



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Licenciatura en Biología



**Caracterización de la comunidad de algas bentónicas de ambientes
lóticos de la subcuenca de Galindo en el estado de Querétaro, México.**

Tesis Individual

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de

Licenciado en Biología

Presenta:

Laritz Verenice Márquez González

Dirigido por:

Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza

SINODALES

Dr. Enrique Arturo Cantoral Uriza
Presidente

Dra. Miriam Guadalupe Bojorge García
Secretario

Dr. Juan Pablo Ramírez Herrejón
Vocal

Mtro. José Alejandro Cabrera Luna
Suplente

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Marzo 2019
México

Resumen

En la actualidad el valor de los servicios ecosistémicos que ofrecen los sistemas acuáticos al ser humano se han enfocado en los de uso primario (ej. uso y consumo humano, uso agrícola) lo que ha llevado a la subvaloración de los servicios secundarios (ej. mantenimiento de la biodiversidad, regulación del clima) los cuales también repercuten de manera importante en la calidad de vida de las poblaciones humanas, ya que al dar prioridad a los servicios ecosistémicos primarios se ha realizado un mal manejo de los recursos acuáticos, lo que ha provocado su contaminación, desaparición y alteración dentro de la dinámica de estos sistemas de agua, generando altos costos ambientales, sociales y económicos.

Para contar con un aprovechamiento racional de los recursos hídricos es importante basarse en el conocimiento del estado ecológico en el que se encuentra el ambiente determinando la biodiversidad acuática. Hoy día, en diversas regiones del mundo las algas son implementadas como herramienta para el biomonitoreo, ya que sus ciclos de vida permiten que éstas indiquen cambios fisicoquímicos en el sistema acuático en un tiempo corto. Así como también la modificación de la estructura poblacional, la aparición y proliferación de especies asociadas a determinados cambios ambientales permite efectuar un diagnóstico del nivel de perturbación del cuerpo de agua estudiado y ser consideradas bioindicadores.

Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue determinar la diversidad de macro y microalgas bentónicas e identificar las variables fisicoquímicas que influyen en su distribución espacial en los sistemas lóticos de la subcuenca de Galindo, con la finalidad de observar regularidades en relación a las variables ambientales y con ello ir generando las bases para que en un futuro cercano se realicen propuestas de monitoreo y manejo de estos sistemas acuáticos.

Se identificaron en este primer estudio de las algas en cinco sitios ubicados en la subcuenca de Galindo, Querétaro, un total de 105 especies y 53 géneros, de las cuales Chlorophyta registró 22 géneros con 62 especies, seguido de Heterokontophyta con 19 géneros y 27 especies, Cyanophyta con 11 géneros y 15 especies y Rhodophyta con un género y una especie, esta última primer registro para el estado.

(Palabras clave: Sistemas acuáticos, estado ecológico, algas, biodiversidad acuática, Querétaro).

Summary

At present, the value of the ecosystem services offered by aquatic systems to humans has focused on those of primary use (human use and consumption, agricultural use), which has led to the undervaluation of secondary services (maintenance of biodiversity, climate regulation) which also have an important impact on the quality of life of human populations, since by prioritizing primary ecosystem services, poor management of aquatic resources has been carried out, which has caused its contamination, disappearance and dynamic alteration within these water systems, generating high environmental, social and economic costs.

In order to have a rational use of water resources, it is important to build on the knowledge of the ecological status of the environment by determining aquatic biodiversity. Today, in various regions of the world, algae are implemented as a tool for biomonitoring, since their life cycles allow them to indicate physicochemical changes in the aquatic system in a short time. As well as the modification of the population structure, the appearance and proliferation of species associated with certain environmental changes allows to make a diagnosis of the level of disturbance of the body of water studied and be considered bioindicators.

Therefore, the objective of this work it was determine the diversity of macro and benthic microalgae in the streams, in order to observe regularities in relation to environmental variables, and there by generate the basis for a future monitoring and management of these aquatic systems.

In this first study of algae were identified in five sites located in the sub-basin of Galindo, Queretaro, a total of 105 species and 53 genera, of which Chlorophyta registered 22 genera with 62 species, followed by Heterokontophyta with 19 genera and 27 species, Cyanophyta with 11 genera and 15 species and Rhodophyta with one genus and one species, this last first record for the state.

(Keywords: Aquatic systems, ecological status, algae, aquatic biodiversity, Querétaro).

Dedicatoria

A toda mi familia, a mis padres por ser los principales causantes de cumplir mis metas, por su apoyo incondicional, la dedicación, la paciencia y la gran confianza que otorgaron a mis expectativas. A mi madre por enseñarme a ser una mujer con carácter, por todos esos consejos y por esas noches de desvelo que me dedicaste. A mi padre por enseñarme a valorar esas pequeñas cosas que no solemos apreciar y que hoy dicen mucho de lo que soy como persona, por querer lo mejor para mí, por cada palabra que me guió hasta este nuevo triunfo. A ti mi pequeña Izel, yo te di la vida pero tú me das una razón principal para seguir siempre adelante.

Agradecimientos

Gracias a la Universidad Autónoma de Querétaro por abrirme las puertas a un nuevo conocimiento.

Gracias a mis profesores de la licenciatura por ser mis guías en esta etapa de mi formación académica, por enseñarme que la biología es una ciencia fascinante.

Gracias al M. en C. Alejandro Cabrera Luna por ser parte de mi comité de evaluación.

Gracias al Dr. Juan Pablo por permitirme ser parte de su equipo de trabajo, por su apoyo académico y por ser parte de mi comité de evaluación.

Gracias a la UMDI-FC-UNAM y en especial al laboratorio de Ecología Acuática y Algas por permitirme ser parte de su equipo.

Gracias a mi director Dr. Enrique Cantoral por su apoyo, asesoría y confianza para la realización de este trabajo.

Gracias a mi asesora Dra. Miriam Bojorge por su asesoría con las técnicas de laboratorio, confianza y apoyo otorgado para la realización de este trabajo.

Gracias a mis compañeros del laboratorio por su ameno acompañamiento durante la realización de este proyecto.

Gracias a mi colega Samuel Rico por su ayuda con los análisis estadísticos, y a mi colega, compañera y amiga Laura Rodríguez por su amistad y acompañamiento durante la realización de este trabajo.

Gracias al Proyecto DGAPA-UNAM-PAPIME-PE204918 por la beca otorgada.

Índice

Introducción.....	8
Antecedentes.....	11
Justificación.....	12
Objetivos.....	15
Hipótesis.....	15
Área de estudio.....	16
Materiales y Métodos.....	19
Resultados.....	22
Discusión.....	31
Conclusiones y Perspectivas.....	36
Literatura citada.....	37

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de la disponibilidad de agua subterránea de los once acuíferos que conforman el Estado de Querétaro.....	12
Figura 2. Mapa de la disponibilidad de agua de las cuencas del estado de Querétaro.....	13
Figura 3. Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en la subcuenca de Galindo.....	16
Figura 4. Gráfico con log base 10, obtenido a partir de datos de riqueza (Chao ₂).....	24
Figura 5. Sitios de colecta y su riqueza algal.....	24
Figura 6. Dendrograma de similitudes de las comunidades algales entre sitios.....	25
Figura 7. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y la riqueza total de especies.	26
Figura 8. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las algas verdes (Chlorophyta).....	27
Figura 9. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las diatomeas (Heterokontophyta).....	28
Figura 10. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las algas verdeazuladas (Cyanophyta).....	29
Figura 11. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las algas rojas (Rhodophyta).....	30

Índice de cuadros

Cuadro 1. Localización de los sitios de colecta.....	17
Cuadro 2. Descripción de los sitios de colecta.....	18
Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos de los sitios de colecta en la subcuenca de Galindo, Querétaro, México.....	22

Índice de apéndices

Apéndice 1. Listado de especies, ordenadas alfabéticamente por especie en su respectiva división.....	47
Apéndice 2. Clasificaciones del agua	49
Apéndice 3. Acrónimos de las variables fisicoquímicas y de las especies.....	50
Apéndice 4. Taxonomía, descripción y ecología de las especies.....	52

Introducción

Los sistemas acuáticos (continentales y marinos) son esenciales para el desarrollo de la vida, debido a que el agua es el componente mayoritario en los organismos que habitan la Tierra. En la actualidad su atención radica en la importancia en los servicios eco-sistémicos que ofrecen al ser humano, tales como los de uso primario (ej. agua para uso y consumo humano, agua para uso agrícola) lo que ha llevado a la subvaloración de los servicios secundarios (ej. mantenimiento de la biodiversidad, regulación del clima). Al dar prioridad a estos servicios eco-sistémicos primarios se ha realizado un mal manejo de los recursos acuáticos lo que ha provocado su contaminación, desaparición y alteración de sus dinámicas, generando altos costos ambientales, sociales y económicos (Cervantes, 2007; Sánchez, 2007).

Para poder disminuir estos impactos se deben de valorar los servicios ecosistémicos primarios y secundarios, no sólo bajo la visión de la calidad del agua, sino desde la perspectiva de calidad ambiental.

Se define a este último como una “condición de equilibrio natural que describe el conjunto de procesos geoquímicos, biológicos y físicos, y sus diversas y complejas interacciones, que tienen lugar a través del tiempo, en un sistema ambiental general dentro de un espacio geográfico dado, sin o con la mínima intervención del ser humano. Entendiéndose ésta última, como las consecuencias de los efectos globales de las acciones humanas” (Ley N°31849, 2004). Por lo tanto desde lo que dicta el marco del desarrollo humano sostenible, la evaluación del recurso hídrico del planeta es de gran importancia tanto para el bienestar ambiental como social.

Tres cuartas partes de la superficie de la Tierra (71%) son agua. El 97 % del agua que existe en el planeta es salada (mares y océanos) y el otro 3% es dulce donde cerca del 1% está en estado líquido (ríos, lagos, humedales y mantos acuíferos); el 2% restante se localiza como estado sólido en los casquetes polares y los polos (Barnes y Hughes, 1988; Frías, 1999; Fernández *et al.*, 2010).

Dentro de los sistemas continentales, existen dos clasificaciones: los sistemas lénticos y lóuticos. Los lénticos (lagos, lagunas, charcos, presas, pantanos) son aquellos en donde el movimiento del agua está determinado principalmente por el viento, mientras que los lóuticos (ríos, arroyos, cascadas, canales, manantiales, estuarios) son aquellos donde el agua presenta un flujo unidireccional y están en función de la gravedad (Guiller y Malmqvist, 1998; Bojorge y Cantoral, 2016).

Los ambientes de aguas continentales, dentro de los cuales se encuentran los manantiales, arroyos y ríos se clasifican de acuerdo a su origen, caudal y dimensiones (Allan, 1995; Elosegui y Sabater, 2009; Fernández *et al.*, 2010;). Los manantiales emanan de aguas subterráneas y subsuperficiales, fluyendo sobre la superficie terrestre. Estos se originan a partir del agua de lluvia, que al filtrarse va llenando espacios rocosos, saturando las rocas y suelo permeable hasta un punto de saturación. Varios ríos son alimentados de agua de manantiales (Yarham, 2011).

Los ríos forman redes ramificadas en el relieve del territorio en la que los arroyos confluyen formando arroyos más grandes y que a la vez originan ríos de mayor tamaño y caudal. El caudal de estos sistemas de agua depende del tamaño de la cuenca de drenaje y de la fluctuación entre la precipitación y la evapotranspiración; de este modo la morfología fluvial determina la distribución y abundancia de hábitats para distintos organismos acuáticos mediante el arrastre y deposición de sedimentos que van desde las grandes escalas territoriales hasta un tramo de río, lo que hace de estos sistemas biodiversos y zonas de mayor productividad biológica (Moss, 1980; Naiman y Decamps, 1990; Elosegui y Sabater, 2009).

Por otro lado existen otros factores que influyen sobre los biodiversidad acuática, tales como: el clima, la geología, el tipo de suelo, la cubierta vegetal y las diversas actividades antropogénicas (Moss, 1980; Ramos *et al.* 2013).

Dentro de las clasificaciones de los ríos, podemos encontrar algunos que se sitúan en zonas montañosas tanto en regiones tropicales como templadas, los cuales se caracterizan de forma física por su pendiente, cause sinuoso, altos niveles de oxígeno, bajas temperaturas y por sus aguas con baja variación química (Allan, 1995; Dudgeon, 2008), estos ambientes con estas características son conocidos como alpinos, de montaña y/o de elevada altura (Dudgeon, 2008).

Estos ambientes contienen alrededor de 200 Km³ del total de agua continental en el mundo, convirtiéndolos en los sistemas con menor volumen. Sin embargo tienen una gran importancia tanto ecológica como social, ya que además de albergar biodiversidad terrestre y acuática, también brindan servicios ecosistémicos de importancia para la sociedad como son: la pesca, agua para riego, consumo humano y obtención de energía, piscicultura, acarreo de material que fertiliza los suelos de las partes bajas, regulación de gases de efecto invernadero, mantenimiento de la flora, la fauna y recreación (Elosegui y Sabater, 2009).

En la actualidad en México, la mayoría de los cuerpos de agua se encuentran contaminados por diversos tipos de desechos orgánicos e inorgánicos de origen doméstico, industrial, ganadero o agrícola que son vertidos en grandes cantidades que sobrepasan la capacidad de los ecosistemas acuáticos para degradarlos. Por lo tanto el monitoreo, la conservación y la rehabilitación de estos sistemas se ha convertido en un interés fundamental para las ciencias ambientales y la sociedad (Sánchez, 2007).

De este modo las algas han sido unos de los organismos usados particularmente en Europa y América del Norte, como herramientas para detectar alteraciones en los sistemas acuáticos, por su alta sensibilidad a cambios ambientales (naturales o antropogénicos) teniendo como respuesta una alta reproducción y abundancia, así como por su capacidad de transformar elementos químicos inorgánicos de diversas fuentes en compuestos orgánicos, los cuales son empleados por organismos de otros niveles tróficos, colocándolos como los productores primarios de mayor importancia en los sistemas lóticos (Round, 1981; Cushing y Allan, 2001; Fernández *et al.*, 2010; Ospina y Peña, 2011). A medida que transcurre el tiempo, los efectos sobre la ficoflora

acuática sometida a perturbación pasan de respuestas individuales a nivel fisiológico y de respuestas poblacionales a comunitarias y ecosistémicas (Tolivia *et al.*, 2009).

