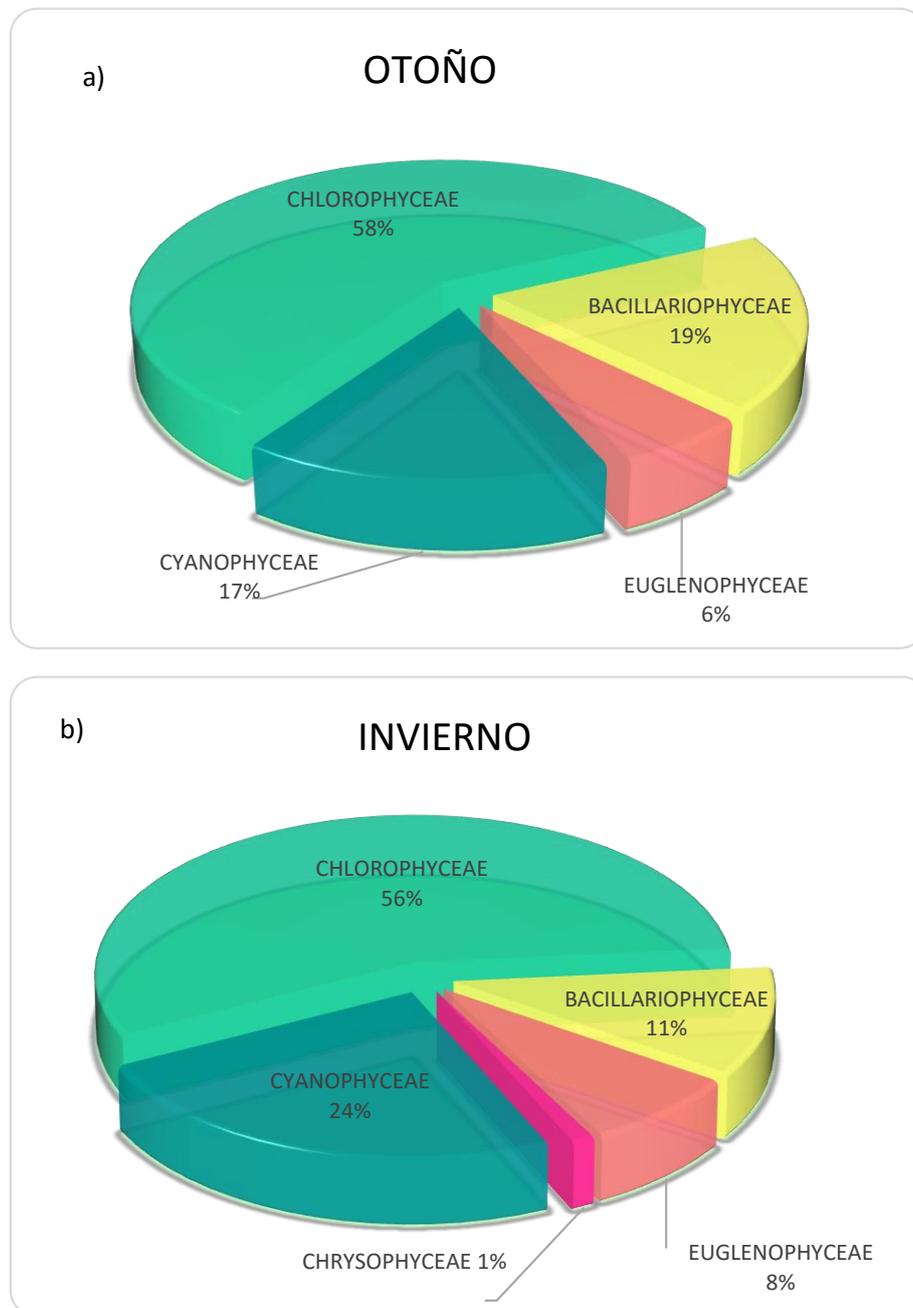


Fig. 14. Distribución estacional de la riqueza específica de las clases Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae y Euglenophyceae durante el ciclo de muestreo.

La clase Chlorophyceae fue quien contribuyó con un mayor porcentaje de riqueza específica en todas las estaciones del año: 58% en otoño, 56% en invierno y 54% en primavera. La clase Cyanophyceae aportó 17% en otoño, 24% en invierno y 15% en primavera. Bacillariophyceae representó el 19% de los taxa para el otoño, 11% para el invierno y 24% para la primavera. Por último la menor contribución porcentual fue de Euglenophyceae con un 6%, 8% y 7% para cada estación respectivamente (fig. 15).



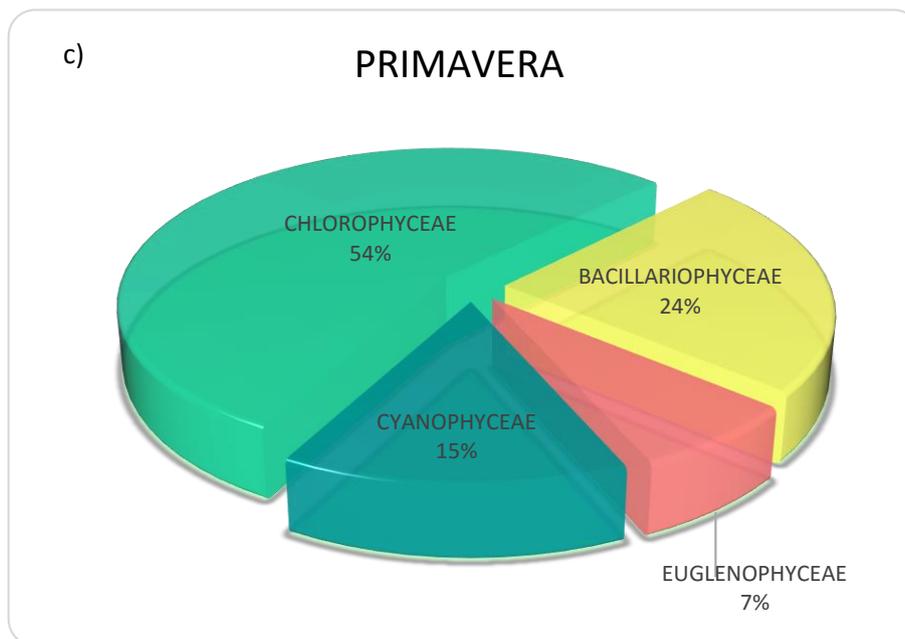


Fig. 15. contribución porcentual de cada clase por estación a la riqueza específica de la Laguna Ea. Ansín. a) Otoño, b) Invierno y c) Primavera.

En el estudio de la distribución estacional y frecuencia de las algas presentes en la Laguna Ea. Ansín, durante el ciclo anual (tabla 3) se identificaron con una frecuencia del 100%, 10 taxa correspondientes a la clase Chlorophyceae, 6 a Bacillariophyceae, 2 a Cyanophyceae y uno a Euglenophyceae (Anexo Laminas I, II, III y IV); con una frecuencia de 66% se observaron 20 taxa de Chlorophyceae, 7 de Cyanophyceae, 4 Bacillariophyceae, y 2 Euglenophyceae; y por último, con 33% de frecuencia se registraron 56 taxa de Chlorophyceae, 23 de Cyanophyceae, 13 de Bacillariophyceae, 9 de Euglenophyceae y una de Chrysophyceae.

Tabla 3: Distribución estacional y porcentaje de frecuencia relativa de las algas presentes en la Laguna Ea. Ansín en el periodo otoño- primavera 2011.

| TAXA | Otoño | Invierno | Primavera | FR% |
|--|-------|----------|-----------|------|
| CLASE CYANOPHYCEAE | | | | |
| <i>Anabaena sphaerica</i> | X | | | 33% |
| <i>Anabaena variabilis</i> | | X | | 33% |
| <i>Anabaena</i> sp1 | | X | | 33% |
| <i>Anabaena</i> sp2 | | | X | 33% |
| <i>Aphanocapsa elachista</i> | | X | | 33% |
| <i>Arthrospira massartii</i> | X | | | 33% |
| <i>Arthrospira platensis</i> var. <i>nonconstricta</i> | | X | | 33% |
| <i>Camaesiphon</i> sp. | | | X | 33% |
| <i>Chroococcus minimus</i> | | X | | 33% |
| <i>Coelosphaerium minutissimum</i> | | X | | 33% |
| <i>Gomphosphaeria aponina</i> | | X | | 33% |
| <i>Leptolyngbya foveolarum</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Leptolyngbya tenuis</i> | X | | X | 67% |
| <i>Lyngbya allorgei</i> | | X | | 33% |
| <i>Lyngbya mesotricha</i> | | | X | 33% |
| <i>Merismopedia tenuisima</i> | | X | X | 67% |
| <i>Microscystis arequinosa</i> | | X | | 33% |
| <i>Microscystis flos-aquae</i> | | X | | 33% |
| <i>Microscystis pulvereae</i> | X | | | 33% |
| <i>Oscillatoria acuta</i> | | X | | 33% |
| <i>Oscillatoria annae</i> | | X | | 33% |
| <i>Oscillatoria laete-virens</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Oscillatoria pseudogeminata</i> | | X | | 33% |
| <i>Oscillatoria subbrevis</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Oscillatoria subbrevis</i> forma <i>minor</i> | | X | | 33% |
| <i>Oscillatoria tenuis</i> | X | | X | 67% |
| <i>Pseudoanabaena catenata</i> | X | X | | 67% |
| <i>Raphidiopsis mediterranea</i> | X | | X | 67% |
| <i>Spirulina major</i> | X | | | 33% |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | | X | X | 67% |
| <i>Spirulina laxissima</i> | X | X | | 67% |
| <i>Synechococcus elongatus</i> | | X | | 33% |
| CLASE CHLOROPHYCEAE | | | | |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> | X | | X | 67% |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>fluviatile</i> | X | | | 33% |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>Subtile</i> | | | X | 33% |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> | X | | | 33% |