Las algas son organismos acuáticos fotosintéticos extremadamente variables, con niveles de organización semejantes, producto de evoluciones paralelas (González, 1987). Están presentes en cuerpos de agua dulce, salada, así como en el suelo; por lo que se les considera como responsables de generar la mayor cantidad de oxígeno a partir de la fotosíntesis del planeta (Margalef, 1981). Presentan individuos con notables similitudes morfológicas convergentes, las cuales son respuestas adaptativas al medio en el que habitan. Dichas respuestas son inducidas por ciertos factores ambientales como lo son, los distintos gradientes de luz, temperatura y nutrientes.

En los sistemas acuáticos, se ven modificados según sea el tipo de cuerpo de agua (Margalef, 1981), por ejemplo en los ambientes lóticos (como los ríos) un factor importante es la velocidad de corriente, mientras que en los ambientes lénticos (como los lagos) es la profundidad (Cervantes, 2007).

Por otro lado, dentro de los ambientes lóticos, las algas participan intensamente en los ciclos biogeoquímicos, la retención de nutrientes, la formación, la estabilidad de los sedimentos y en la modificación de la velocidad de corriente; lo cual propicia la generación de microhábitats aptos para el desarrollo de otros organismos acuáticos como son bacterias, macroinvertebrados y peces (Stevenson, 1996; Graham y Wilcox, 2000; Bojorge y Cantoral, 2016).

La finalidad de conocer la biodiversidad y comprender las causas que pueden influir sobre esta, nos permite considerar el realizar el monitoreo del efecto de las perturbaciones ambientales de manera eficaz y de esta manera proponer recomendaciones hacia las instituciones responsables del manejo y uso de los cuerpos de agua (Ospina y Peña, 2004).

Por lo anterior, éste estudio pretende aportar información acerca de la diversidad y ecología de las comunidades algales bentónicas de sistemas lóticos de la subcuenca de Galindo en el estado de Querétaro, México.

Antecedentes

En México, las algas dulceacuícolas han sido estudiadas desde 1843. Ortega (1984) realizó una revisión y fue uno de los primeros estudios en reportar 718 especies con su catálogo de algas continentales recientes de México, durante el periodo 1843-1977. A partir de los 70's y hasta los mediados de los 90's, se reportaron más especies por Pedroche y colaboradores (1993) y desde entonces ha ido en incremento los estudios realizados por investigadores y estudiantes de diferentes instituciones interesados en el campo de la ficología.

Algunos trabajos recientes realizados son catálogos ilustrados tales como el de Canizal (2009) el cual es un catálogo de diatomeas dulceacuícolas, que describe a la familia Naviculaceae; Sánchez (2010) quien trabajó con Euglenophyta; Santoyo (2012) se enfocó al estudio y descripción de Volvocales y Tetrasporales; Rochefort (2014) quien realizó su investigación con Clorofitas filamentosas y Mancilla (2016) con Desmidiás, entre otros más.

Otros estudios que se han realizado en base a la ecología y taxonomía de las algas son el de Vázquez y colaboradores (2001) sobre la flora algal del río la Magdalena en el Distrito Federal, Bojorge y Cantoral (2007) quienes han estudiado las diatomeas asociadas a *Prasiola mexicana* (macrofita); Bojorge y colaboradores (2010) con su estudio sobre la distribución temporal y espacial de comunidades macroalgales de arroyos de montaña en la Cuenca del Valle de Bravo, así como también el estudio realizado sobre el valor indicador de las comunidades de algas bentónicas por Carmona y colaboradores (2016) en el río Magdalena de la Ciudad de México.

En el estado de Querétaro la información es escasa. El primer estudio en el estado registrado corresponde a un manual de identificación titulado "Biota acuática de arroyos y ríos (Cuencas de Lerma-Chapala y Pánuco)" (López *et al.* 2009.) y dos tesis de licenciatura: "Relación entre las algas y plantas acuáticas en cuerpos de agua de Querétaro y Guanajuato (Rico, 2015) quien estudio la dinámica de la comunidad algal (perifiton) presente en el humedal "La Ceja" en el municipio de Huimilpan, y el trabajo titulado "Variación espacial y temporal en la riqueza y diversidad de diatomeas epilíticas en arroyos de la subcuenca de Galindo, Querétaro" (Rodríguez, 2018), quien analiza de manera temporal y espacial, la diversidad de diatomeas (Bacillariophyta) , en los municipios de San Juan del Río y Amealco de Bonfil.

Sin embargo, aún falta mucho por realizar. Los estudios realizados son pocos y sin continuidad, por lo que se requiere realizar trabajos constantes para que contribuyan en el conocimiento de la ficoflora que albergan los sistemas acuáticos mexicanos.

Justificación

El fuerte crecimiento demográfico en el estado de Querétaro a través del tiempo y de manera evidente en su parte Sur, por su ubicación como la zona de los principales flujos económicos industriales del país, ha propiciado un desarrollo acelerado, ocasionando problemas en cuanto a la disponibilidad del agua como recurso natural.

El estado de Querétaro está conformado por once acuíferos, de los cuales seis de ellos presentan actualmente baja disponibilidad de agua, principalmente en la zona centro y sur del estado (Figura 1).

Los acuíferos con menor disponibilidad de agua subterránea son el del valle de Querétaro con -67.01 ($\text{hm}^3/\text{año}$), el de Valle de Amazcala con -24.68 ($\text{hm}^3/\text{año}$), Valle de San Juan del Río con -133.35 ($\text{hm}^3/\text{año}$), el Valle de Buena Vista con -11.05 ($\text{hm}^3/\text{año}$), Tolimán con el 0.70 ($\text{hm}^3/\text{año}$) y el Valle de Huimilpan con -0.53 ($\text{hm}^3/\text{año}$) (CONAGUA, 2015).

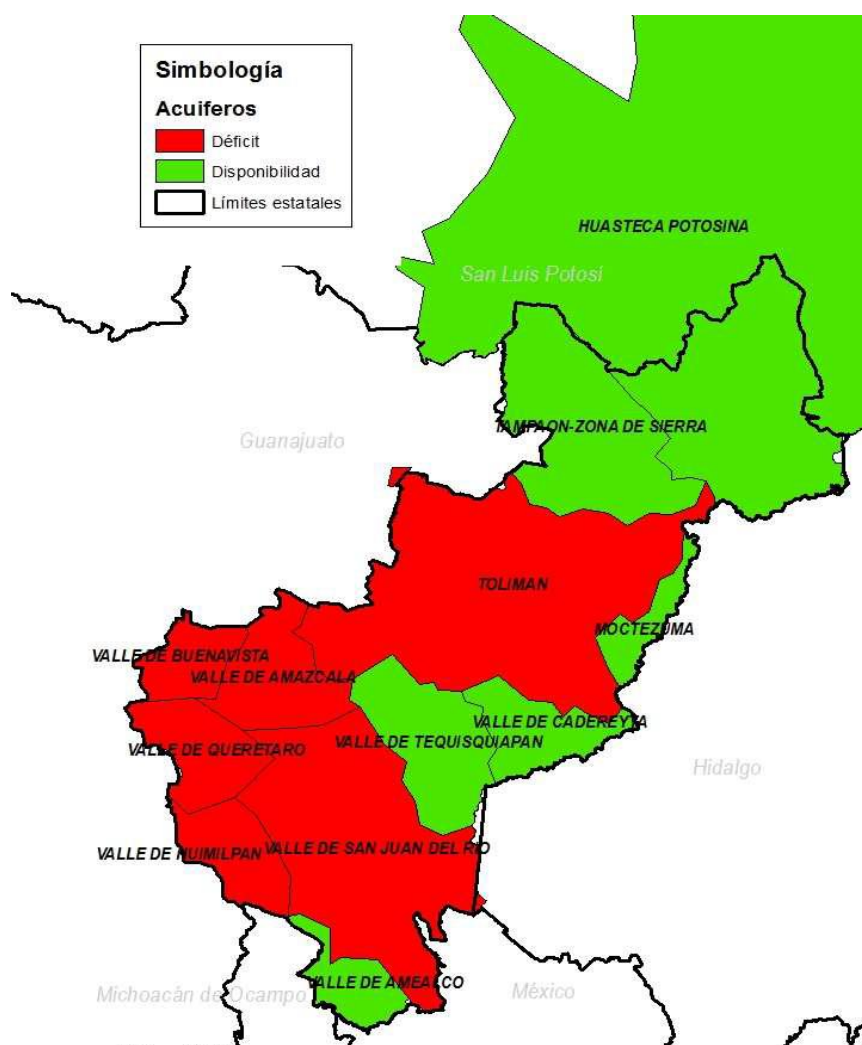


Figura 1. Mapa de la disponibilidad de agua subterránea de los once acuíferos que conforman el Estado de Querétaro. Los acuíferos en rojo son los que están con déficit (Fuente: CONAGUA, 2015).

En lo que se refiere a disponibilidad de aguas superficiales, en el estado de Querétaro se encuentran ubicados veintidós cuencas, de las cuales el Río Lerma, Río la Laja y Río Querétaro son parte de la región hidrológica denominada Lerma-Chapala, mientras que para la región hidrológica No. 26 Pánuco son el Río Galindo, Río San Juan, Río Tecozautla, Río Verde, Río Santa Marina, Río Victoria, Río Tolimán, Río Extoraz, Río Moctezuma, principalmente.

Tal y como se muestra en la Figura 2, las cuencas con mayor sobreexplotación, son principalmente el Río Lerma 2 con una disponibilidad de -1.17 ($\text{hm}^3/\text{año}$), el Río Lerma 3 con una disponibilidad de -2.29 ($\text{hm}^3/\text{año}$), Río La Laja 1 con una disponibilidad de -0.32 ($\text{hm}^3/\text{año}$), Río Querétaro con una disponibilidad -0.03 ($\text{hm}^3/\text{año}$), el Río La Laja 2 con -0.58 ($\text{hm}^3/\text{año}$) disponible, el Río Galindo con una disponibilidad de -10.75 ($\text{hm}^3/\text{año}$) y el Río San Juan 1 con disponibilidad de -0.19 ($\text{hm}^3/\text{año}$) (CONAGUA, 2015).

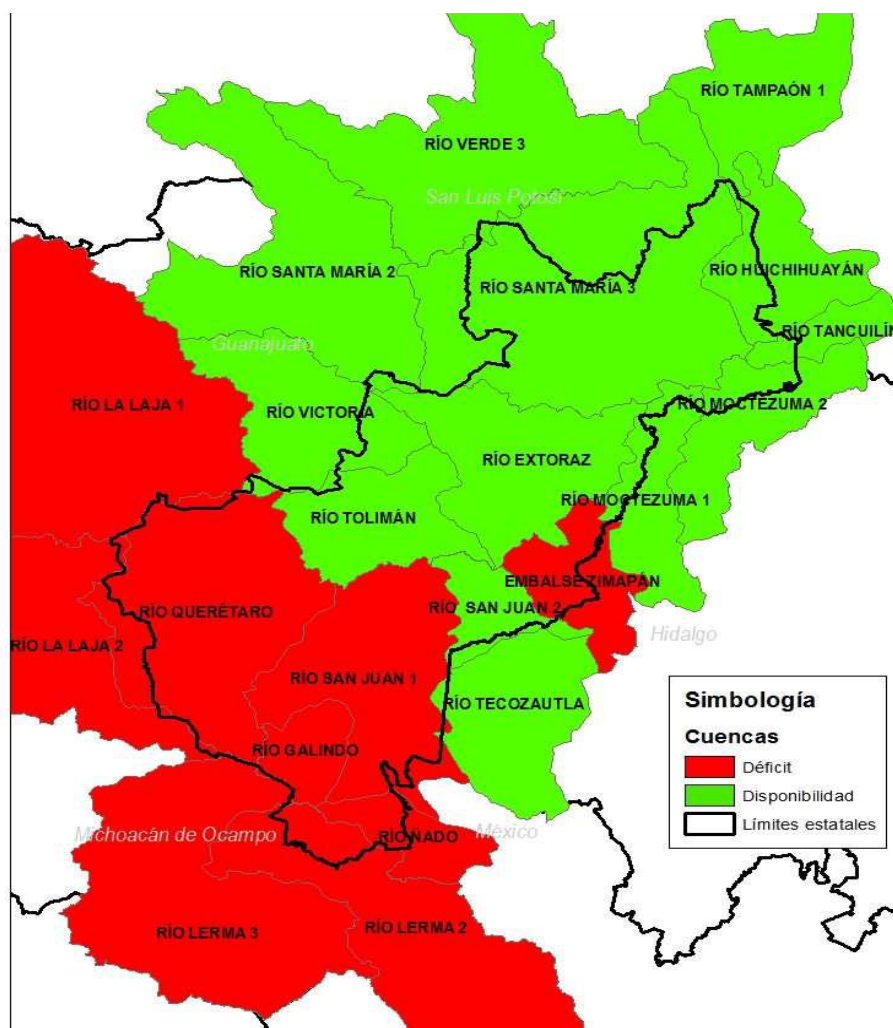


Figura 2. Mapa de la disponibilidad de agua de las cuencas del estado de Querétaro. Las cuencas en rojo son los que están con déficit. (Fuente: CONAGUA, 2015).

En el estado se cuenta con escasos ambientes permanentes de agua dulce; además, hay varias zonas que están bajo fuerte presión humana, con cuerpos de agua tanto temporales como permanentes que presentan gran biodiversidad y que no han sido estudiadas (Martínez y Mendoza, 2001). Principalmente los estudios descriptivos realizados sobre la biodiversidad que alberga son más enfocados a grupos de animales y plantas (Cantoral y Aboal, 2001), dejando a un lado las comunidades microscópicas.

Objetivo

General

Determinar la riqueza y diversidad de algas bentónicas e identificar las variables físicas y químicas que influyen en su distribución espacial en los sistemas lóticos de la subcuenca de Galindo, Querétaro, México.

Particulares

Identificar las especies algales presentes en los ambientes lóticos colectados.

Determinar la diversidad alfa y beta de macroalgas y microalgas asociadas a las macroalgas.

Conocer la relación que existe entre las variables fisicoquímicas de los ambientes lóticos con la variación de la estructura de la comunidad tanto de macroalgas como de microalgas.

Hipótesis

El impacto de la variación de las condiciones fisicoquímicas a lo largo de los sitios de muestreo, será diferencial en relación a la composición de especies que compone la comunidad algal, lo que se verá reflejado en el cambio de su riqueza y diversidad.

Área de estudio

El estado de Querétaro se localiza al Norte $21^{\circ} 40'$, al Sur $20^{\circ} 01'$ de LN; al Este $99^{\circ} 03'$, al Oeste $100^{\circ} 36'$ de LO. Su orografía está conformada por las provincias fisiográficas de la Mesa del Centro, Sierra Madre Oriental y Eje Neo volcánico Transmexicano; en cuanto a su hidrografía está formada por dos grandes regiones hidrológicas nacionales: el Lerma-Chapala y el Pánuco: La región Lerma - Chapala está integrada por las cuencas Lerma- Toluca y La Laja; en tanto que la región Pánuco se compone por las cuencas: Tamuín y Moctezuma (Caballero, 1995).

Por otro lado, en el estado se distinguen tres tipos de climas: Climas templados subhúmedos, el cual se distribuye en parte de los municipios de Amealco, Huimilpan, Pedro Escobedo, San Juan del Río y Corregidora, caracterizadas por una serie de montañas de más de 2,000 metros de altitud. Por otro lado, los climas secos y semisecos caracterizan a los municipios de Corregidora, El Marqués, Peñamiller, Ezequiel Montes, Cadereyta, San Juan del Río, Tolimán y Tequisquiapan, sobre terrenos de relieve sinuoso a plano y con altitudes menores a los 2,000 m snm. Finalmente los climas cálidos y semicálidos se localizan hacia el norte del estado. Los tipos dominantes de suelo en Querétaro son feozem y vertisol (INEGI ,2016).

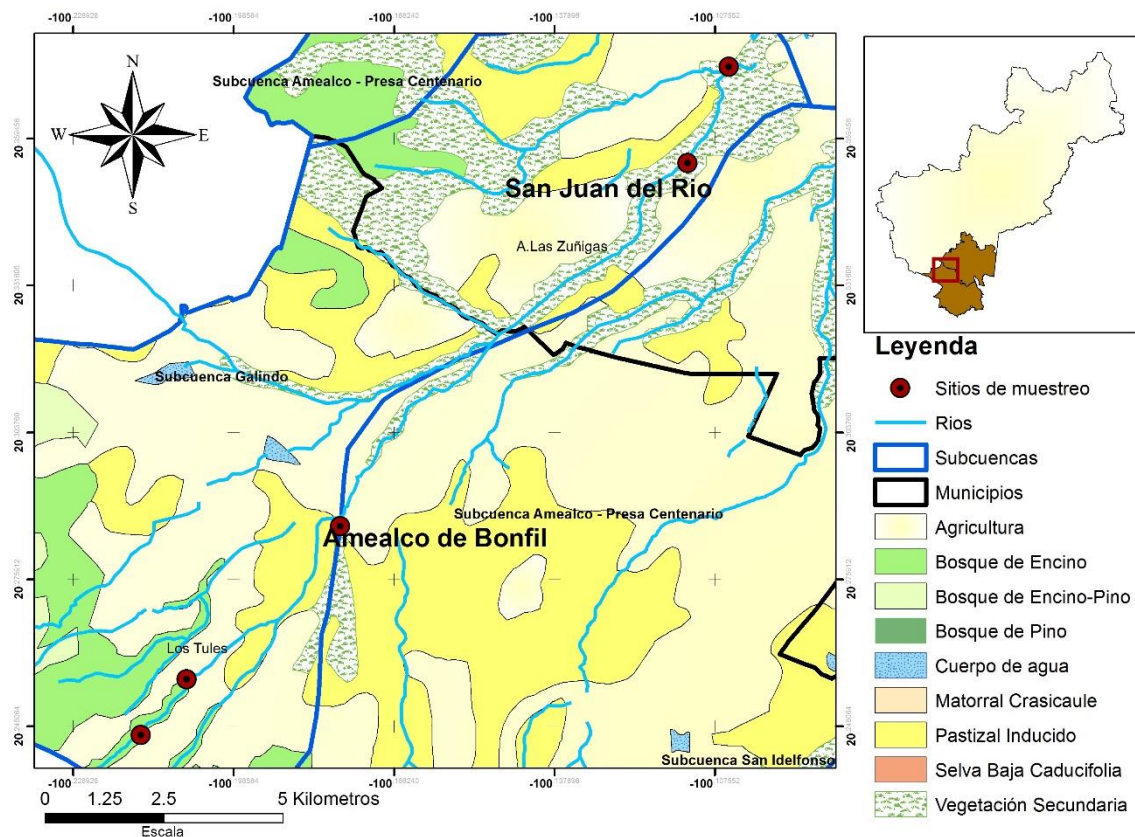


Figura 3. Mapa de ubicación de los cinco sitios de muestreo en la subcuenca de Galindo. Colecta realizada en los municipios de Amealco de Bonfil y San Juan del Río, Querétaro, México. Elaboración: Laritza Márquez.

La subcuenca de Galindo pertenece a la región hidrológica del Río Pánuco, ubicada en el área superficial de los municipios de San Juan del Río y Amealco de Bonfil, al sureste del estado de Querétaro. Se abastece de fuentes superficiales como el Río Juárez, Río Galindo, Río Aculco, Río San Juan y Arroyo Ajuchitlansito y de agua subterránea del Acuífero de San Juan (Vázquez, 2008).

El municipio de San Juan del Río está localizado al Sureste del Estado, entre los 20°12' y 20°34' de LN y los 99°49' y 100°12' de LO. Colinda al Norte con Pedro Escobedo y Tequisquiapan; al Sur con Amealco de Bonfil; al Oeste con Estado de México e Hidalgo y al Este con Pedro Escobedo y Amealco de Bonfil. Dentro de sus características de relieve se considera un 40% de superficie ocupada por zonas planas, 40% de su topografía tiene suaves lomeríos y el 20% restante es de montaña. Su vegetación principal es de tipo mezquital, pastizal y matorral. Los suelos dominantes en el municipio se caracterizan por presentar una capa superficial con estructura bien desarrollada, de color pardo grisáceo, rica en materia orgánica y nutrimentos (INEGI, 2016).

Amealco de Bonfil está localizado al Sur del Estado, entre los 20° 01' y 20° 22' de LN y los 99°55' y 100° 18' de LO. Limita al Norte con San Juan del Río y Huimilpan; al Sur con el Estado de México y Michoacán; al Este con San Juan del Río y el Estado de México y al Oeste con Huimilpan y Michoacán. Este es atravesado por una prolongación de la Sierra Queretana; el clima predominante es templado-húmedo. El municipio cuenta con vegetación principal de bosque donde predominan árboles de encinos, madroños, pinos, cedros, fresnos, capulines y tejocotes. En este municipio se localizan tres tipos de suelo que son oscuro rico en materia orgánica y nutrimentos, arcilloso con coloraciones rojas y amarillas y arenoso (INEGI, 2016).

En la tabla 1 y 2 se detalla la localización y características generales de los sitios.

Cuadro 1. Localización de los sitios de colecta.

Localidad	Cuerpo de agua	Coordenadas Geográficas		Altitud (m snm)	Estado	Municipio
		Norte	Oeste			
Los Tules 1	Manantial	20°14.788'	100°12.969'	2 555	Querétaro	Amealco
Los Tules 2	Arroyo	20°15.419'	100°12.446'	2 450	Querétaro	Amealco
A. Las Zuñigas 1	Río	20°17.160'	100°10.704'	2 267	Querétaro	Amealco
A.Las Zuñigas 2	Río	20° 21.290'	100°06.760'	2 015	Querétaro	San Juan del Río
A. Las Zuñigas 3	Río	20° 22.383'	100°06.288'	1 976	Querétaro	San Juan del Río

Cuadro 2. Descripción de los sitios de colecta. a) Los Tules 1, b) Los Tules 2, c) A. Las Zuñigas 1, d) A. Las Zuñigas 2, e) A. Las Zuñigas 3. Fotos: Laritza Márquez y Laura Rodríguez.

TIPO DE HÁBITAT	DESCRIPCIÓN
 <p data-bbox="379 618 533 640">a) Manantial</p>	<p data-bbox="815 297 1262 573">El manantial es un cuerpo de agua permanente, está localizado en un bosque de encino, con poco traspaso de luz. Se encuentra embebido entre rocas emergentes, donde el sustrato se compone por cúmulos de hojarasca, ramas y arena. Se pudo observar helechos y briofitas adheridas a las rocas. De este manantial se alimenta el arroyo “Los Tules 2”.</p>
 <p data-bbox="379 938 501 965">b) Arroyo</p>	<p data-bbox="815 645 1262 920">El arroyo es un cuerpo de agua con sustrato compuesto por limos, arena y rocas emergentes; se observa el nivel de agua somero con macroalgas que están mitad en el agua y mitad expuestas, también cuenta con algunas zonas de deslizamiento y zonas con profundidad de hasta 20 cm. Se observaron árboles, arbustos y herbáceas como formas de vida.</p>
 <p data-bbox="379 1263 469 1290">c) Río</p>	<p data-bbox="815 969 1262 1267">Este río se origina a partir de dos arroyos, entre ellos el arroyo “Los Tules 2” y se localiza sobre pie de carretera estatal 400 a la altura de la comunidad “El Batán”. El ancho del cauce es de 2.6 metros con profundidades de 20 a 30 cm. El sustrato es rocoso y arenoso. La vegetación circundante es pastizal y la vegetación presente en la zona está compuesta por árboles (encino), plantas acuáticas y herbáceas.</p>
 <p data-bbox="379 1588 469 1615">d) Río</p>	<p data-bbox="815 1294 1262 1514">Este sitio se localiza dentro de una cañada, a la altura de la localidad “Puerta de Alegrías, San Juan del Río”. El ancho del cauce alcanzo los 8 metros, con profundidades variables oscilando entre 7 y 35 cm. Se observó vegetación de ribera y sustrato arenoso con cantos rodados y rocas.</p>
 <p data-bbox="379 1924 469 1951">e) Río</p>	<p data-bbox="815 1619 1262 1861">Este sitio se encuentra en la comunidad “San Miguel Galindo, San Juan del Río”. El ancho del cauce es de 4 metros en época de lluvias, con profundidades desde 7 hasta los 30 cm. Se observó vegetación secundaria y bosque ripario como principales tipos de vegetación. El sustrato compuesto de arena y rocas, así como zonas de deslizamiento y pozas.</p>

Materiales y Métodos

- **Trabajo en campo**

- a. Selección de los sitios de colecta.

Se seleccionaron cinco sitios de colecta, los cuales representan un gradiente altitudinal que va desde el nacimiento (2,555 m snm) hasta su desembocadura (1,976 m snm). Así mismo, la selección de los sitios se realizó a partir de los posibles impactos antrópicos que en ellos se producen. Los sitios fueron georeferenciados con un GPS marca Garmin eTrex 10. (Figura 3).

- b. Recolección de muestras.

Se realizó una colecta finalizando el periodo de post-lluvias en octubre de 2016. En cada sitio se seleccionó un transecto de 10 metros de largo, procurando que estuvieran representados todos los micro-ambientes del río siguiendo los criterios de Cambra *et al.* (2005), excepto en el nacimiento, debido a que las características geomorfológicas no lo permitieron. Dentro del segmento seleccionado, se tomaron muestras de agua por duplicado en botes de plástico opacos de 500 ml, se guardaron en hielo para su traslado y posterior análisis de nutrientes de acuerdo al método del espectrofotómetro marca HANNA modelo HI83099. Así mismo se registraron cada dos metros *in situ* los siguientes parámetros físico-químicos: la conductividad específica a 25 °C (K_{25}), pH, los sólidos disueltos totales (SDT) y Temperatura con un multiparamétrico marca Hanna HI9812-5; el oxígeno disuelto (%) y su temperatura con un oxímetro marca Hanna HI9146 y la velocidad de corriente (ms) se midió con un flujómetro marca Flowatch Swiss Made.

La cobertura porcentual de las macroalgas se registró cada dos metros, con una unidad de 20 cm de diámetro dividida en 8 partes, siguiendo los criterios de Necchi *et al.* (1995), para estimar la influencia de las variables a nivel microambiental en el porcentaje de cobertura de las poblaciones (Carmona *et al.*, 2016). Se colectó una muestra en el primer punto (S1) y cinco muestras de macroalgas en el resto de los sitios, dando un total de 21 muestras, la colecta se realizó con una espátula de plástico cuidando de tomar los crecimientos algales desde la base para no perder estructuras que pudieran tener importancia para la identificación taxonómica. Se identificaron microscópicamente las microalgas asociadas a las macroalgas.

- **Trabajo de laboratorio**

- a. Nutrientes

Para el análisis de nutrientes se filtró 100 ml de agua de los sitios de colecta mediante el uso de un matraz Büchner, una bomba de vacío y filtros de nitrocelulosa marca Whatman de 47 mm de diámetro, con apertura de 0.22 micrones. En las muestras turbias se agregó un sobre de carbón activado como se indica en el manual del equipo HANNA modelo HI83099. Para el análisis de

nitritos (NO₃-N), fósforo (P), dureza de calcio (CaCO₃) y sílice (Si) se realizaron por duplicado utilizando los reactivos y procedimientos del manual antes citado.

b. Identificación taxonómica

La identificación de macroalgas y microalgas se realizó observando en un microscopio óptico (ZEISS Axio Lab.A1/AxioCam-ERc5s) rasgos morfológicos y estructuras de reproducción. Para identificar algunas macroalgas fue necesario realizar cortes longitudinales y transversales con ayuda de una navaja en un microscopio estereoscópico marca ZEISS modelo 2000-C con cámara digital integrada (ZEISS AxioCam-ERc5s). El material identificado se incorporó al registro fotográfico en la fototeca del laboratorio de Ecología Acuática y algas, UMDI-Facultad de Ciencias, UNAM Juriquilla.