| | | | | |
|---|---|---|---|------|
| <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Ankistrodesmus</i> sp. | | X | | 33% |
| <i>Botryococcus</i> sp. | | X | | 33% |
| <i>Chlorella elipsoidea</i> | | X | | 33% |
| <i>Closteriopsis aciculare</i> | | X | | 33% |
| <i>Closteriopsis</i> sp. | X | | | 33% |
| <i>Closterium acutum</i> | | | X | 33% |
| <i>Closterium gracile</i> var. <i>Tenue</i> | | | X | 33% |
| <i>Closterium leibleinii</i> | | X | | 33% |
| <i>Closterium pseudolunula</i> | | X | X | 67% |
| <i>Closterium venus</i> | | X | | 33% |
| <i>Coelastrum astroideum</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Coelastrum microporum</i> | X | X | | 67% |
| <i>Cosmarium angulosum</i> | | X | | 33% |
| <i>Cosmarium biretum</i> var. <i>minus</i> | X | | | 33% |
| <i>Cosmarium botritis</i> | | X | | 33% |
| <i>Cosmarium depressum</i> | | X | | 33% |
| <i>Cosmarium punctulatum</i> | X | | | 33% |
| <i>Cosmarium subcostatum</i> | | X | X | 67% |
| <i>Cosmarium trilobatum</i> | X | | | 33% |
| <i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> | X | | X | 67% |
| <i>Dictyosphaerium elegans</i> | | | X | 33% |
| <i>Dictyosphaerium pulchelum</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Franceia ovalis</i> | X | X | | 67% |
| <i>Golenkinia viridis</i> | | X | | 33% |
| <i>Kirchneriella aperta</i> | | X | | 33% |
| <i>Kirchneriella arcuata</i> | | X | | 33% |
| <i>Kirchneriella contorta</i> | X | | | 33% |
| <i>Kirchneriella diana</i> | X | X | | 67% |
| <i>Kirchneriella diana</i> var. <i>major</i> | X | X | | 67% |
| <i>Kirchneriella obesa</i> | | X | | 33% |
| <i>Kirchneriella rotunda</i> | | X | | 33% |
| <i>Lagerheimia ciliata</i> | X | | X | 67% |
| <i>Lagerheimia ciliata</i> var. <i>subsalsa</i> | | X | | 33% |
| <i>Lagerheimia subsalsa</i> | X | | | 33% |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | X | X | | 67% |
| <i>Monoraphidium griffithii</i> | | X | | 33% |
| <i>Monoraphidium komarkovae</i> | | | X | 33% |
| <i>Oedogonium</i> sp. | X | X | | 67% |
| <i>Oocystis borgei</i> | X | | | 33% |
| <i>Oocystis lacustris</i> | | X | | 33% |
| <i>Oocystis parva</i> | | X | | 33% |
| <i>Oocystis pusilla</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Oocystis solitaria</i> | | X | | 33% |

| | | | | |
|---|---|---|---|------|
| <i>Pediastrum angulosum</i> | X | | | 33% |
| <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> | X | | | 33% |
| <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>brevicorne</i> | | | X | 33% |
| <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>contortum</i> | | X | X | 67% |
| <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> | X | | X | 67% |
| <i>Pediastrum duplex</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> | | | X | 33% |
| <i>Pediastrum tetras</i> | X | | X | 67% |
| <i>Pteromonas angulosa</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Pteromonas triguistra</i> | | X | | 33% |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Scenedesmus alternans</i> | | | X | 33% |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> | X | X | | 67% |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> var. <i>capitatus</i> | X | | | 33% |
| <i>Scenedesmus balatonicus</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Scenedesmus biccaudatus</i> | X | | | 33% |
| <i>Scenedesmus bijuga</i> | X | | | 33% |
| <i>Scenedesmus brevispina</i> | | | X | 33% |
| <i>Scenedesmus diciformis</i> | X | | X | 67% |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i> | X | | | 33% |
| <i>Scenedesmus ecornis</i> | | X | | 33% |
| <i>Scenedesmus longispina</i> | | | X | 33% |
| <i>Scenedesmus obtusus</i> forma <i>alterna</i> | | X | | 33% |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> | | | X | 33% |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>carinatus</i> | | X | | 33% |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Scenedesmus pecsensis</i> | | | X | 33% |
| <i>Scenedesmus spinosus</i> | | X | X | 67% |
| <i>Schroederia setigera</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Sphaerocystis schroeteri</i> | | X | X | 67% |
| <i>Staurastrum paradoxum</i> | | | X | 33% |
| <i>Staurastrum</i> sp. | X | X | | 67% |
| <i>Stigeoclonium lubricum</i> | | X | | 33% |
| <i>Stigeoclonium stagnatile</i> | | X | | 33% |
| <i>Tetraedron muticum</i> | | X | X | 67% |
| <i>Tetrastrum glabrum</i> | | X | | 33% |
| <i>Tetrastrum hortobagyi</i> | | X | | 33% |
| <i>Tetrastrum komarekii</i> | | | X | 33% |
| CLASE BACILLARIOPHYCEAE | | | | |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> | | | X | 33% |
| <i>Aulacoseria granulata</i> | X | X | | 67% |
| <i>Caloneis amphisbaena</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Craticula cuspidata</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | X | X | X | 100% |

| | | | | |
|---|---|---|---|------|
| <i>Cyclotella striata</i> | | | X | 33% |
| <i>Fragilaria sp.</i> | X | | X | 67% |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Hantzchia amphioxys</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Melosira italica</i> | | | X | 33% |
| <i>Melosira italica var. tenuissima</i> | X | | | 33% |
| <i>Navicula cuspidata</i> | | | X | 33% |
| <i>Navicula radiosa</i> | | | X | 33% |
| <i>Navicula rhyncocephala</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Navicula viridula</i> | X | X | | 67% |
| <i>Nitzschia linnearis</i> | | X | | 33% |
| <i>Nitzschia recta</i> | X | | X | 67% |
| <i>Nitzschia obtusa</i> | | X | | 33% |
| <i>Nitzschia palea</i> | | | X | 33% |
| <i>Pinnularia acrosphaeria</i> | | | X | 33% |
| <i>Pinnularia gibba</i> | X | | | 33% |
| <i>Stephanodiscus sp.</i> | X | | | 33% |
| <i>Synedra ulna</i> | | | X | 33% |
| CLASE CHRYSOPHYCEAE | | | | |
| <i>Mallomonas sp.</i> | | X | | 33% |
| CLASE EUGLENOPHYCEAE | | | | |
| <i>Euglena acus</i> | X | | X | 67% |
| <i>Euglena archaeoplastidiata</i> | | X | | 33% |
| <i>Euglena caudata var. minor</i> | | | X | 33% |
| <i>Euglena ignobilis</i> | X | | | 33% |
| <i>Euglena megalithus</i> | X | X | X | 100% |
| <i>Euglena viridis</i> | | | X | 33% |
| <i>Phacus acuminatus</i> | | X | | 33% |
| <i>Phacus brachykentron</i> | X | X | | 67% |
| <i>Phacus hameli</i> | | X | | 33% |
| <i>Phacus pleuronectes</i> | | | X | 33% |
| <i>Trachelomona hispida</i> | | X | | 33% |
| <i>Trachelomona verrucosa</i> | | X | | 33% |

7.2.3. Análisis de similitud

El análisis de Bray-Curtis realizado para determinar el grado de similitud de la comunidad ficológica en la laguna Ea. Ansin para el período de muestreo arrojó un valor $S= 0,41$ que aparta al invierno (In 11) del resto de las estaciones y un $S= 0,47$ que separa a la primavera (P 11) del otoño (O 11) respectivamente (figura 15 y 16).

7.2.4. Índice de Nygaard

En la tabla 4 pueden observarse los índices de Nygaard (1949) calculados para las diferentes estaciones del año. En los tres casos los mayores índices se registraron para el período otoño y los menores para el invierno, excepto en el índice Ce/Pe cuyo menor registro fue para el período primavera. Estos resultados ubican a la Laguna Ea. Ansín dentro del rango de lagunas eutróficas.

Tabla 4: resultado de los índices de Nygaard: índice Centrales/penales (Ce/Pe) índice de Clorofitas e índice Compuesto para Laguna Ea. Ansín durante el periodo otoño-primavera 2011.

| Índices | Otoño | Invierno | Primavera |
|----------------------|-------|----------|-----------|
| Índice Ce/Pe | 0,44 | 0,25 | 0,23 |
| Índice de Clorofitas | 8,25 | 4,75 | 6 |
| Índice Compuesto | 15,5 | 9,625 | 12,2 |

7.2.4. Índice de saprobiedad de Plantle & Buck

El índice de Plantle & Buck (1955) calculado para el período muestreado registró un valor de $S=2,32$. En la tabla 5 del Anexo se presentan los valores sapróbicos (s) registrados para las especies determinadas en la Laguna E. Ansín en el período mayo-diciembre 2011.

8. DISCUSIÓN

La laguna Ea. Ansín puede describirse como un sistema lenítico de poca profundidad, de carácter polimíctico y de régimen semipermanente, con aguas dulces, poco salobres, sujeto a procesos de eutrofización natural, concordando con la descripción formulada por Quirós & Drago (1999) para las lagunas pampeanas. Siguiendo la clasificación general formulada por Izaguirre & Vinocur (1994), la laguna Ea. Ansín pertenece al grupo de lagunas pampeanas turbias caracterizadas por mayores densidades de fitoplancton, con escaso desarrollo de macrófitas y donde las comunidades planctónicas son más bien heterogéneas.

Este tipo de sistemas acuáticos se encuentran fuertemente relacionados e influenciados por el medio circundante, por lo que las comunidades que los componen son en gran parte consecuencia de las características de la cuenca de drenaje y de las actividades que en ella se desarrollan (Wetzel, 2001; Quirós *et al.*, 2002a; Sanchez *et al.*, 2007). Los factores ambientales, variaron estacionalmente acorde a las variaciones propias del clima subhúmedo seco característico de la región fisiogeográfica oriental de la provincia de La Pampa.

La temperatura del agua estuvo condicionada por los valores térmicos ambientales registrados para cada estación, observándose la máxima temperatura durante el período primavera y las mínimas durante otoño e invierno. La concentración de OD guardó una estrecha relación con éstos valores, encontrándose sus máximos en otoño e invierno, en coincidencia con los menores registros de temperatura.

La profundidad del cuenco decreció entre las estaciones del año, hallándose seca en verano de 2012. Dicho fenómeno refleja notoriamente el carácter semipermanente de este tipo de lagunas, donde son comunes las variaciones temporales de sus parámetros morfométricos (Baigun & Delfino, 2003; Iparraguirre, 2012). En cuanto a los valores de Secchi, estos mostraron una estrecha semejanza con los registrados para la profundidad, manifestando un alto grado de transparencia del agua para el período muestreado, condicionado principalmente por la escasa profundidad del cuenco y los bajos valores de residuo seco registrados que indican una exigua cantidad de materia sólida en suspensión o disuelta en el agua.

El mayor registro de conductividad fue en primavera y el menor en invierno, datos que se corresponden con los obtenidos por otros autores para cuerpos de agua de

características similares (Bazán, 2010; Iparraguirre, 2012). Las fluctuaciones de este parámetro encuentran su explicación en el aumento de la temperatura y la baja profundidad registrada para la primavera, hechos que estuvieron relacionados principalmente con la ocurrencia de escasas precipitaciones y una alta evapotranspiración para dicha época en el año muestreado. Sin embargo estos resultados discrepan con los alcanzados por Quirós *et al.* (2002b) y Huber (2010) donde concluyen que en primavera y verano, por ser épocas lluviosas, los registros de conductividad decrecen.

Los valores de nitratos también variaron entre las estaciones del año, registrándose en otoño y primavera valores similares y reportando una suba de este factor para el periodo invierno. Éstos, en su gran mayoría, proceden de contaminación orgánica o por abonos químicos que llegan a la cuenca a causa de aportes superficiales por escorrentía provenientes de zonas aledañas con actividad agrícola ganadera, tales como las que se realizan en la zona estudiada, que incorporan residuos de agroquímicos y materia orgánica a la laguna (Iparraguirre, 2012).

Los valores de pH oscilaron dentro del rango alcalino descripto para lagunas pampeanas someras dominadas por fitoplancton (Alvarez & Bazán, 1994; Quiros *et al.*, 2002b; Bazán 2010; Huber, 2010).

La riqueza específica de la Laguna Ea. Ansín para el período comprendido entre mayo y diciembre de 2011 fue de 154 taxa. Se determinó una amplia variedad de especies pertenecientes a las clases Chlorophyceae, Cyanophyceae y Bacillariophyceae, seguidas en menor medida por algas asociadas a la clase Euglenophyceae. Resultados que coinciden con lo expuesto por otros investigadores para sistemas acuáticos similares (Martínez de Fabricius *et al.*, 1991; Izaguirre & Vinocur, 1994; Bazán, 2010).

La variabilidad estacional del fitoplancton estuvo determinada por la sustitución constante de especies (Gaglioti, 1992) donde el 66,4% del total de los taxa registrados se presentó sólo en una estación anual y únicamente el 12,3% de las especies estuvo presente todo el año.

El análisis de Bray-Curtis para determinar el grado de similitud de la comunidad algal de la laguna Ea. Ansín arrojó un valor $S= 0,41$ que separó al invierno del resto de las estaciones. Al analizar la riqueza específica de cada una de ellas, se observó que no hubo variaciones entre otoño y primavera, pero si entre ambas con respecto al invierno, en el cual se registró un aumento en el número de especies de Cyanophyceae,

Chlorophyceae y Euglenophyceae, y una disminución de las Bacillariophyceae, coincidiendo con los menores registros de conductividad, los mayores para nitratos, condiciones ambientales de temperaturas del agua y del aire templadas y concentraciones de OD que oscilaron alrededor de los 10 mg/l, contexto óptimo para el desarrollo del fitoplancton (Carrillo *et al.*, 2009).

Si bien la riqueza específica fue representada por varias clases, la estructura básica de la comunidad fitoplanctónica se describe por el predominio de las Chlorophyceae, las cuales son comúnmente registradas como las más importantes cualitativamente en ambientes dulceacuícolas y constituyen en general el grupo mejor representado del plancton, viéndose favorecidas principalmente por su alta variabilidad morfológica pudiendo así desenvolverse en diversos hábitats (Happey-Wood, 1998; Huber, 2010). Dicho grupo fue, en todos los casos, el que presentó la mayor contribución porcentual a la riqueza específica, aportando más del 50% de los taxa determinados para las tres estaciones. Esta clase estuvo mayormente representada por organismos del orden Chlorococcales, con predominio de especies de crecimiento rápido y alta tasa de renovación como *Scenedesmus*, *Pediastrum* y *Kirchneriella*, lo cual es característico e indicativo de un grado de eutrofia moderado a alto (Bazán, 2010). El género con mayor número de especies fue *Scenedesmus*, dentro del cual *Sc. acuminatus*, *Sc. balatonicus* y *Sc. quadricauda* se presentaron en todas las estaciones del año.

Para la clase Cyanophyceae se registraron un total de 32 taxones, los cuales constituyen el 20% de los taxa determinados para la laguna Ea. Así durante el período de muestreo, donde el orden Hormogonales registró la mayor riqueza específica con un total de 22 taxones en el que predominaron especies no fijadoras de nitrógeno. De las cianofíceas registradas *Oscillatoria laete-virens* y *O. subbrevis*, prevalecieron durante todo el ciclo anual. Estas especies junto con otras encontradas de los géneros *Spirulina*, *Lyngbya* y *Anabaena* indican ambientes eutrofizados (Sosa *et al.*, 2011) que coincide con los resultados obtenidos para los índices de Nygaard (Ce/Pe= 0,23-0,44; Clorofitas= 4,75-8,25; Compuesto= 9,62-15,5) que ubican a la laguna Ea. Así dentro del rango de lagunas eutróficas. Respecto a la riqueza específica por estación pudo observarse un fuerte incremento en el número de taxones para el período invierno, coincidente con los mayores registros de pH dado por la presencia de éstas cianobacterias que se desarrollan mejor en medios alcalinos.

La clase Bacillariophyceae estuvo mayormente representada por organismos del orden Pennales en el cual los géneros con mayor número de especies fueron *Navicula* y *Nitzschia*, mientras que en el orden Centrales predominaron *Cyclotella* y *Melosira* especies cosmopolitas citada para lagos desde oligotróficos a hipereutróficos (Oliva Martínez *et al.*, 2008; Bazán, 2010). Al analizar la estacionalidad, se observó que la clase Bacillariophyceae presentó la mayor prevalencia de especies durante todo el año, donde el 26% de los taxos determinados para esta clase estuvieron presentes durante todo el ciclo anual. Entre ellas se encuentran *Caloneis amphisbaena*, *Craticula cuspidata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Gomphonema olivaceum*, *Hantzschia amphioxys* y *Navicula rhynchocephala*, todas especies con un valor sapróbico medio a elevado (Sladeczek, 1973).