Para la identificación taxonómica se utilizó bibliografía especializada de Europa, México, Estados Unidos y Brasil, tales como: Ainslie, 2016; Bellinger y Sigeo, 2015; Bojorge y Cantoral, 2007; Carmona *et al.*, 2011; Carmona, 2007; Coesel, 2013. Coesel y Meesters, 2007; Figueroa *et al.*, 2008; Jiménez *et al.*, 2014; Kucera y Marvan, 2004; López *et al.* 2009; Rodríguez, 2014; Sant'Anna, 2012; Whitton *et al.*, 2011; Rico, 2015.

• Análisis de datos estadísticos

Riqueza

La riqueza específica se calculó a partir de la sumatoria de las especies de cada sitio y para valorar la variación espacial de las algas por sitio, se realizó un histograma.

Diversidad Alfa

Para cada sitio de colecta la diversidad alfa se calculó con el índice de riqueza de Chao 2 (100 aleatorizaciones) con el programa estadístico "Estimates 910. Dicho índice utiliza datos de presencia ausencia y estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras) (Álvarez *et al.*, 2004).

Fórmula:

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

L=número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas).

M=número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

Los resultados se graficaron en el programa Excel, para realizar la gráfica de los datos se aplicó el log base 10 para disminuir la variación entre los sitios. El número de muestras se coloca en el eje de las abscisas (x), y el número de

especies en la variable dependiente u ordenadas (y), así para poder hacer la comparación entre los esperados (Sest) y los observados (Sobs). Este tipo de gráfico se utiliza para comparar el número de especies cuando las muestras difieren en tamaño (Gotelli y Colwell, 2011).

Diversidad Beta

El recambio de especies entre sitios se evaluó con el índice de similitud de Jaccard (coeficiente de similitud I_j), con datos de presencia-ausencia donde el intervalo va de cero (0) cuando no hay especies compartidas entre sitios, hasta uno (1) donde si comparten especies. Se realizó en el programa estadístico PC-ORD 6.08.

Este índice da peso a todas las especies, por lo que las especies raras no son subvaloradas (Moreno, 2001).

Fórmula:

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a= número de especies en el sitio A

b= número de especies en el sitio B

c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.

Relación entre parámetros fisicoquímicos del agua y presencia de las algas.

Para analizar si existe una relación entre la presencia de las algas con las variables fisicoquímicas del agua de los diferentes sitios de colecta, se ejecutó en el programa Past 3.17 el estadístico coeficiente de correlación de Spearman para cada división de las algas. Éste análisis permite determinar el grado de relación de una variable con respecto a otra y oscila entre -1 y + 1, siendo estos valores los que indican la relación máxima, ya sea negativa o positiva (Martínez *et. al.*, 2009).

Fórmula

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

rs=Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = Diferencia entre los rangos (X menos Y)

n = Número de datos

Resultados

Descripción ambiental de los sitios

Los sitios colectados se caracterizaron por tener temperaturas templadas de 16°C a 18 °C. Se registraron niveles de conductividad menores a 250 $\mu\text{s/cm}$, siendo el S2 el sitio de menor conductividad (48 $\mu\text{s/cm}$), y el sitio S4 (126 $\mu\text{s/cm}$) el de mayor. En promedio se registraron velocidades de corriente bajas (0.4 m/s), excepto en el manantial donde se registraron velocidades de 0.0 m/s. En cuanto a pH, los sitios 1,2 y 5 se caracterizaron por ser ambientes ácidos (6.0), el resto tuvo un pH neutro (7.0). En general los sistemas de agua tienen buena oxigenación, siendo el mayor el S4 (99.4 %) y el menor el S1 (80.9%). Se midieron bajas concentraciones de fósforo y nitratos menores a 10 mg/L, donde el valor más alto, se registró para el manantial con 4.75 mg/l de fósforo (P) y 0.25 mg/l de nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$) (tabla 3).

Cuadro 3. Parámetros fisicoquímicos de los sitios de colecta en la subcuenca de Galindo, Querétaro, México. Los datos fueron tomados de una n=5.

Sitios	T [°C]	pH	K25 [$\mu\text{s cm}^{-1}$]	O [%]	SDT [ppm]	VC [m/s]	P [mg/L]	$\text{NO}_3\text{-N}$ [mg/L]	CaCO_3 [mg/L]
1 Los Tules 1	16-16 16 \pm 0.0	5.6-5.6 5.6 \pm 0.0	70 -70 70 \pm 0.0	80.9 -80.9 80.9 \pm 0.0	30 -30 30 \pm 0.0	0.0 -0.0 0.0 \pm 0.0	0.25 -0.25 0.25 \pm 0.0	4.75 -4.75 4.75 \pm 0.0	0.38 -0.38 0.38 \pm 0.0
2 Los Tules 2	17-17 17 \pm 0	6.7-6.7 6.7 \pm 0	40-50 48 \pm 4.4	97.5 -98.8 98.48 \pm 0.8	20 -20 20 \pm 0	0.0 -1.1 0.4 \pm 0.4	0.0 -0.0 0.0 \pm 0.0	2.5 -2.5 2.5 \pm 0.0	0.26 -0.26 0.26 \pm 0.0
3 Las Zuñigas 1	18-18 18 \pm 0	7.0-7.0 7.0 \pm 0	90-90 90 \pm 0	97.08-102 99.436 \pm 1.9	40 -40 40 \pm 0	0.0-1.4 0.42 \pm 0.5	0.0 -0.0 0.0 \pm 0.0	3.7 -3.7 3.7 \pm 0.0	0.3 -0.3 0.3 \pm 0.0
4 Las Zuñigas 2	17-17 17 \pm 0	7.0 -7.2 7.06 \pm 0.08	110 -130 126 \pm 8.9	98.1 -100 98.74 \pm 0.8	-50 +60 58 \pm 4.4	0.0 -0.6 0.36 \pm 0.2	0.1 -0.1 0.1 \pm 0.0	2.25 -2.25 2.25 \pm 0.0	0.73 -0.73 0.73 \pm 0.0
5 Las Zuñigas 3	16-16 16 \pm 0	6.4-6.9 6.6 \pm 0.1	120-130 122 \pm 4.4	95.8-01.3 99.32 \pm 2.07	60 -60 60 \pm 0	0.0-0.8 0.34 \pm 0.3	0.1 -0.1 0.1 \pm 0.0	2.45 -2.45 2.45 \pm 0.0	0.99 -0.99 0.99 \pm 0.0

T=temperatura, pH= iones de hidrogeno, K25= conductividad específica a 25 °C, O = porcentaje de saturación de oxígeno, SDT= sólidos disueltos totales, VC= Velocidad de corriente, P= fósforo, $\text{NO}_3\text{-N}$ = nitratos, CaCO_3 = carbonato de calcio.

Riqueza y diversidad.

Se identificaron un total de 105 especies de algas, de las cuales siete fueron macroalgas y el resto microalgas, estas pertenecen a cuatro divisiones taxonómicas que son: Chlorophyta (62), Heterokontophyta (27), Cyanophyta (15), y Rhodophyta (01) (apéndice 1).

La división Chlorophyta estuvo representada por 62 especies, de estas el 61.2 % fueron particulares de un sólo sitio, un 17.7 % se registró en dos sitios y sólo el 16.1 % se registró en tres sitios. Las especies presentes dentro de este último grupo fueron: *Closterium moniliferum*; *Closterium parvulum*, *Closterium pseudolunula*, *Coleastrum microporum*, *Cosmarium subcostatum*, *Cosmarium punctulatum* var. *subpunctulatum*, *Desmodesmus ecornis*, *Pediastrum tetras*, *Selenastrum gracile* y *Treubaria crassipina* (apéndice 1).

La segunda división con mayor número de especies fue la Heterokontophyta con un total de 27 especies, de las cuales el 33.3 % se presentó en un sólo sitio, el 37% en dos sitios, el 22.2 % en tres sitios y el 7.4% en cuatro sitios. En S1 *Eunotia formica* fue la única especie registrada y registró una correlación positiva con la concentración de fósforo (P) y NO₃, así como una correlación negativa con temperatura, pH, oxígeno disuelto y la velocidad de corriente. Los presentes en todos los sitios fueron *Fragilaria* sp. y *Cocconeis* sp. (apéndice 1).

Dentro del grupo de Cyanophyta, se identificó para un sólo sitio el 66.6 %, el 13.3 % en dos y el 20 % en tres sitios, donde el último porcentaje corresponde a sólo tres especies, las cuales fueron: *Coleodesmium wrangelli*, *Komvophoron constrictum* y *Phormidium autumnale* (apéndice 1).

Finalmente *Paralemanea catenata* fue la única especie registrada de la división Rhodophyta, siendo el primer registró para México. Cabe mencionar que sólo se registró en S5 (apéndice 1), y que el 100 % de cobertura dentro del transecto se registró en las zonas de rápidos y con menor iluminación.

Los sitios con mayor diversidad Alfa fueron 3, 4 y 5, y los de menor diversidad los sitios 2 y 1, siendo este último el menos diverso (Fig.4 y Fig. 5). La diferencia entre los valores observados (Sobs) y los esperados (Sest) indica que no todo el acervo de especies estuvo representado (Fig. 4).

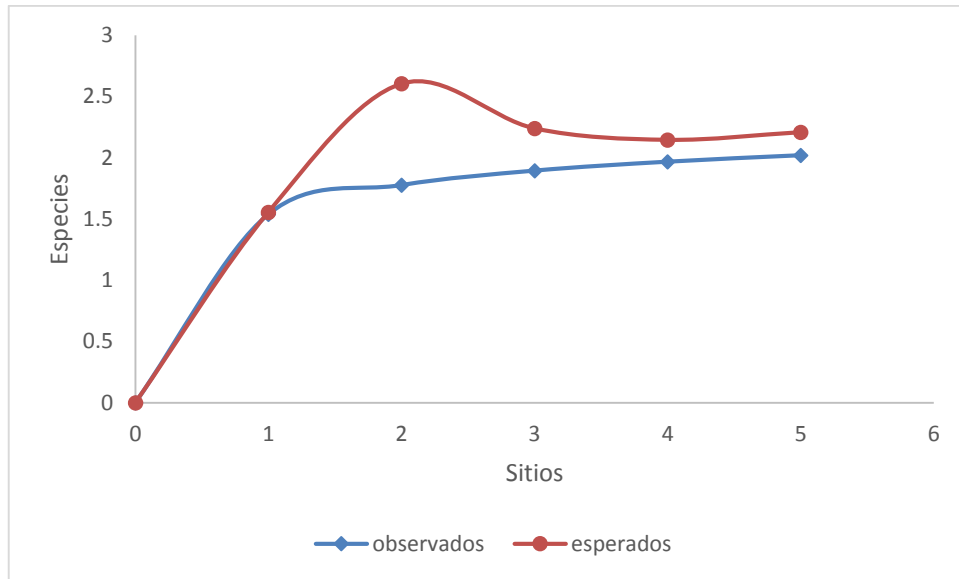


Figura 4. Gráfico con log base 10, obtenido a partir de datos de riqueza (Chao₂). 1=Los Tules 1, 2= Los Tules 2, 3= A. Las Zuñigas 1, 4= A. Las Zuñigas 2, 5= A. Las Zuñigas 3.

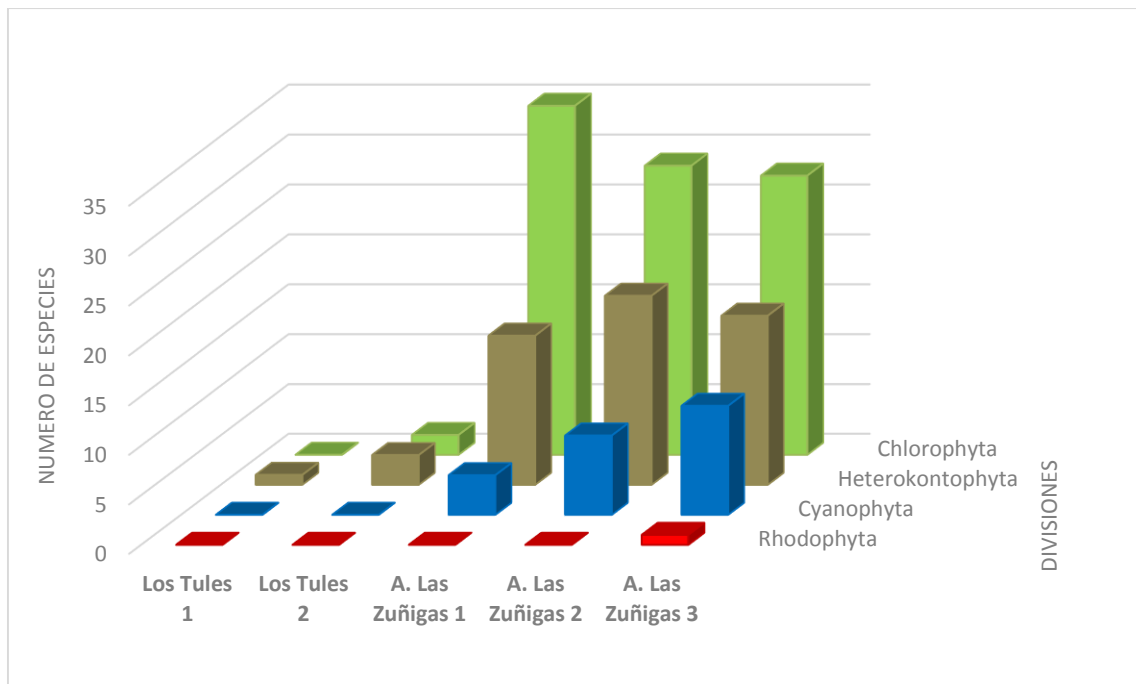


Figura 5. Sitios de colecta y su riqueza algal.