La riqueza específica de la clase Euglenophyceae se mantuvo sin variaciones durante el ciclo anual. La mayor parte de las especies fueron registradas solo para una estación a excepción de *Euglena viridis* que se encontró durante todo el año con una frecuencia relativa de 100%. Los hábitats comunes para estos organismos incluyen lagos someros, lagunas, humedales, entre otros ambientes enriquecidos por nutrientes orgánicos (Padisák *et al.*, 2003; Bellinger & Sigeo, 2010; Bohn *et al.*, 2012), por lo que la presencia de euglenoideos en la laguna Ea. Ansín se puede atribuir a la existencia de contaminación con materia orgánica de origen animal, principalmente proveniente de zonas aledañas con actividades ganaderas.

La caracterización biológica de la Laguna Ea. Ansín mediante la aplicación de índices sapróbicos arrojó un valor $S=2,32$ que la ubica dentro del rango β -mesosapróbico de aguas con contaminación moderada. Esto se confirma con las especies presentes durante el año cuyos valores sapróbico son indicadores de aguas ricas en materia orgánica.

9. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos definimos a la Laguna Ea. Ansín como un cuerpo lenítico, poco profundo y semipermanente, naturalmente eutrófico y sometido a una descarga permanente de agroquímicos y materia orgánica provenientes de las actividades realizadas en la cuenca de drenaje.

Los registros de los parámetros físico químicos como temperatura, tanto del aire como del agua, profundidad, transparencia, pH, conductividad, OD y nitratos mostraron fluctuaciones estacionales que se registran normalmente como típicas para el centro de la región pampeana.

La comunidad fitoplanctónica de este cuerpo de agua está compuesta en su mayoría por organismos pertenecientes a las clases Chlorophyceae, Cyanophyceae y Bacillariophyceae y en menor medida por individuos asociados a la clase Euglenophyceae. Su estructura básica está definida por la supremacía de las Clorofitas y en especial por organismos pertenecientes al orden Chlorococales.

La distribución de las especies se modificó a través del ciclo anual, presentándose la mayor riqueza específica en invierno. Los parámetros que mejor explican esta distribución son OD, temperatura del agua, conductividad y nitratos. Así mismo la biota algal de la laguna estudiada reflejó un alto grado de estacionalidad donde la mayor parte de las especies se registraron solo en una estación del año.

Mediante la aplicación de los índices bióticos se concluye que la laguna Ea. Ansín es una laguna eutrófica, típica de la región pampeana. La alta riqueza específica de especies del género *Scenedesmus* refleja la módica calidad del agua a consecuencia de la contaminación orgánica a la que está sometida la cuenca.

Los valores sapróbicos de las especies encontradas clasifican al agua dentro del rango β -mesosapróbico, con contaminación moderada y rica en oxígeno, siempre que no haya desarrollo masivo de microalgas. Se la considera como adecuada para bañarse y de la cual también es posible obtener agua potable mediante filtrado y cloración, circunstancialmente cuando la cuenca no recibe aguas residuales no depuradas.

Finalmente los valores de saprobiedad aportados para especies sin registros previos son nuevas contribuciones para la autoecología de la biota algal de la provincia de La Pampa.

El desarrollo del presente trabajo permitió aceptar las hipótesis planteadas al corroborar que la composición y distribución del fitoplancton en la Laguna Ea. Así mismo sigue un patrón estacional y que a partir de la categorización bioecológica de las especies encontradas fue posible determinar el estado trófico de la laguna.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, S.B. & G.I. BAZÁN. 1994. Cianofíceas Continentales de Pcia. de La Pampa (Argentina). *Rev. Fac. Agr. UNLPam*, 7 (2): 43-62.
- APHA, AWWA, WPCF. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. USA. P. 2.1- 2.89; 3.1-3.138; 4.1- 4.235; 5.1- 5.62; 6.158- 6.198; 7.1- 70.
- APPELO, C. A. J. & D. POSTMA. 1993. *Geochemistry Groundwater and Pollution*. Ed. Balkema, Rotterdam, 536 pp.
- BARINOVA, S., L. MEDVEDEVA & E. NEVO. 2008. Regional influences on algal biodiversity in two polluted rivers of Eurasia (Rudnaya river, Russia and Qishon river, Israel) by indication and canonical correspondence analysis. *Applied Ecology and Environmental Research*. 6(4): 29-59.
- BARINOVA, S. & E. NEVO. 2010. The upper Jordan river algal communities are evidence of long-term climatic and anthropogenic impacts. *J. Water Resource and Protection*. 2: 507-526
- BARINOVA, S., L. KUKHALEISHVILI, E. NEVO & Z. JANELIDZE. 2011. Diversity and ecology of algae in the Algeti National Park as a part of the Georgian system of protected areas. *Turk J. Bot*. 35: 729-774.
- BAIGÚN, C. & R. DELFINO. 2003. Assessment of social and economic issues as management tools for summer pejerrey recreational fisheries in pampean lakes (Argentina). *J Lakes Reserv Manage*, 19: 242-250.
- BATTERBEE, E. W. 1986. Diatom Analysis. In BERGLUND, B. E. (Ed.) *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. J. Wiley & Sons, New York, 527-570 pp.
- BAZÁN, G. I. 2010. *Estudios Ficológicos en el Sistema Lenítico de La Arocena (Departamento Maracó), La Pampa, Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Río Cuarto. 203 pp.
- BAZÁN, G. I., D. ALMEYDA, L. OLIVERA & B. ORIANI. Biodiversidad fitoplanctónica en tres lagunas someras de la provincia de La Pampa, Argentina. 2014. *Biología Acuática* N° 30: 47-57. ISSN 1668-4869.

- BELLINGER, E. G & D. C. SIGEE. 2010. The freshwater algae. Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell Ed. 210 pp.
- BIODIVERSITY PROFESIONAL Copyright © 1997. The Natural History Museum and the Scottish Association For Marine Science BioDiversity, NHM & SAMS. <http://www.nhm.ac.uk/zoology/bdpro>
- BOHN, V. Y., M. C. PICCOLO, P. D. PRATOLONGO & G. M. E. PERILLO. 2012. Evaluación del Estado Trófico de dos Lagunas Pampeanas (Argentina). *Ecología* N° 24: 11-26.
- BOURRELLY, P. 1968. Les algues d'eau douce, initiation a la systématique. Tome II : Les Algues jaunes et brunes. Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées. Editions N. Boubée Cie. 438 pp.
- BOURRELLY, P. 1970. Les algues d'eau douce, initiation a la systématique. Tome III: Les Algues bleues et rouges. Les Eugleniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Editions N. Boubée Cie. 512 pp.
- BOURRELLY, P. 1972. Les algues d'eau douce, initiation a la systématique. Tome I: Les Algues Vertes, Editions N. Boubée Cie. 572 pp.
- BRAY, J. R. & J. T. CURTIS. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 27: 325-349.
- CANO, E., G. CASAGRANDE, H. CONTI, J. SALAZAR LEA PLAZA, C. PEÑA ZUBIATE, D. MALDONADO PINEDO, H. MARTINEZ, C. SCOPPA, B. FERNÁNDEZ, M. MONTES, J. MUSTO & A. PITTALUGA. 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. INTA, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Pcia. de L.P., Fac. de Agron. UNLPam. Bs. As. 493 pp.
- CARRILLO, U., N. GARBELLONE & L. SOLARI. 2009. Algas fitoplanctónicas de ambientes lénticos y lóticos de la cuenca del Río Salado: Tolerancia a factores físicos. *Biología Acuática* 26: 33-35.
- CARIGNANO, C. & D. PLANAS, 1994. Recognition of Nutrient and Light Limitation in Turbid Mixed Layers: Three Approaches Compared in the Parana Floodplain (Argentina) *Limnology and Oceanography*, 39 (3): 580-596.

- DEGIOVANNI, S., M. VILLEGAS & N. DOFFO. 2003. Geomorfología del extremo Sur de la Sierra de Comechingones. II Congreso Nacional de Cuaternario y Geomorfología. San Miguel de Tucumán. Cuaternario y Geomorfología pp 257-266. ISBN 987-9390-47-4.
- DESIKACHARY, T. V. 1959. Cyanophyta. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research. 686 pp.
- DUGAN, P. 1993 (ed.) Wetlands in danger. Michael Beazley & IUCN-The Worlds Conservation Union. London, 187 pp.
- FRENCH, R. H., J. J. COOPER & S. VIGG. 1982. Secchi disc relationships. Water Res. Bull., 18: 121-123
- GAGLIOTI, P. V. 1992. Variación espacial y estacional en la estructura de las comunidades de diatomeas epilíticas de un arroyo andino. Su relación con factores abióticos. Ecología Austral 2: 77-86.
- GEITLER, L. 1932. Cyanophyceae. In: Kryptogammenflora von Deutschland, Osterreich, under de Sweitz. (Rabenhorst, L. Eds), Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft. 14: 673-1056.
- HAPPEY-WOOD, C. 1988. Ecology of freshwater planktonic green-algae. In: Sandgreen, C.D. (Ed.) Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton. Cambridge: Cambridge Univ. Press. 175-226 p.
- HASLE, G. R. 1978. Some specific preparations: Diatoms in Sournia A. (Ed.) Phytoplankton Manual. Eds. UNESCO: 136-142.
- HERNANDEZ BOCQUET, R. 2009. CUENCAS Y REGIONES HÍDRICAS DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA. Dirección de Investigación Hídrica- Secretaría de Recursos Hídricos-Provincia de La Pampa. 10 pp.
- HUBER, M. P. 2010. Distribución temporal del fitoplancton de una laguna del sur de la provincia de Córdoba y su relación con las variables ambientales. Tesis de grado. Universidad Nacional de Río Cuarto. 82 pp.
- HUSTEDT, F. 1930. Bacillariophyta (Diatomaceae). In A Pascher Die Süßwasser-flora Mitteleuropas Heft. 10. Jena: Gustav Fischer Verlag. 466 pp.

- IBARZ AZNARES, J. 1976. Química General desarrollada en forma de cálculos matemáticos. Ed. Marin. S. A. Barcelona, 378 pp.
- IPARRAGUIRRE, J. 2012. Distribución espacio temporal del fitoplancton en una laguna del sur de Córdoba y su relación con las variables ambientales. Tesis de grado. Universidad Nacional de Río Cuarto. 146 pp.
- IRIONDO, M. 1989. Quaternary lakes of Argentina. *Paleogeography Paleoclimatology Paleoecology* 70: 81-88.
- IZAGUIRRE, I. & A. VINOCUR. 1994. Algal assemblages from shallow lakes of the Salado River Basin (Argentina). *Hydrobiologia*, 289: 57-64.
- KOMÁREK, J. & B. FOTT. 1983. Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. Die Binnengewässer. Das Phytoplankton des Süßwasser. von Huber-Pestalozzi. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller) Stuttgart. Germany. 1044 pp.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS. 1999. Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begr. Von Pascher Hrsg. Von H. Ettl. Jena. G. Fischer Bd. 19. 548 pp.
- KOMÁREK, J. & K. ANAGNOSTIDIS. 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Begr. Von Pascher Hrsg. Von H. Ettl. Jena. G. Fischer Bd. 19/2. 759 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1986. BACILLARIOPHYCEAE 2. Naviculaceae, G.S. Verlag, Jena. .Band 2 (1) 875 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1988. BACILLARIOPHYCEAE 2. Bacillariaceae, Ephithemiaceae, Surirellaceae, 2 (2), Stuttgart, 596 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991a. BACILLARIOPHYCEAE 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: H. Ettl; J. Gerloff; H. Heyning & D. Mollenhauer (eds.). G.F.Verlag, Stuttgart. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (3): 576 pp.
- KRAMMER, K. & H. LANGE-BERTALOT. 1991b. BACILLARIOPHYCEAE 2. Teil: Achnanthaceae; Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. In : H. Ettl; J. Gerloff; H. Heyning & D. Mollenhauer (eds.). G.F.Verlag, Stuttgart. Süßwasserflora von Mitteleuropa, 2 (4) 437 pp.

- LICURSI M. & N. GÓMEZ. 2003. Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura Pampeana Argentina a partir del empleo de diatomeas. *Biología Acuática* 21: 31-49.
- LOPRETTO, E. C. & G. TELL, 1995. *Ecosistemas de Aguas Continentales*. Ediciones Sur 377 pp.
- MARASLIOGLU, F., E. N. SOYLU & A. GÖNÜLOL. 2013. Seasonal variation and occurrence of algal turf community in Lake Ladik, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 34: 107-111pp.
- MARGALEF, T. 1983. *Limnología*. Ed. Omega, Barcelona. 1003 pp.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS A. L., E. N. GARI & M. E. LUQUE. 1991. Fitoplancton de lagunas del sur de Córdoba. Análisis comparativo de dos Sistemas Hidrográficos. *Biología Acuática* 15 (1): 96-99.
- MARTÍNEZ DE FABRICIUS, A. L., N. MAIDANA, N. GÓMEZ & S. SABATER. 2003. Distribution patterns of benthic diatoms in a Pampean river exposed to seasonal floods: the Cuarto River (Argentina). *Biodiversity and Conservation*, 12: 2443-2454.
- MEDUS, N. B., H. CAZENAVE & R. O. HERNÁNDEZ. 1982. *Geografía de La Pampa*. Ed. Extra. 149 pp.
- MIRANDE V. & C. TRACANNA. 2005. Fitoplancton de un río del noroeste argentino contaminado por efluentes azucareros y cloacales. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40 (3-4): 169 – 182.
- NYGAARD, G. 1949. Hydrobiological studies in some Danish ponds and lakes. Part II. The quantient hypothesis and some new or little know phytoplankton organism. *Kon. Danish. Vid. Selsk. Biol. Skr*, 7 (1).
- NOVOA, M. D. 2004. Estudio ficológico de dos lagos artificiales de la Ciudad de Río Cuarto (Lago Parque Sarmiento y Lago Villa Dalcar). Tesis de grado. Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales. Departamento de Ciencias Naturales.
- OLIVA MARTINEZ, M. C., A. RODRIGUEZ ROCHA, A. LUGO VAZQUEZ & M. R. SANCHEZ RODRIGUEZ. 2008. Composición y dinámica del fitoplancton en un lago urbano hipertrófico. *Hidrobiológica* 18(1): 13.

- OSPINA, N. & E. J. PEÑA. 2004. Alternativas de monitoreo de calidad de aguas: algas como bioindicadores. Centro de Estudios e Investigaciones en Desarrollo Regional-CEIDER. Grupo de Investigación Ambiental-GIAM Universidad Santiago de Cali.
- PADISÁK, J., G. BORICS, G. FEHÉR, I. GRIGORSZKY, I. OLDAL, A. SCHMIDT & Z. ZÁMBÓNÉ-DOMA. 2003. Dominant species, functional assemblages and frequency of equilibrium phases in late summer phytoplankton assemblages in Hungarian small shallow lakes. *Hydrobiología* 502: 157-168.
- PANTLE, R. & H. BUCK. 1955. Die biologisch Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas-u. Wasserfach*, 96: 1-64.
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1966. The Diatoms of the United States exclusive Alaska and Hawaii. Volume 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 13: 1- 688 pp
- PATRICK, R. & C. W. REIMER. 1975. The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Volume. 2. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 13: 213 pp.
- PEÑA SALAMANCA, E. J., M. L. PALACIOS PEÑARALDA & N. OSPINA ALVAREZ. 2005. Algas como indicadoras de contaminación. Universidad del Valle. Calí, Colombia. 164pp.
- PRESCOTT, G. W. 1951. Algae of the Western Great Lakes Area. N.M.C. Brown Co. Inc. 946 pp.
- QUIRÓS, R. & E. DRAGO. 1999. The environmental state of Argentinean lakes: An overview. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*. 4: 55-64
- QUIRÓS, R., A. RENNELLA, M. BOVERI, J. J. ROSSO & A. SOSNOVSKY. 2002a. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral* 12: 175-185.
- QUIRÓS, R., J. J. ROSSO, A. RENNELLA, A. SOSNOVSKY & M. BOVERI. 2002b. Estudio sobre el estado trófico de las lagunas pampeanas. *Interciencia* 27: 584-591.

- QUIRÓS, R. 2004. Sobre la Morfología de las Lagunas Pampeanas. Documento N° 3. Serie de Documentos de Trabajo del Área de Sistemas de Producción Acuática. Fac. de Agronomía. UBA.
- QUIRÓS, R. 2005. La ecología de las lagunas de las Pampas. *Investigación y Ciencia* 1(6): 1-13.
- RAMSAR. 1971. Convención sobre los humedales. Irán.
- RINGUELET, R. A. 1962. Ecología acuática continental. Manuales Eudeba, Buenos Aires. 138 pp.
- ROLDÁN PÉREZ, G. & J. J. RAMÍREZ RESTREPO. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Ciencia y tecnología. Universidad de Antioquia. Vol. 15. 440pp.
- SÁNCHEZ, O., M. HERZIG, E. PETERS, R. MÁRQUEZ & L. ZAMBRANO. 2007. Perspectivas sobre la conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología (U.S. Fish & Wildlife Service), México. 293pp.
- SIMONSEN, R. 1979. The Diatom System. Ideas on Phylogeny. *Bacillaria*, 2: 9-71.
- SCHWOERBEL, J. 1975. Métodos de Hidrobiología. Ed. Hermann Blume. Madrid. España. 262 pp.
- SLADECEK, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol.*, 7: 1 -218.
- SOSA, M., M. D. NOVOA & A. L. MARTÍNEZ DE FABRICIUS. 2011. Ficoflora de la cuenca endorreica fluviolacustre Chucul (Córdoba, Argentina). *Biológicas*, 13(1): 14 – 23.
- SOSNOSVKY, A. & R. QUIRÓS. 2006. El estado trófico de pequeñas lagunas pampeanas, su relación con la hidrología y el uso de la tierra. *Ecología Austral*, 16: 115-124.
- TELL, G. & V. CONFORTI. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. *Bibliotheca Phycologica*. J. Cramer, Berlin-Stuttgart. Band 75, 301 pp.
- WETZEL, R. G. 1981. *Limnología* Ed. Omega S.A. Barcelona, España. 679 pp.
- WETZEL, R. G. 2001. *Limnology. Lake and River Ecosystems*. Third edition. Elsevier Academic press. 1006 pp.