-Coeficiente de similitud de Jaccard

El índice de Jaccard define dos grandes grupos con una similitud del 0%. El primer grupo estuvo formado por el S1 (G1) y el segundo grupo por S2, S3, S4 y S5 (G2). Así mismo G2 está conformado por tres grupos, dentro de estos S3 y S4 forman el grupo (G2a) con mayor similitud (100%), seguido por S5 que tiene un 80% de similitud con G2a formando un segundo grupo (G2b) y el S2 formando un tercer grupo (G2c) con el 40 % de similitud con el G2a y G2b.

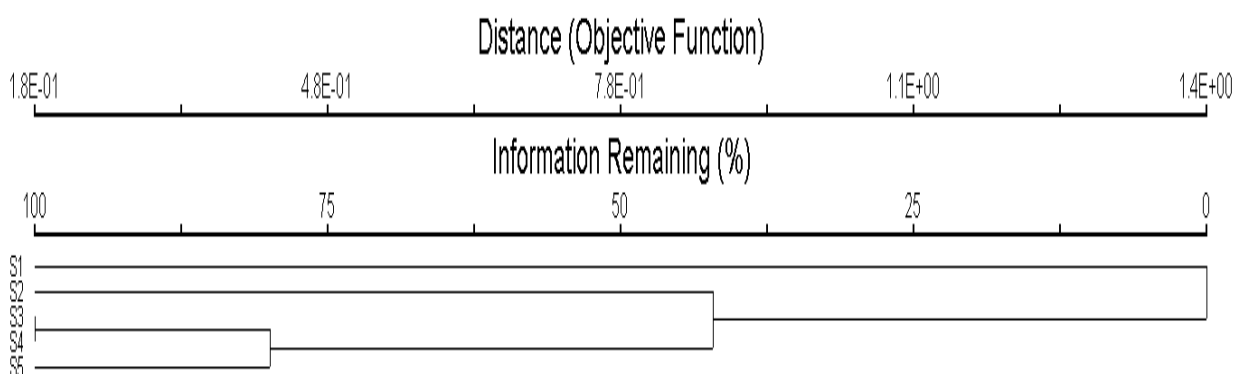


Figura 6. Dendrograma de similitudes de las comunidades algales entre sitios. S1= Los Tules 1, S2=Los Tules 2, S3= A.Las Zuñigas 1, S4= A.Las Zuñigas 2, S5= A.Las Zuñigas 4.

Relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y la presencia de las algas

-Coeficiente de correlación de Spearman

El análisis de correlación de Spearman (CS) mostró en general que las variables que influyen en la riqueza fueron: la temperatura (0.60), la velocidad de corriente (0.80), la concentración de fósforo (-0.95) y la concentración de carbonatos de calcio (-0.60) (Fig. 7). Sin embargo, el valor de correlación de las variables fisicoquímicas y su relación (positiva o negativa) con la respuesta específica de cada taxón presente en la comunidad algal registró una respuesta diferencial al interior de cada división y entre divisiones. Las variables más importantes para la mayoría de las especies de Chlorophyta fueron: la conductividad (0.86), el pH, (0.86), el oxígeno disuelto (0.86) y los sólidos disueltos totales (0.86) con una relación positiva y el nitrógeno (-0.86), el fósforo (-0.91) y el calcio (-0.86) con correlación negativa (Fig. 8).

Prasiola mexicana, según nos muestra la figura 8, a menores niveles de sólidos disueltos, a una menor conductividad, y a menores concentraciones de nutrientes, mayor cobertura.

En promedio las especies de la división Heterokontophyta tuvieron correlaciones fuertes con la conductividad (0.86), el pH (0.86), el oxígeno disuelto (0.86), los sólidos disueltos (0.86) y los carbonatos de calcio (0.86) de forma positiva, y de manera negativa con el nitrógeno (-0.86) (Fig. 9).

Mientras tanto que las especies de la división Cyanophyta registraron las correlaciones mayores con la conductividad (0.86), el oxígeno disuelto (0.86), los sólidos disueltos (0.86) y los carbonatos de calcio(0.86) de manera positiva y negativa con los nitratos(-0.86) (Fig. 10).

Paralemanea catenata, la única especie registrada de la división Rhodophyta, presentó una correlación fuerte positiva con los sólidos disueltos totales (0.70) y con los carbonatos de calcio (0.70) y una correlación negativa con la temperatura (0.60) (Fig. 11).

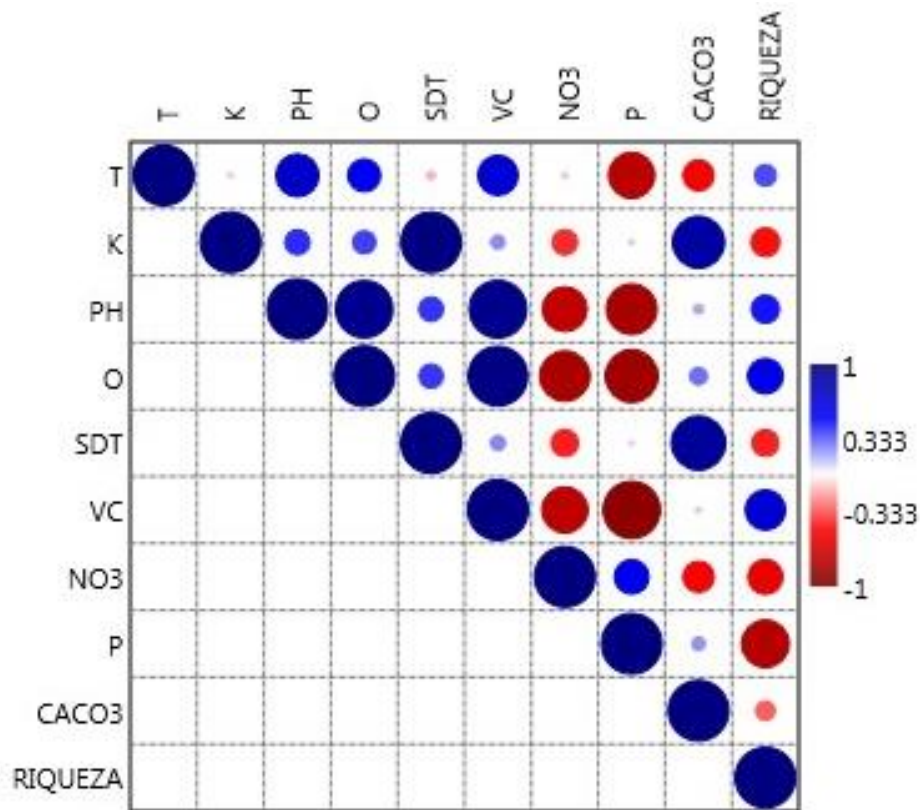


Figura 7. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y la riqueza total de especies. Las correlaciones positivas se muestran en azul y las negativas en color rojo. La intensidad del color y el tamaño del círculo son proporcionales a los coeficientes de correlación. Los acrónimos de los parámetros fisicoquímicos se encuentran en el anexo 3.

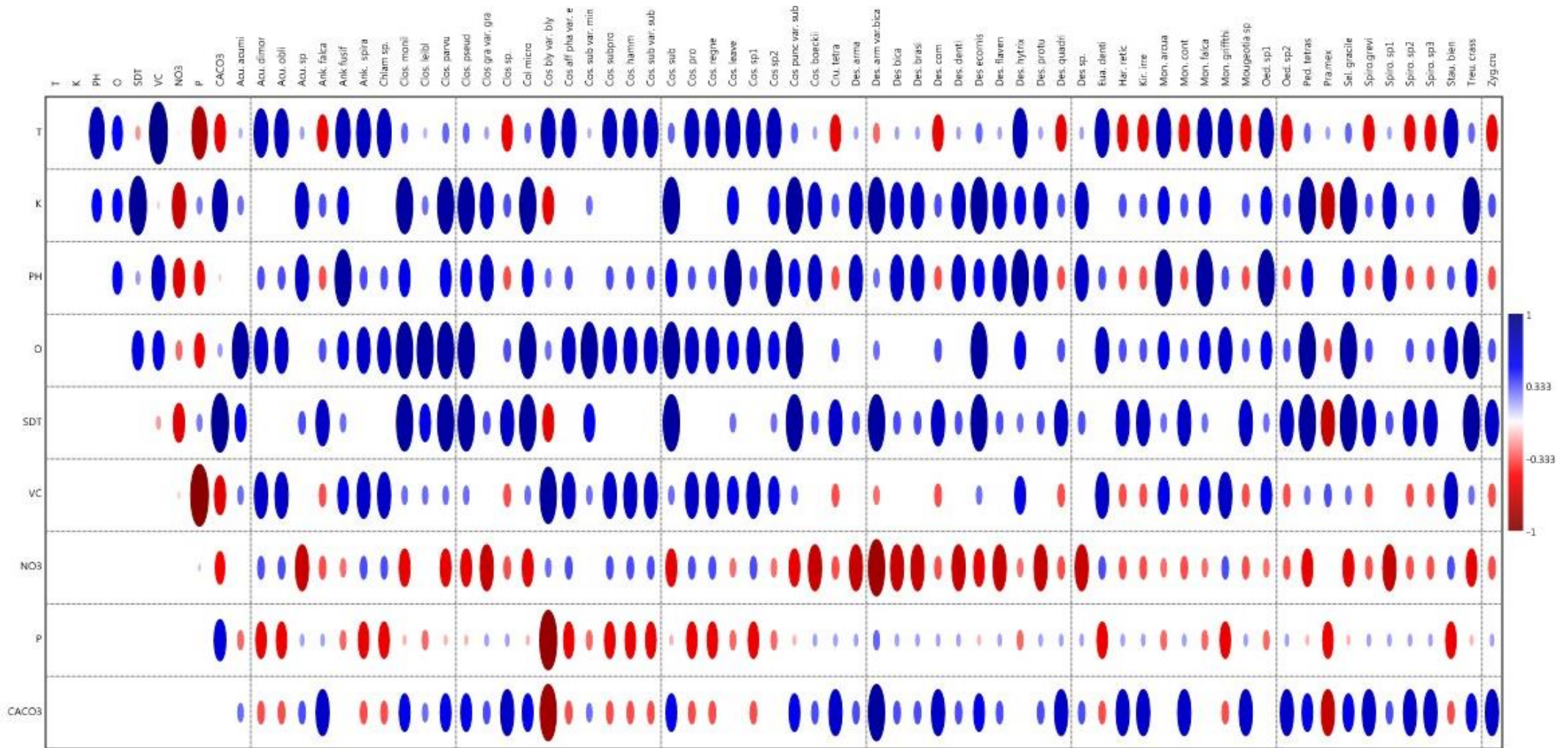


Figura 8. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las algas verdes (Chlorophyta). Las correlaciones positivas se muestran en azul y las negativas en color rojo. La intensidad del color y el tamaño del círculo son proporcionales a los coeficientes de correlación. Los acrónimos de las especies y de los parámetros fisicoquímicos se encuentran en el anexo 3.

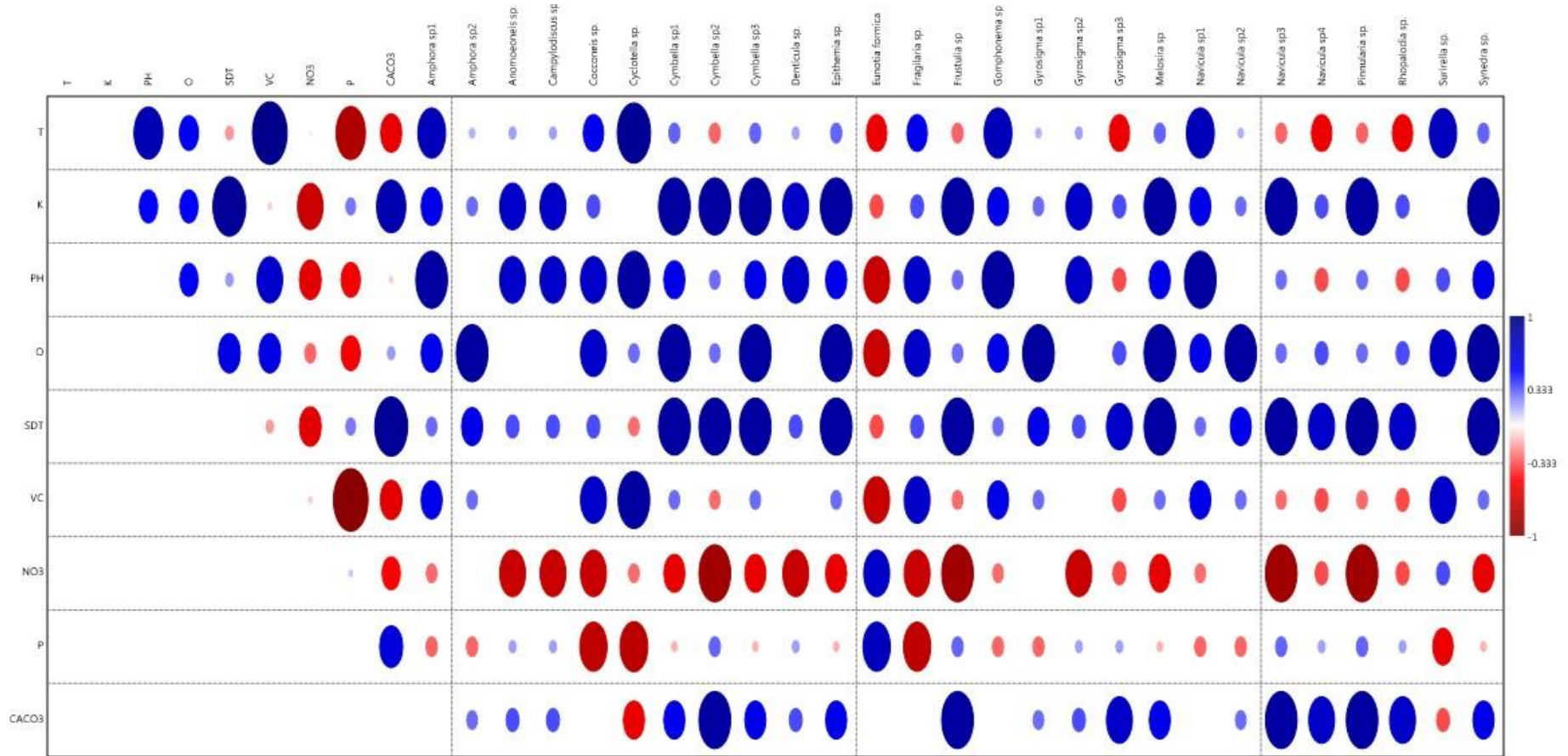


Figura 9. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las diatomeas (Heterokontophyta). Las correlaciones positivas se muestran en azul y las negativas en color rojo. La intensidad del color y el tamaño del círculo son proporcionales a los coeficientes de correlación. Los acrónimos de los parámetros fisicoquímicos se encuentran en el anexo 3.