10. ANEXO

Tabla 5. Valores sapróbicos para cada una de las especies encontradas en la laguna Ea. Ansín durante el período otoño- primavera 2011.

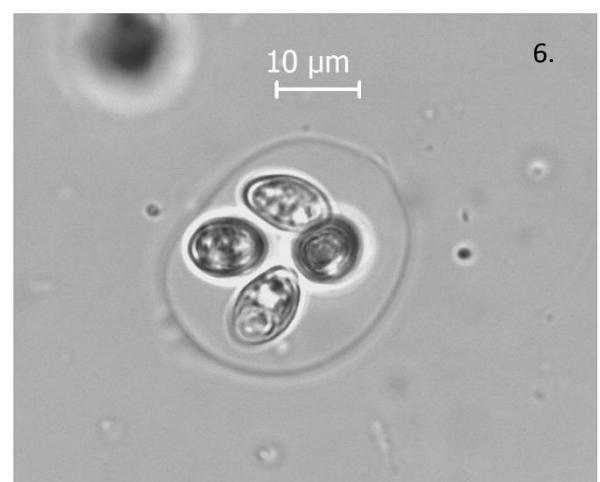
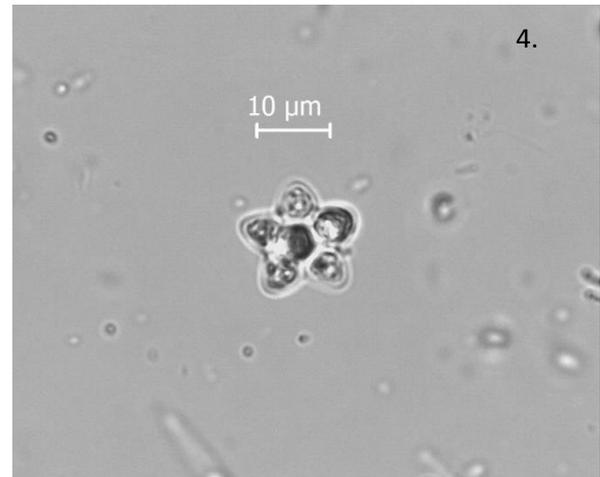
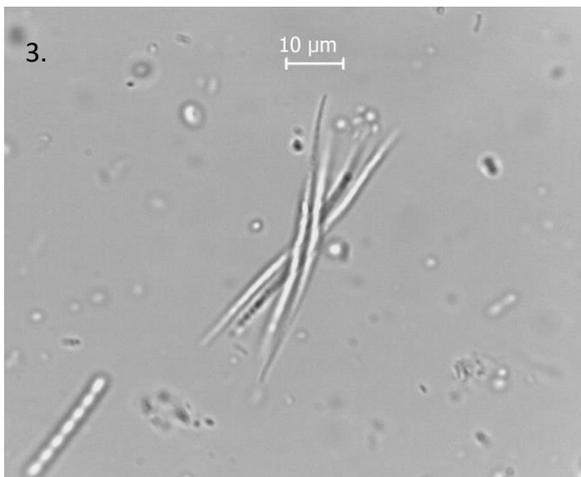
| TAXA | s |
|--|---|
| <i>Anabaena sphaerica</i> | 2 |
| <i>Anabaena variabilis</i> | 2 |
| <i>Anabaena sp1</i> | 2 |
| <i>Anabaena sp2</i> | 2 |
| <i>Aphanocapsa elachista</i> | 3 |
| <i>Arthrospira massartii</i> | 3 |
| <i>Arthrospira platensis</i> var. <i>nonconstricta</i> | 2 |
| <i>Camaesiphon sp.</i> | 3 |
| <i>Chroococcus minimus</i> | 3 |
| <i>Coelosphaerium minutissimum</i> | 2 |
| <i>Gomphosphaeria aponina</i> | 3 |
| <i>Leptolyngbya foveolarum</i> | 3 |
| <i>Leptolyngbya tenuis</i> | 2 |
| <i>Lyngbya allorgei</i> | 2 |
| <i>Lyngbya mesotricha</i> | 3 |
| <i>Merismopedia tenuisima</i> | 3 |
| <i>Microscystis areguinosa</i> | 2 |
| <i>Microscystis flos-aquae</i> | 2 |
| <i>Microscystis pulverea</i> | 3 |
| <i>Oscillatoria acuta</i> | 3 |
| <i>Oscillatoria annae</i> | 2 |
| <i>Oscillatoria laete-virens</i> | 2 |
| <i>Oscillatoria pseudogeminata</i> | 3 |
| <i>Oscillatoria subbrevis</i> | 2 |
| <i>Oscillatoria subbrevis</i> forma <i>minor</i> | 2 |
| <i>Oscillatoria tenuis</i> | 3 |
| <i>Pseudoanabaena catenata</i> | 4 |
| <i>Raphidiopsis mediterranea</i> | 3 |
| <i>Spirulina laxixima</i> | 3 |
| <i>Spirulina major</i> | 3 |
| <i>Spirulina subsalsa</i> | 3 |
| <i>Synechococcus elongatus</i> | 3 |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> | 2 |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>fluviatile</i> | 2 |
| <i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i> | 2 |
| <i>Ankistrodesmus sp.</i> | 3 |
| <i>Ankistrodesmus falcatus</i> | 3 |
| <i>Ankistrodesmus fusiformis</i> | 3 |

| | |
|--|-----|
| <i>Botryococcus sp.</i> | 1 |
| <i>Chlorella elipsoidea</i> | 3 |
| <i>Closteriopsis aciculare</i> | 3 |
| <i>Closteriopsis sp.</i> | 3 |
| <i>Closterium acutum</i> | 2,5 |
| <i>Closterium gracile var. tenue</i> | 2 |
| <i>Closterium leibleinii</i> | 3 |
| <i>Closterium pseudolunula</i> | 2 |
| <i>Closterium venus</i> | 2 |
| <i>Coelastrum astroideum</i> | 2 |
| <i>Coelastrum microporum</i> | 2 |
| <i>Cosmarium angulosum</i> | 2 |
| <i>Cosmarium biretum var. minus</i> | 2 |
| <i>Cosmarium botritis</i> | 3 |
| <i>Cosmarium depressum</i> | 2 |
| <i>Cosmarium punctulatum</i> | 1 |
| <i>Cosmarium subcostatum</i> | 2 |
| <i>Cosmarium trilobatum</i> | 2 |
| <i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> | 2 |
| <i>Dictyosphaerium elegans</i> | 2 |
| <i>Dictyosphaerium pulchelum</i> | 2 |
| <i>Franceia ovalis</i> | 2 |
| <i>Golenkinia viridis</i> | 3 |
| <i>Kirchneriella aperta</i> | 2 |
| <i>Kirchneriella arcuata</i> | 2 |
| <i>Kirchneriella contorta</i> | 3 |
| <i>Kirchneriella diana</i> | 2 |
| <i>Kirchneriella diana var. major</i> | 2 |
| <i>Kirchneriella obesa</i> | 2 |
| <i>Kirchneriella rotunda</i> | 2 |
| <i>Lagerheimia ciliata</i> | 2 |
| <i>Lagerheimia ciliata var. subsalsa</i> | 2 |
| <i>Lagerheimia subsalsa</i> | 2 |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | 3 |
| <i>Monoraphidium griffithii</i> | 3 |
| <i>Monoraphidium komarkovae</i> | 3 |
| <i>Oedogonium sp.</i> | 2 |
| <i>Oocystis borgei</i> | 1,5 |
| <i>Oocystis lacustris</i> | 2 |
| <i>Oocystis parva</i> | 3 |
| <i>Oocystis pusilla</i> | 1 |
| <i>Oocystis solitaria</i> | 2 |
| <i>Pediastrum angulosum</i> | 1 |
| <i>Pediastrum boryanum var. boryanum</i> | 2 |
| <i>Pediastrum boryanum var. brevicorne</i> | 2 |
| <i>Pediastrum boryanum var. contortum</i> | 2 |