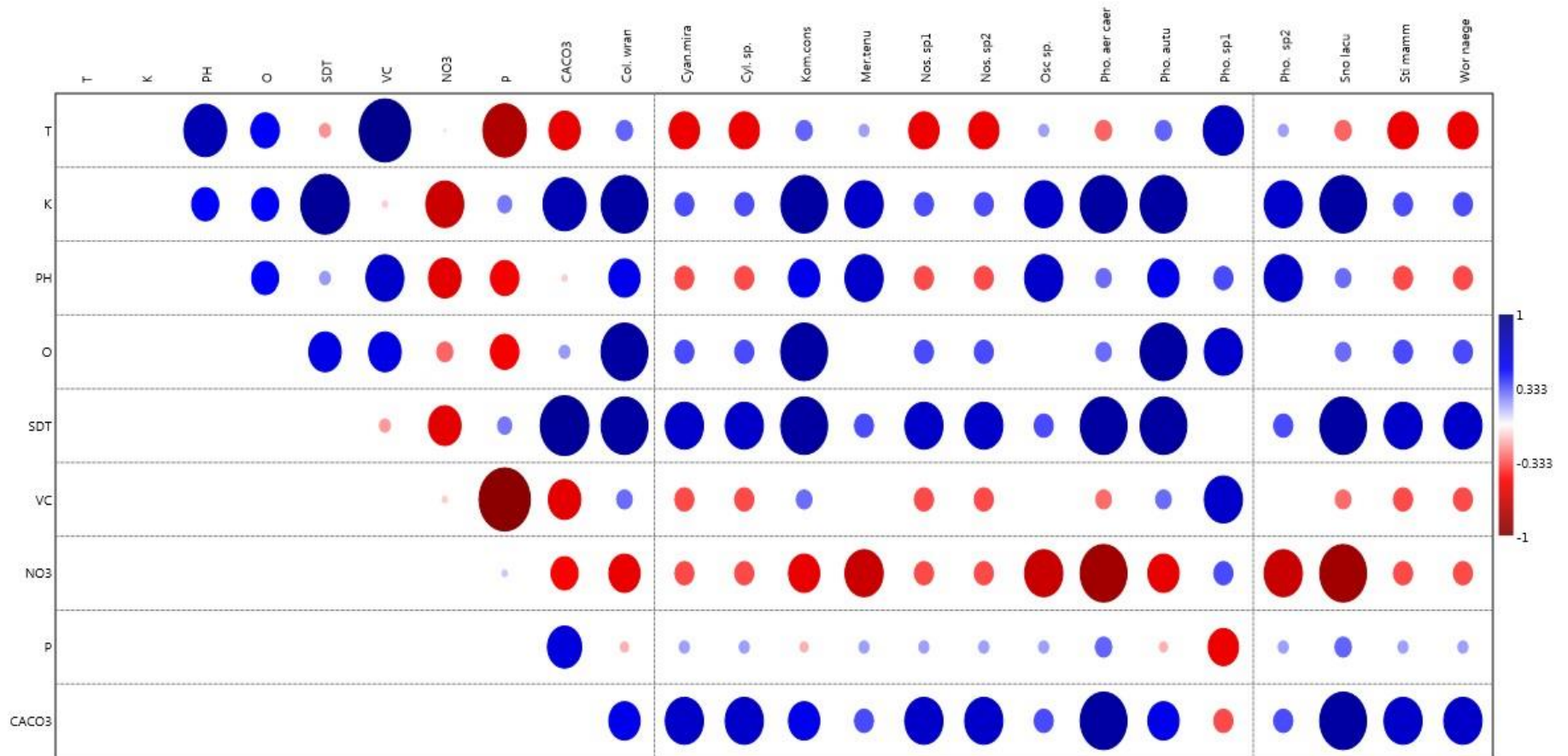


Figura 10. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las algas verdeazuladas (Cyanophyta). Las correlaciones positivas se muestran en azul y las negativas en color rojo. La intensidad del color y el tamaño del círculo son proporcionales a los coeficientes de correlación. Los acrónimos de las especies y de los parámetros fisicoquímicos se encuentran en el anexo 3.

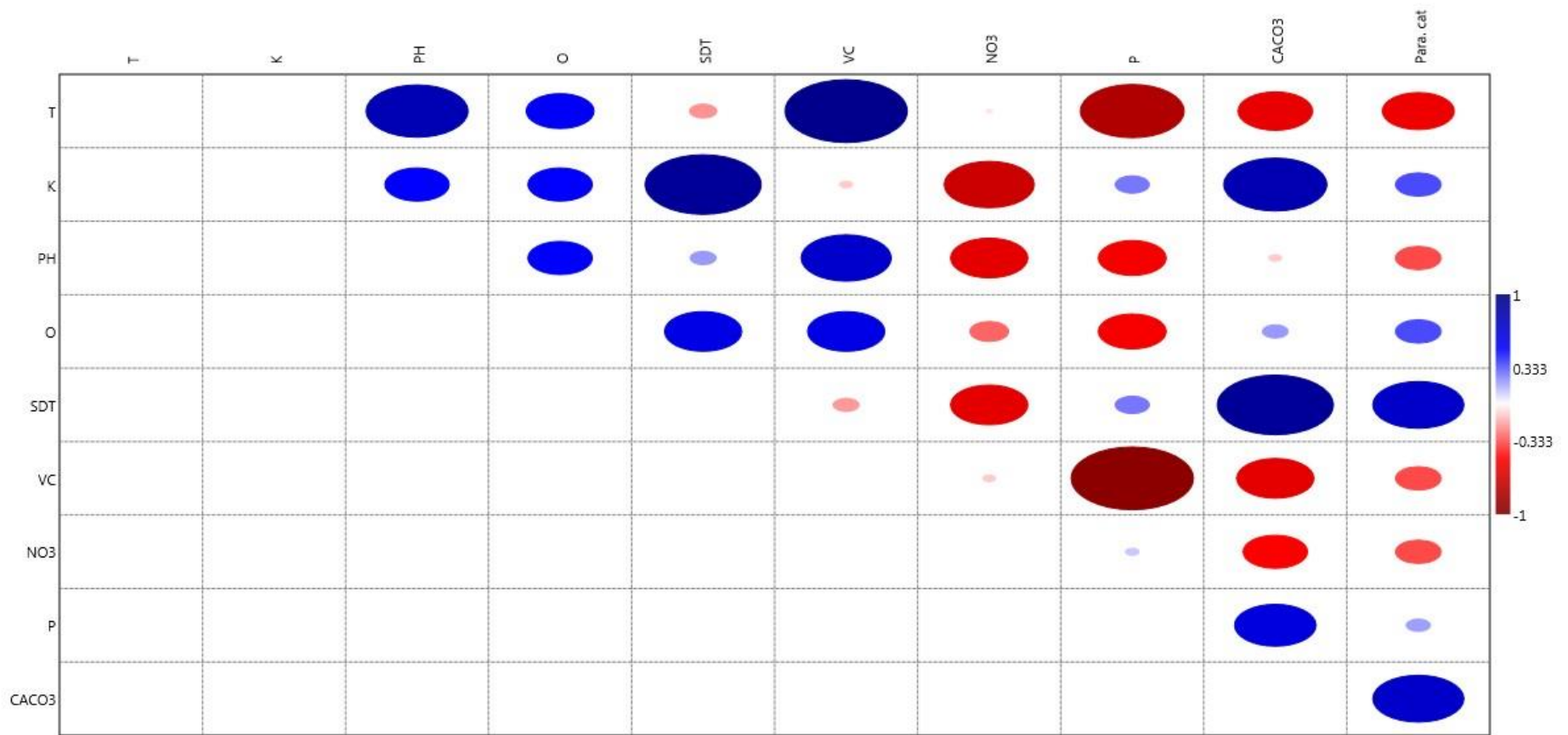


Figura 11. Visualización gráfica (corrplot) de una matriz de correlación de Spearman entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las especies clasificadas en el grupo de las algas rojas (Rhodophyta). Las correlaciones positivas se muestran en azul y las negativas en color rojo. La intensidad del color y el tamaño del círculo son proporcionales a los coeficientes de correlación. Los acrónimos de las especies y de los parámetros fisicoquímicos se encuentran en el anexo 3.

Discusión

Descripción ambiental de los sitios

De acuerdo con Allan (1995) y Dudgeon (2008) las características físicas de los ambientes lóticos estudiados permiten catalogarlos como ríos de montaña. La poca variación fisicoquímica registrada en estos sitios puede atribuirse a que estos tienen un comportamiento similar a los ríos de montaña de regiones templadas, en los que se ha reportado que los ríos pertenecientes a una cuenca son fisicoquímicamente estables (Stanford y Ward, 1993; Allan, 1995).

En cuanto a la calidad del agua, los sitios estudiados según Fernández et al., (2010) son clasificados como ambientes con agua de buena calidad por su baja conductividad ($<250 \mu\text{s/cm}$). De acuerdo Sigler y Bauder (2005) los sitios estudiados podrían ser utilizados como agua para consumo humano ya que todos registraron valores menores a 500 ppm de SDT. La diferencia entre la conductividad, nutrientes y SDT entre los sitios se debió a que entre ellos existe una diferencia ente los volúmenes de agua, ya que se ha reportado que las concentraciones de iones están relacionadas directamente con el aumento o disminución del caudal (Guiller y Malmqvist, 1998; Richter, 2008). En particular Roldan y Ramírez (2008) mencionan que esta característica es importante para ríos de regiones tropicales, donde la estacionalidad está determinada principalmente por la precipitación a diferencia de regiones templadas donde es la temperatura. Así mismo, el orden del río puede influir en la concentración de iones disueltos y particulados, ya que conforme incrementa el orden del río no sólo puede incrementar el volumen si no también, el acarreo de partículas (McIntire, 1937; Elosegui y Sabater, 2009), lo cual también explica los valores altos de conductividad y SDT entre los ríos, el manantial y el arroyo.

La estabilidad de la temperatura en el manantial con respecto a la variación del resto de los sitios pudo deberse a que los manantiales se consideran cuerpos aislados, lo que permite que mantengan una temperatura constante, la cual está determinada por la temperatura anual promedio del área de drenaje, a diferencia de los ríos y arroyos, donde la temperatura varía debido a que se ve influenciada por varios factores como son la cobertura vegetal, el gradiente altitudinal, el volumen de agua, la estacionalidad y la intensidad lumínica a la que se encuentren expuestos (Lamper y Sommer, 1997; Pedraza y Donato, 2011).

La diferencia de pH entre el manantial y el resto de los sitios es el resultado de la acumulación de CO_2 en el agua (Rodríguez *et al.* 2013) como resultado de la baja incidencia de luz, lo cual afecta la actividad fotosintética de los organismos presentes lo que disminuye la captura de este gas aunado a una alta tasa de descomposición de la materia orgánica (Findlay, 2006; Gómez *et al.*, 2014).

Todos los sitios presentaron buena oxigenación (Gómez *et al.*, 2014). La diferencia de oxígeno entre sitios, pudo deberse a la distinta cantidad de biomasa de productores primarios registrada entre los sitios, ya que uno de los principales

aportes de oxígeno en sistemas acuáticos son los productores primarios (Margalef, 1983; Giller y Malmqvist, 1998; Roldán y Ramírez, 2008;). El que el manantial registrara una buena oxigenación aun cuando presenta una menor riqueza y biomasa con respecto al resto de los sitios, puede deberse a la alta cobertura de *Eunotia formica* que se registró.

Los valores de nitrógeno registrados en el manantial, difieren a lo reportado a otros trabajos, los cuales clasifican a los manantiales como sistemas bajos en nutrientes por ser sistemas incomunicados (Lampert y Sommer, 1997; Guiller y Malmqvist, 1998). Esto puede deberse a que el sitio tuvo altos contenidos de hojarasca ya que se encuentra dentro de un bosque de encino con dosel arbóreo denso. Así mismo la poca actividad biológica, debido a la temperatura (16 C°), favorece el incremento de nitrógeno mediante el retardo de procesos biológicos como la desnitrificación, aumentando los niveles de nitritos en el agua (Gómez *et al.*, 2014).

Finalmente, según la NOM-001-ECOL-1996 los sitios estudiados pueden ser clasificados como ambientes oligotróficos, por su baja concentración de SDT (<60mg/L) y baja concentración de fósforo (<10mg/L).

Riqueza, diversidad y su relación con los parámetros fisicoquímicos

La riqueza y diversidad de los sitios de estudio estuvo influenciada por las variables ambientales evaluadas (Fig. 7, 8, 9, 10 y 11), las cuales han sido previamente reportadas como determinantes para el establecimiento de la comunidad algal (Lampert y Sommer, 1997; Roldan y Ramírez, 2008; Pardo *et al.*, 2010; Bojorge y Cantoral, 2016). Dentro de éstas, la velocidad de corriente, la temperatura y la luz fueron los factores de mayor importancia en este estudio lo que coincide con lo reportado para otros trabajos donde se menciona que estos factores son de gran importancia en los ecosistemas acuáticos, ya que afecta la tasa fotosintética e influye en la solubilidad del oxígeno disuelto, la disponibilidad de nutrientes y la tasa de descomposición de la materia orgánica influyendo de esa manera sobre la diversidad (Gómez *et al.*, 2014; López, *et al.*, 2016).

La distribución de los porcentajes de las divisiones algales en este trabajo coincide con lo reportado para los ríos templados, ríos tropicales y los ríos de montaña de México, los cuales indican que la división más frecuente y abundante es la Chlorophyta y la menos frecuente y abundante la división Rhodophyta (Sheath y Cole, 1992; Bojorge *et al.*, 2010; García *et al.*, 2010; Rodríguez, 2014; Tonetto *et al.*, 2015).

La riqueza promedio de macroalgas registrada (\bar{x} = 1.4) fue menor a la reportada para regiones templadas, ríos tropicales y ríos de montaña de la región central de México (\bar{x} = 3.8 Sheath *et al.*, 1986; \bar{x} = 4.9 Sheath *et al.*, 1989; \bar{x} = 2.7-3.6 Sheath y Cole, 1992; \bar{x} = 5 Ramírez *et al.*, 2001; \bar{x} = 3 Bojorge, 2002; \bar{x} = 4 Ramírez y Cantoral, 2003; \bar{x} = 3 Bojorge *et al.*, 2010; \bar{x} = 3 Rodríguez, 2014; \bar{x} = 4.0 -2.2 Tonetto, *et al.*, 2015), esto puede deberse al esfuerzo de muestreo, donde se colectaron pocos sitios dentro de la cuenca y sólo se realizó una colecta en épocas de post lluvias, lo cual no permite tener representado el acervo

de especies disponible en la cuenca (Fig. 5), ya que varios autores mencionan que hay especies que sólo se expresan en una estación y que las abundancias de la comunidad algal también varían como respuesta a los cambios ambientales (Branco et al., 2014; Rodríguez, 2014; Márquez, 2019). Así mismo, la distribución espacial discontinua de las macroalgas dentro de los ambientes lóticos como respuesta a la disponibilidad de sustrato y luz (Burklolder, 1996; Poulícková et al., 2004; Necchi, 2004; Cartagena y Carmona, 2009; Bojorge, 2013; Tonetto, et al., 2015) puede influir en los muestreos espaciales pequeños, ya que a menor área de colecta disminuye la posibilidad de colectar todas las especies presentes.

La baja riqueza y diversidad en S1 coincide con lo reportado para estos ambientes (Lampert y Sommer, 1997; Guiller y Malmqvist, 1998). La ausencia de macroalgas puede deberse a la baja iluminación, la ausencia de sustrato rocoso y la homogeneidad ambiental del sitio, lo que disminuye el número de microambientes disponibles para ser colonizados (Rodríguez y Carmona, 2018), mientras que la dominancia de *Eunotia formica* puede deberse a que este género es el más abundante y diverso de la familia Eunotiaceae. Así mismo, se ha reportado que *E. formica* crece en aguas con pH ácido, alta conductividad y con baja velocidad de corriente (Ortiz y Cambra, 2007) condiciones registradas para S1. Además este sitio fue el que registro los valores mayores de P y NO₃ (Fig. 9), lo cual también favorece su dominancia, ya que Costa (2015) reporta que la abundancia de esta especie se ve favorecida con el incremento de nutrientes.

El que *Prasiola mexicana* sólo se registrara en S2 y fuera la única macroalga en este sitio, pudo estar relacionado a que S2 registró los valores menores de P, SDT y conductividad así como un pH ligeramente ácido (Tabla 3), así mismo esta especie registro correlaciones negativas con la conductividad, SDT, P y Ca (Fig. 8), lo cual coincide con lo reportado en la literatura donde se menciona que *P. mexicana* tiene preferencia por temperaturas menores a 18°C y condiciones oligotróficas aún cuando puede crecer en condiciones mesotróficas (Ramírez, 2006; Bojorge y Cantoral, 2007; Bojorge et al., 2010; Rodríguez, 2014). Así mismo el que los géneros *Closterium*, *Cosmarium* y *Euastrum* estuvieran representados por un buen número de especies, con correlación negativa con la concentración de fósforo (Fig.8), y que en particular *Cosmarium* registrara el mayor número de especies dentro de este grupo, indica que S2 es un sitio con buena calidad ecológica y con poca variabilidad ambiental, ya que la desmidias son un grupo que se reporta como sensible a los cambios ambientales y poco tolerante a la contaminación antrópica (Duque y Núñez, 2000) y en particular *Cosmarium* es citado con preferencias ambientes de aguas limpias (Carvalho et al., 2015).

La presencia de *Chlamydomonas* sp., en el S3 y la relación positiva registrada con la concentración de P y N (Fig.8), explica su presencia ya que Bellinger y Sigee., (2015) describen al género como un grupo tolerante a altas concentraciones de nutrientes y S3 fue el río con mayor concentración de nitrógeno (Tabla 3). Esto pudo deberse a que el S3 se encontraba cerca de carreteras y zonas de pastoreo, lo cual favorece un mayor ingreso de material alóctono al sistema acuático.

La división Heterocontophyta estuvo representada en todos los sitios, la distribución cosmopolita de esta división está bien documentada por diversas investigaciones, donde se menciona que dentro de este grupo hay géneros tolerantes a contaminación y otros que prefieren condiciones de aguas limpias bajas en fósforo y pH circumneutral a básico (DeNicola, 2000; Brassac y Ludwig, 2003; Potapova y Charles, 2003; Gari y Corigliano, 2007; Soininen 2007; Potapova y Charles, 2007; Abuhatab y Donato, 2012; Rodríguez, 2018) como es el caso de los géneros *Cocconeis* y *Fragilaria* que se registraron con mayor frecuencia en este trabajo (S2, S3, S4 y S5) teniendo una correlación positiva con el pH, el oxígeno disuelto y la velocidad de corriente y una correlación negativa con el NO₃ y P. Así mismo, la frecuencia de estos géneros pudo deberse a que en este trabajo se estudió a las algas microscópicas asociadas a macroalgas y autores como Gari y Corigliano (2007) y Abuhatab y Donato (2012) mencionan que el crecimiento de estos se ve favorecido por la presencia de macrófitas y macroalgas.

Las cianobacterias son reportadas como un grupo diverso y abundante (Whitton y Potts, 2000), siendo en este trabajo el tercer grupo en cuanto a número de especies y frecuencia, registrándose en tres de los cinco sitios (S3, S4S y S5). Esto pudo deberse a que S1 y S2 tuvieron valores de pH ácidos (Tabla 3) y poca vegetación acuática, lo cual podría explicar su ausencia y su correlación positiva con el pH (Fig.9), ya que se ha reportado que la riqueza y abundancia de este grupo se ve favorecida por un pH básico y el establecimiento de flora acuática (Ortega, 1984; Ortega, 2006; Ortega, 2007; Oliva y Garduño, 2017; Márquez, 2019).

Las especies que se encontraron en S3, S4, y S5 fueron: *Coleodesmium wrangelli*, *Komvophoron constrictum* las cuales registraron correlación negativa con NO₃ y P (Fig.10), lo que coincide con lo reportado por Carmona y Caro, 2017 quienes mencionan que estas especies crecen en aguas con bajo contenido en nutrientes. Así mismo *Phormidium autumnale* registró una correlación positiva con el P (Fig. 10) siendo una especie reportada como tolerante a altas concentraciones de nutrientes (Carmona *et al.*, 2016).

Paralemanea catenata sólo se encontró en uno de los cinco sitios colectados (S5) y fue la única especie de algas rojas (Rhodophyta) registrada en este trabajo, la baja frecuencia de esta especie pudo deberse a que la división tiene preferencias por condiciones ambientales de temperaturas templadas a frías, altas concentraciones de oxígeno disuelto y baja incidencia lumínica (Vis y Sheath, 1992; Necchi *et al.*, 2003; Maninno *et al.*, 2003; Kucera y Marvan, 2004; Carmona y Vilaclara, 2007; Bojorge, 2013; Carmona *et al.*, 2014; Rodríguez, 2014; Carmona *et al.*, 2016; Saber *et al.*, 2016). En particular *P. catenata* ha sido considerada como bioindicador de ambientes limpios, debido a que es poco tolerante a la contaminación (Vis y Sheath, 1992; Kucera y Marvan, 2004), lo cual coincide con las condiciones ambientales del S5. La presencia de esta especie aunada a el registro de especies de macroalgas indicadoras de condiciones de oligo a mesotróficas como *C. wrangelli*, *K. constrictum*, *P. mexicana* y un alto

número de especies de Desmidiás indican que los sitios estudiados tienen un buen estado ecológico (Pardo *et. al.*, 2010).

Conclusiones y Perspectivas.

Los sitios estudiados se definen como ríos de montaña, tanto por sus características fisicoquímicas del agua, su flora algal y su geomorfología. Así mismo, pueden ser utilizados como sitios de referencia para próximos estudios de monitoreo ambiental, ya que todos se clasificaron como sistemas oligotróficos de acuerdo a la concentración de fósforo y como sitios con buen estado ecológico, en base a la presencia de especies algales consideradas como indicadores de esta condición.

En este estudio las variables fisicoquímicas de mayor importancia para el establecimiento de la comunidad algal en los diferentes sitios fueron la velocidad de corriente, la concentración de fósforo, la concentración de carbonatos de calcio, el pH y la temperatura.

La alta incidencia de nuevos registros, la diferencia entre los datos esperados y observados de la curva de rarefacción así como la poca cantidad de trabajos de este tema en el estado de Querétaro evidencia la necesidad de continuar con el estudio de las algas de los ambientes lóticos del estado.

Cabe mencionar, que es necesario para futuras investigaciones que los muestreos se hagan con mayor frecuencia, para poder registrar todo el acervo de especies disponibles e incrementar la caracterización de los ciclos de vida y la variabilidad fenotípica de las poblaciones. Así mismo, es conveniente la implementación de herramientas moleculares que permiten tener mayor certeza en la identificación de las especies.

Literatura citada

Abuhatab-Aragón, Y., y Donato-Rondón, J. 2012. *Cocconeis placentula* y *Achnanthydium minutissimum* especies indicadoras de arroyos oligotróficos andinos / *Cocconeis placentula* and *Achnanthydium minutissimum*, indicator species of oligotrophic Andean streams. *Caldasia*, 34(1), 205-212.

Ainslie, N. 2016. Phenology and gene expression of *Paralemanea catenata* (Lemaneaceae, Rhodophyta) in a Southern California stream. (Doctoral dissertation).

Allan, D.J. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman y Hall. London. 388 p.

Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., y Villareal, H., 2004. Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. *Bogotá DC: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia*, 185-226.

Barnes, R.S.K., Hughes, R.N., 1988. An introduction to marine ecology. Blackwell, Oxford.

Bellinger, E. G., y Sigee, D. C. 2015. *Freshwater algae: identification and use as bioindicators*. John Wiley & Sons.

Bojorge-García, M.G., y Cantoral-Uriza, E. A. 2016. La importancia ecológica de las algas en los ríos. *Hidrobiológica*, 26(1), 1-8.

Bojorge-García, M.G. 2013. Comunidades algales de afluentes de la presa Valle de Bravo, Estado de México. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 101 p.

Bojorge-García, M.G, Carmona, J., Beltrán, Y. y Cartajena, M. 2010. Temporal and spatial distribution of macroalgal communities of mountain streams in Valle de Bravo Basin, central Mexico. *Hydrobiologia*, 641(1), 159-169.

Bojorge-García, M. G., y Cantoral-Uriza, E. A. 2007. Estructura comunitaria de diatomeas asociadas a talos de *Prasiola mexicana* (Chlorophyta) en el río Magdalena, DF. *Hidrobiológica*, 17(1), 11-24.

Bojorge-García, M. G. 2002. Ecología de comunidades algales en una localidad del río La Magdalena. DF Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF.

Burkholder, J.J. 1996. Interactions of benthic algae with their substrata. In: Stevenson R.J., M.L. Bothwell and R.L. Lowe (eds). *Algal ecology*. 253-289 pp. Academic Press San Diego, California, USA.

Branco, C.C.Z., Bispo, P.C., Peres, C.K., Tonetto, F.a. y Braco, L.H.Z. 2014. The roles of environmental conditions and spatial factors in controlling stream macroalgal communities. *Hydrobiologia* 732: 123- 132.

Brassac, N. M., & Ludwig, T. A. 2003. Fragilariaceae (Bacillariophyceae) de rios da bacia do Iguaçu, Estado do Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(3), 311-318

Caballero, J. A. 1995. Fisiografía. Geografía de Querétaro. Universidad Autónoma de Querétaro y Academia Queretana de Estudios Humanísticos A.C. Querétaro, Qro.

Cantoral-Uriza, E.A. y M. Aboal. 2001. El Margal Pego Oliva: evolución temporal de la flora de macroalgas. *Limnetica* 20(1): 159-171.

Carmona-Jiménez, J., y Caro-Borrero, A. 2017. Los últimos ríos periurbanos de la cuenca de México: establecimiento de las condiciones de referencia potenciales a través de su calidad ecológica e indicadores biológicos. *Revista mexicana de biodiversidad* 88(2), 425-436.

Carmona Jiménez, J., Ramírez Rodríguez, R., Bojorge-García, M. G., González Hidalgo, B., y Cantoral-Uriza, E. A. 2016. Estudio del valor indicador de las comunidades de algas bentónicas: una propuesta de evaluación y aplicación en el río Magdalena, Ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental* 32(2), 139-152.

Carmona Jiménez, J., Bojorge-García, M. G y Ramírez- Rodríguez, R. 2014. Phenology of *Paralemanea mexicana* (Batrachospermales, Rhodophyta) in a high-altitude stream in central Mexico. *Phycological research*, 62(2), 86-93

Carmona, J., Perona, E., Sánchez-Díaz, E., y Loza, V. 2011. Morphological and ecological characterization of Batrachospermales (Rhodophyta) in the Jarama Basin, Iberian Peninsula.