| | |
|---|-----|
| <i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>longicorne</i> | 2 |
| <i>Pediastrum duplex</i> | 2 |
| <i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i> | 2 |
| <i>Pediastrum tetras</i> | 2 |
| <i>Pteromonas angulosa</i> | 2 |
| <i>Pteromonas triguistra</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus acuminatus</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus alternans</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> var. <i>capitatus</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus balatonicus</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus biccaudatus</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus bijuga</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus brevispina</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus dimorphus</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus disciformis</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus ecornis</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus longispina</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus obtusus</i> f. <i>alterna</i> | 3 |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>carinatus</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus pecsensis</i> | 2 |
| <i>Scenedesmus spinosus</i> | 3 |
| <i>Schroederia setigera</i> | 2 |
| <i>Sphaerocystis schroeteri</i> | 1,5 |
| <i>Staurastrum paradoxum</i> | 2 |
| <i>Staurastrum</i> sp. | 2 |
| <i>Stigeoclonium lubricum</i> | 3 |
| <i>Stigeoclonium stagnatile</i> | 3 |
| <i>Tetraedron muticum</i> | 2 |
| <i>Tetrastrum glabrum</i> | 2 |
| <i>Tetrastrum hortobagyi</i> | 2 |
| <i>Tetrastrum komarekii</i> | 2 |
| <i>Anomoeoneis</i> sp. | 2 |
| <i>Aulacoseria granulata</i> | 2 |
| <i>Caloneis amphisbaena</i> | 2 |
| <i>Craticula cuspidata</i> | 3 |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> | 3 |
| <i>Cyclotella striata</i> | 3 |
| <i>Fragilaria</i> sp. | 2 |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> | 2 |
| <i>Hantzchia amphioxys</i> | 3 |
| <i>Melosira italica</i> | 1,5 |
| <i>Melosira italica</i> var. <i>teniussima</i> | 1,5 |
| <i>Navicula cuspidata</i> | 2 |

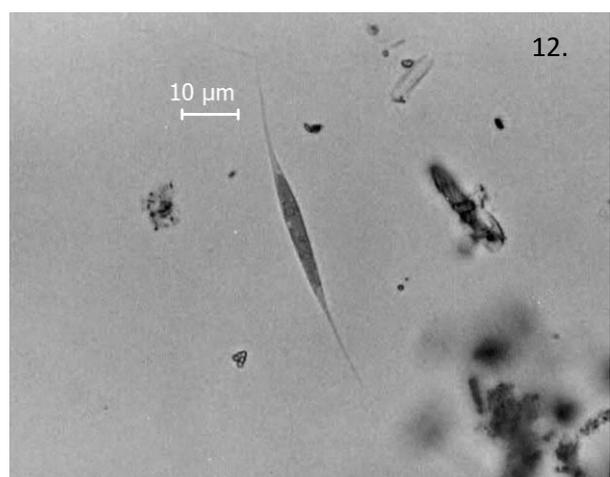
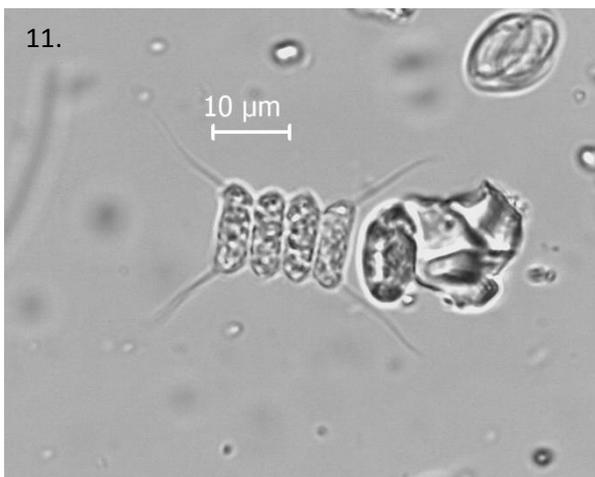
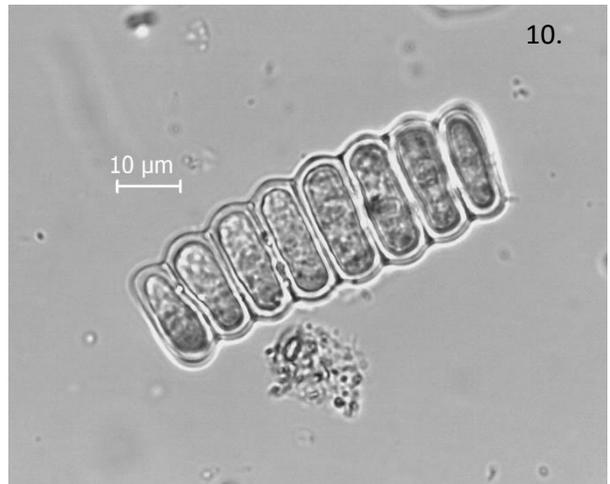
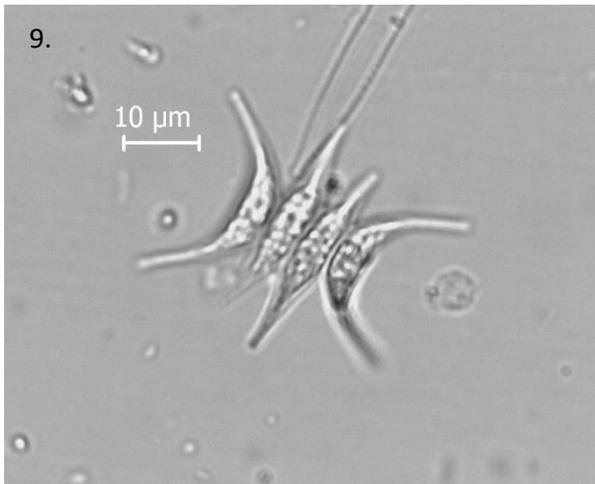
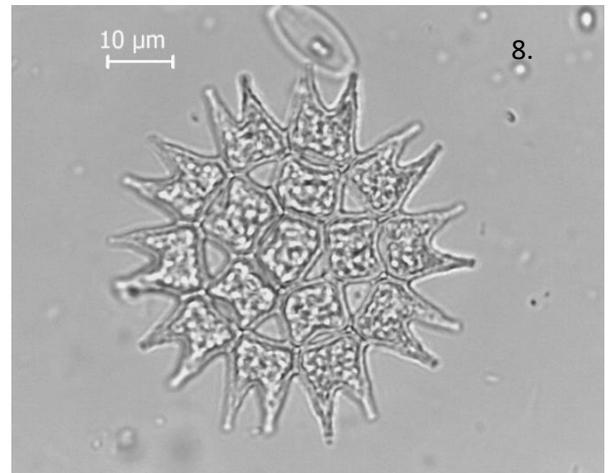
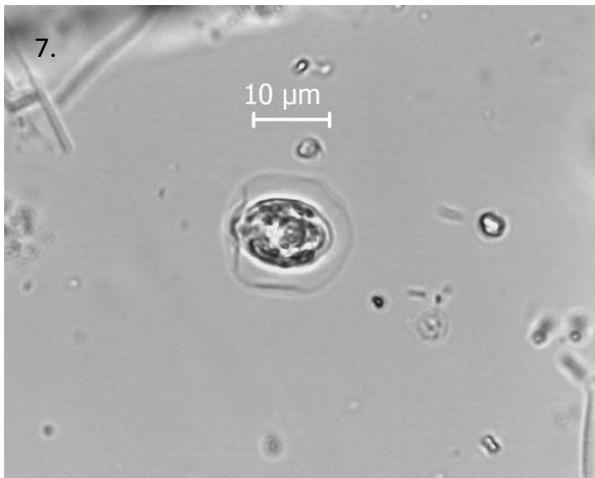
| | |
|-----------------------------------|---|
| <i>Navicula radiosa</i> | 3 |
| <i>Navicula rhyncocephala</i> | 3 |
| <i>Navicula viridula</i> | 3 |
| <i>Nitzschia linnearis</i> | 4 |
| <i>Nitzschia recta</i> | 3 |
| <i>Nitzschia obtusa</i> | 2 |
| <i>Nitzschia sp.</i> | 2 |
| <i>Pinnularia acrosphaeria</i> | 1 |
| <i>Pinnularia gibba</i> | 0 |
| <i>Stephanodiscus sp.</i> | 2 |
| <i>Synedra ulna</i> | 2 |
| <i>Mallomonas sp.</i> | 1 |
| <i>Euglena acus</i> | 2 |
| <i>Euglena archaeoplastidiata</i> | 3 |
| <i>Euglena caudata var. minor</i> | 3 |
| <i>Euglena ignobilis</i> | 3 |
| <i>Euglena megalithus</i> | 3 |
| <i>Euglena viridis</i> | 3 |
| <i>Phacus acuminatus</i> | 3 |
| <i>Phacus brachykentron</i> | 3 |
| <i>Phacus hameli</i> | 3 |
| <i>Phacus pleuronectes</i> | 2 |
| <i>Trachelomona hispida</i> | 2 |
| <i>Trachelomona verrucosa</i> | 2 |

LAMINA I



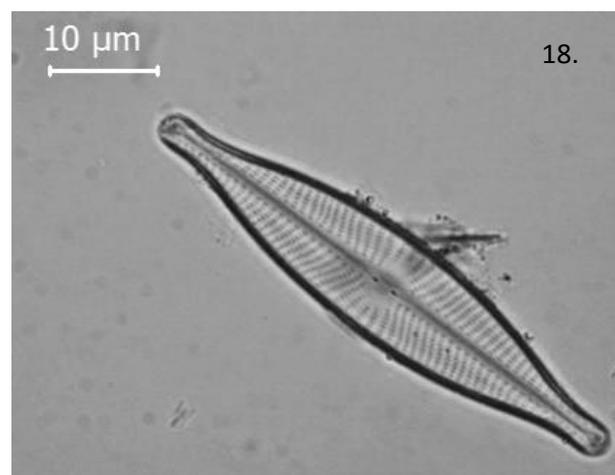
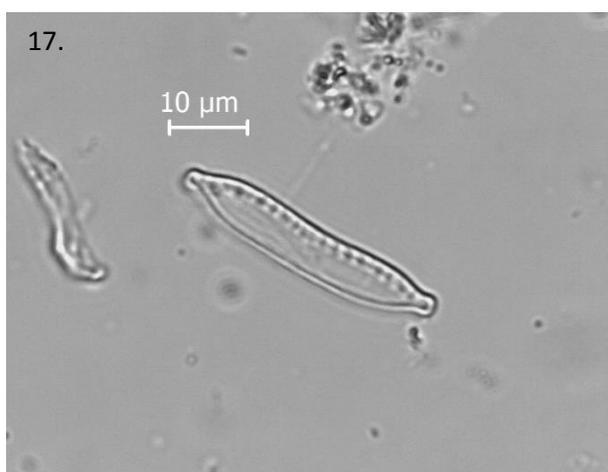
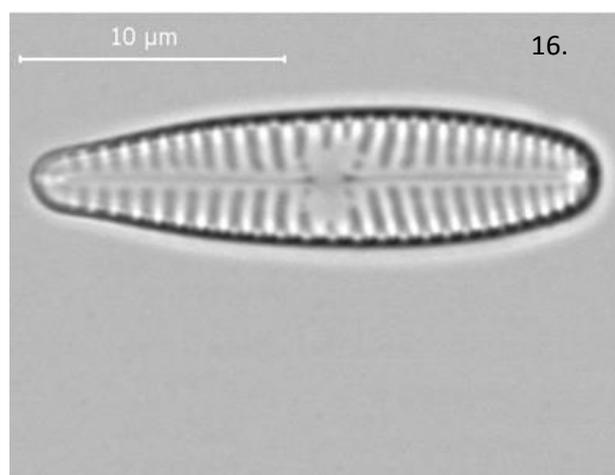
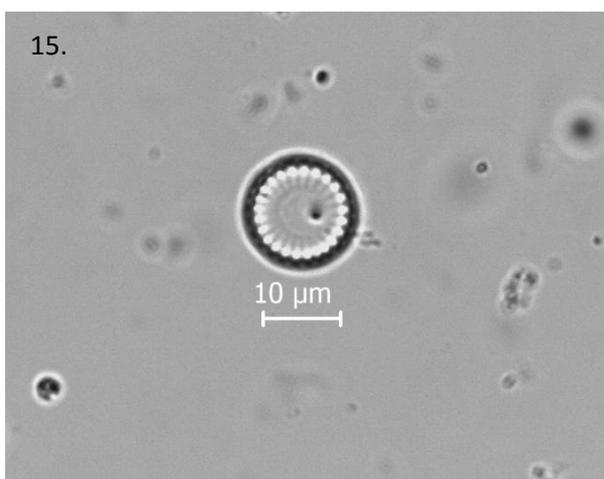
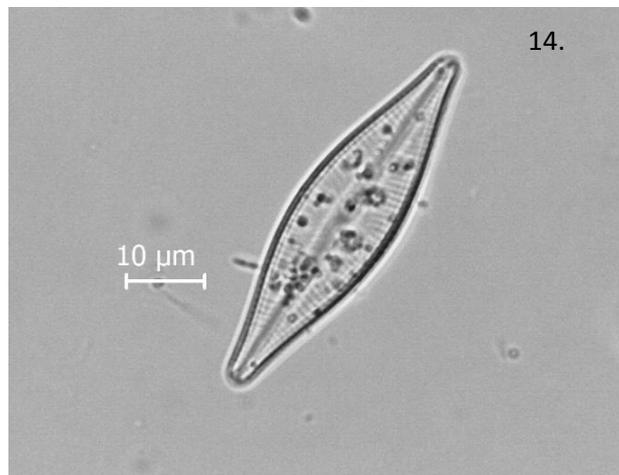
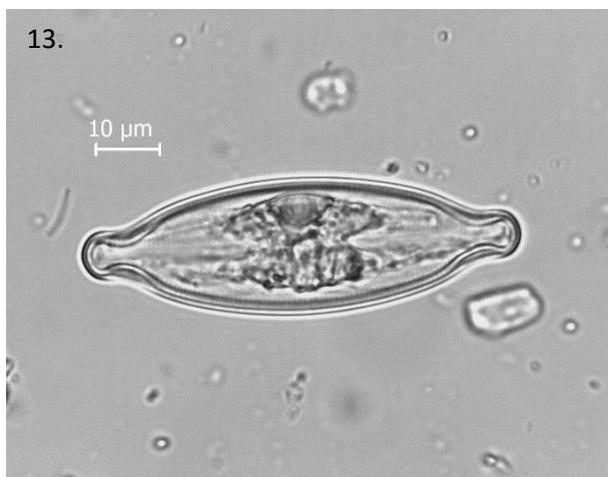
1- *Oscillatoria laete-virens*. 2- *Oscillatoria subbrevis*. 3- *Ankistrodesmus fusiformis*. 4- *Coelastrum astroideum*. 5- *Dictyosphaerium pulchelum*. 6- *Oocystis pusilla*.

LAMINA II



7- *Pteromonas angulosa*. 8- *Pediastrum dúplex*. 9- *Scenedesmus acuminatus*. 10- *Scenedesmus balatonicus*. 11- *Scenedesmus quadricauda*. 12- *Schroederia setigera*.

LAMINA III



13- *Caloneis amphisbaena*. 14- *Craticula cuspidata*. 15- *Cyclotella meneghiniana*. 16- *Gomphonema olivaceum*. 17- *Hantzchia amphioxys*. 18- *Navicula rhyncocephala*.

LAMINA IV



19- *Euglena viridis*.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----|
| AGRADECIMIENTOS..... | I |
| 1. RESUMEN..... | III |
| 2. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 3. HIPÓTESIS..... | 5 |
| 4. OBJETIVOS..... | 6 |
| 5. ÁREA DE ESTUDIO..... | 7 |
| 5.1. Geomorfología..... | 8 |
| 5.2. Clima..... | 9 |
| 5.3. Vegetación..... | 9 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 11 |
| 6.1. Muestras biológicas..... | 11 |
| 6.2. Parámetros físico-químicos..... | 13 |
| 6.3. Identificación taxonómica..... | 15 |
| 6.4. Análisis de similitud..... | 16 |
| 6.5. Índices de Nygaard..... | 17 |
| 6.6. Índice de saprobiedad..... | 18 |
| 7. RESULTADOS..... | 19 |
| 7.1. Resultados físico-químicos..... | 19 |
| 7.1.1. Temperatura..... | 19 |
| 7.1.2. Profundidad..... | 20 |
| 7.1.3. Transparencia..... | 20 |
| 7.1.4. pH..... | 20 |
| 7.1.5. Conductividad..... | 21 |
| 7.1.6. Oxígeno disuelto..... | 21 |
| 7.1.7. Residuo seco..... | 21 |
| 7.1.8. Nitratos..... | 22 |
| 7.1.9. Alcalinidad total (bicarbonatos + carbonatos) y dureza..... | 22 |
| 7.2. Resultados de análisis florístico..... | 22 |
| 7.2.1. Riqueza específica..... | 31 |
| 7.2.2. Distribución estacional..... | 33 |
| 7.2.3. Análisis de similitud..... | 41 |
| 7.2.4. Índice de Nygaard..... | 43 |
| 7.2.4. Índice de saprobiedad de Plantle & Buck..... | 43 |

| | |
|-----------------------|----|
| 8. DISCUSIÓN..... | 44 |
| 9. CONCLUSIONES..... | 48 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA..... | 50 |
| 11. ANEXO..... | 57 |
| Tabla 5..... | 57 |
| Lamina I..... | 61 |
| Lamina II..... | 62 |
| Lamina III..... | 63 |
| Lamina IV..... | 64 |