Carmona, J. 2007. Las algas rojas de aguas continentales en la región central de México. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F. 48 p.

Carmona, J. y G. Vilaclara. 2007. Survey and distribution of Batrachospermaceae (Rhodophyta) in high altitude tropical streams from central Mexico. *Cryptogamie Algologie* 28: 271-282

Canizal Silahua, A. 2009. Catálogo ilustrado de diatomeas dulceacuícolas mexicanas. I. Familia Naviculaceae. Disponible en <http://lacet.meridion.mx/catalogos.html>. Fecha de consulta 04/12/2018.

Cartajena, M.G. y J. Carmona .2009. Morphological and ecological characterization of Charales (Chlorophyta) from calcareous tropical streams in Mexico. *Cryptogamie Algologie* 30 (3): 193-208.

Carvalho, J. K., Moresco, C., y Burack, C. 2015. *Cosmarium* (Zygnemaphyceae) de um lago do parque municipal Joaquim Teodoro de Oliveira, campo Mourão–Pr. *SaBios-Revista de Saúde e Biologia* 10(2), 1-13.

Cervantes, M. 2007. Conceptos fundamentales sobre ecosistemas acuáticos y su estado en México. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF, México, 37-67.

Coesel, P. F. 2013. *European flora of the desmid genera Staurostrum and Staurodesmus*. Brill.

Coesel, P. F., y Meesters, K. 2007. *Desmids of the lowlands: Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands*. Zeist: KNNV Publishing.

Comisión Nacional del Agua, 2015. Disponibilidad de aguas subterráneas y superficiales en el estado de Querétaro. Disponible en: <http://201.116.60.27/documento/ViewToPdf2.aspx?iddoc=3>. Fecha de consulta 05/12/2018.

Costa, L. F., 2015. Taxonomia e ecologia de *Eunotia* (Bacillariophyceae) em represas das regiões Sul e Sudeste do Estado de São Paulo ,São Paulo, 348p.

Cushing, C. E. & J. D. Allan. 2001. *Streams: Their ecology and life*. Academic Press, USA. 436 p.

DENICOLA, D.M., 2000. A review of diatoms found in highly acidic environments. *Hydrobiologia* 433: 111–122.

Dudgeon, D. 2008. *Tropical stream ecology*. Academic Press. 370p

Duque, R.S., y Núñez Avellaneda, M. 2000. Microalgas acuáticas de la Amazonía colombiana. *Biota Colombiana*, 1(2)..

Fernández Araiza, M. A., Gama, J. L., Pavón, E.L., Ramírez, T., y Angeles, O. 2010. *Análisis de Calidad de Agua*. Relación entre factores bióticos y abióticos. FES Iztacala, UNAM. México, DF, México.

Figuroa, M., Santos, D., y Velasco, A. 2008. Ficoflora de Xochimilco, parte 1: Diatomeas y Clorofitas. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México.

Findlay, S.2006. Dissolved Organic Matter. En: Hauer, F. & Lamberti, G(Eds.).*Methods in stream ecology*.2007. Segunda edición. Estados Unidos de América. 877 p.

- Frías, A. A. 1999. *Relaciones hídricas en las plantas: teoría y ejercicios*. Plaza y Valdés. México, DF, México.
- García-Alzate, C. A., Román-Valencia, C., González, M. I., & Barrero, A. M. (2010). Composición y variación temporal de la comunidad de insectos acuáticos (Insecta) en la Quebrada Sardineros, afluente Rio Verde, Alto Cauca, Colombia. *Revista de investigaciones Universidad del Quindío*, 21, 21-28.
- Gari, Noemi & Corigliano, Maria. 2007. Spatial and temporal variations of *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenb.) 1854 Grunow, 1884 in drift and periphyton. *Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biología*, 67, 587-95.
- Gómez Márquez, J.L., Guillermo A., Blancas Arroyo, E. Constanzo Casillas, A. Cervantes Sandoval. 2014. Análisis de la calidad de aguas naturales y residuales con aplicación a microescala. UNAM, FES Zaragoza. 203 p.
- GONZÁLEZ, J. 1987. Las algas de México. *Ciencias*, (010). 16-25 pp.
- Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2011. Estimating species richness. In: *Biological Diversity: Frontiers in Measurement and Assessment*. Magurran, A. E. & B. J. McGill (Eds.). Oxford University Press: EUA.
- Graham, L. E. y L. W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall, Inc. USA. 640 p.
- Guiller, P. S. y B. Malmqvist. 1998. *The biology of streams and rivers*. Oxford University Press, Oxford, U.K. 296 p
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía .2016. Anuario estadístico y geográfico de Querétaro. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D.F.
- Kucera, P., y Marvan, P. 2004. Taxonomy and distribution of Lemanea and Paralemanea (Lemaneaceae, Rhodophyta) in the Czech Republic. *Preslia*, 76(2), 163-174.
- Lamper, W. y Sommer, U. 1997. *Limnoecology*. Oxford University Press. Alemania. 382 p.
- Ley N°31849.2004. Diario Oficial La Gaceta N°125, 28 Junio.
- López-Sandoval, Ó., Montejano, G., Carmona, J., Cantoral, E., & Becerra-Absalón, I. 2016. Diversidad algal de un ambiente extremo: el manantial geotermal Los Hervideros, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(1), 1-9.
- López, P., Pardo, R. D., y Martínez, E. 2009. *Biota acuática de arroyos y ríos cuencas Lerma-Chapala y Pánuco: manual de identificación* (No. 574.524 B5).
- Mancilla Peralta, R. 2016. Catálogo ilustrado de algas dulceacuícolas mexicanas. Desmidiaceae I (*Arthrodesmus*, *Closterium*, *Euastrum*, *Micrasterias*, *Netrium*).

Mannino, A. M., Barone, R., y Raimondo, F. M. 2003. First record of *Paralemanea catenata* (Rhodophyta) from Italian Peninsula. *Bocconeia*, 16(2), 1053-8.

Margalef, R. 1983. *Limnología*. Barcelona: Editorial Omega

Margalef, R. 1981. *Distribución de los macrófitos de las aguas dulces y salobres del E y NE de España y dependencia de la composición química del medio*. Fundación Juan March.

Márquez-Santamaría, K.P. 2019. Caracterización y de las interacciones bióticas entre algas macroscópicas y macroinvertebrados bentónicos; preferencias de hábitat en ríos de la región central de México. Tesis de licenciatura en biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. 103 p.

Martínez Ortega, R., y Tuya Pendás, L., y Martínez Ortega, M., y Pérez Abreu, A., y Cánovas, A. 2009. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8 (2).

Martínez, M., & Mendoza, A. G. 2001. Flora y vegetación acuáticas de localidades selectas del estado de Querétaro. *Acta Botánica Mexicana* (54), 1-23.

McIntire, C.D. 1937. Periphyton dynamics in laboratory streams: A simulation model and its implications. *Ecological Monography* 43:399-42

Moreno, C. E. 2001. *Manual de métodos para medir la biodiversidad* (No. Sirsi) i9789688345436). Universidad Veracruzana

Moss, B. 1980. *Ecology of Fresh Waters*. Blackwell Scientific Publications. Oxford, 332 p.

Naiman R.J., y Decamps H. (eds).1990. *The ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones*. Man and biosphere series, 4, Parthenon, Unesco.

Necchi, O., Jr. 2004. Photosynthetic responses to temperature in tropical lotic macroalgae. *Phycological Research* 52: 140-148.

Necchi-Júnior, O., Blanco, LHZ. y Blanco, CCZ. 2003. La distribución de la ecografía de la corriente macroalgal de la drainage basin en la Sierra de la Canastra National Park, Minas Gerais, Southeastern Brasil. *Brazilian Journal of Biología*, 63(4), 635-646

Necchi O.Jr., Branco L. y Cesar C. 1995. Comparison of three techniques for estimating periphyton abundance in bedrock streams. *Arch. Hydrobiol.* 134, 393-402. DOI: 35400005016705.0080.

NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes de descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación, 24 de Junio de 1996.

Oliva-Martínez, M.G. y Garduño-Solórzano, G. 2017. Cianobacterias. Universidad Nacional Autónoma de México. FES. Iztacala. Primera Edición.

Ortega-Morales, B.O. 2006. Cyanobacterial diversity and ecology on historic monumets in Latin America. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 48(2):188-195.

Ortega-Sánchez, M.L. 2007. Estado actual del conocimiento de las Cyanophyceae de la Faja Volcanica Transmexicana. Tesina de Licenciatura en Biología, Mexico: FES Iztacala, UNAM.

Ortega, M. M. 1984. *Catálogo de algas continentales recientes de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 566 p.

Ortiz-Lerín, R., y Cambra, J. 2007. Distribution and taxonomic notes of Eunotia Ehrenberg 1837 (Bacillariophyceae) in rivers and streams of Northern Spain. *Limnetica*, 26(2), 415-434.

Ospina Álvarez, N., y J Peña, E. 2004. Alternativas de Monitoreo de Calidad de Aguas: Algas como Bioindicadores. *Revista Acta Nova*, 2(4), 513-517.

Pardo, I., García, L., Delgado, C., Costas, N., y Abraín, R. 2010. Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. p 65.

Pedraza Garzón E. y Donato Rondón J.2011. Diversidad y distribución de diatomeas en un arroyo de montaña de los andes colombianos. *Caldasía* 33 (1):177-91.

Pedroche, F. F., Dreckmann, K. M., Senties, G. A., y Margain, R. 1993. Diversidad algal de México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 44 (Vol.Esp):69-92.

Poulicková, A. P., Hájková, P. Krenková y M. Hájek.2004. Distribution of diatoms and bryophytas on linear transects through spring fens. *Nova Hedwigia*, 78, 411-424.

Potapova, M.G. y D.F. CHARLES. 2003. Distribution of benthic diatoms in US rivers in relation to conductivity and ionic composition. *Freshwater Biology* 48: 1311–1328.

POTAPOVA, M.G. y D.F CHARLES. 2007. Diatom metrics for monitoring eutrophication in rivers of the United States. *Ecological Indicators* 7: 48–70.

Ramirez-Rodriguez, R. 2006. Caracterización del microhabitat, variación morfológica y reproductiva en poblaciones de *Prasiola* (Prasiolales, Chlorophyta) en ríos de la región central de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. 90 p.

Ramírez Vázquez M. y Cantoral Uriza E.A. 2003. Flora algal de ríos templados en la zona occidental de la cuenca del Valle de México. *Anales del Inst. de Biología. Universidad Autónoma de México. Serie Botánica* 74(2):143-194.

Ramírez V. M., Beltrán Y., Bojorge M., Carmona J., Cantoral Uriza E.A. y Valdez F. 2001. Flora algal del Río Magdalena, Distrito Federal, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 68:45-67.

Ramos Montaña, C., Cárdenas-Avella, N. M., y Herrera Martínez, Y. 2013. Caracterización de la comunidad de macrófitas acuáticas en lagunas del Páramo de La Rusia (Boyacá-Colombia). *Ciencia en desarrollo*, 4(2), 73-82.

Richter, M. 2008. Tropical mountain forest- distribution and general features in: the tropical mountain forest- Patterns and processes in a biodiversity hotspot. (Ed) Gradstein, S.R.J Homeier y D. Gansert Gottingen. Centre for Biodiversity and Ecology. *Biodiversity and Ecology Series* 2, 1-18.

Rico-Romero, S.E. 2015. Relación entre las algas y plantas acuáticas en cuerpos de agua de Querétaro y Guanajuato. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Naturales-UAQ, México.

Rochefort Vázquez, K. 2014. Catálogo ilustrado de algas dulceacuícolas mexicanas. Clorofitas filamentosas. Consultado en Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía en <http://lacet.meridion.mx/catalogos.html>. Diciembre 2019.

Rodríguez-Flores, R., y Carmona-Jiménez, J. 2018. Ecología y distribución de comunidades de algas macroscópicas en arroyos de la Cuenca de México. *Ciencias botánicas*, 96 (1), 63-75.

Rodríguez- Flores, R. 2014. Diversidad y distribución de algas macroscópicas en ríos de alta montaña de la cuenca de México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias-UNAM, México.

Rodríguez, J., Blanco, J.M y Rodríguez, V. 2013. *Ecología*. Tercera edición. Editorial Pirámide. Madrid, España. Pp. 107-162.

Rodríguez-Guadarrama, L.E. 2018. Variación espacial y temporal en la riqueza y diversidad de diatomeas epilíticas en arroyos de la subcuenca de Galindo,

Querétaro. Tesis de licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias Naturales-UAQ, México.

Roldán, G. y Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología neotropical. Segunda edición. Editorial Universidad de Antioquia. 442 p.

Round, F. E. 1981. The ecology of Algae. Cambridge University Press, Cambridge, U.K. 664 p

Elosegi, A. y Sabater, S. 2009. Presentación: importancia de los ríos. *Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Capítulo 1, p. 15-21.*

Saber, A. A., Cantonati, M., Vis, M. L., Anesi, A., & Guella, G. 2016. Multifaceted characterization of a *Lemanea fluviatilis* population (Batracho-spermales, Rhodophyta) from a glacial stream in the south-eastern Alps. *Fottea*, 16(2), 234-243.

Sánchez Ramos, M.T. 2010. Catálogo ilustrado de algas dulceacuícolas mexicanas. Euglenophyta.

Sánchez, Ó. 2007. Ecosistemas acuáticos: diversidad, procesos, problemática y conservación. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México, 11.

Santoyo Farfán, A.R. 2012. Catálogo ilustrado de algas dulceacuícolas mexicanas. Volvocales y Tetrasporales.

Sant'Anna, C. L., Tucci, A., Azevedo, M. T. P., Melcher, S. S., Werner, V. R., Malone, C. F. S., y Santos, K. R. S. 2012. Atlas de cianobacterias e microalgas de águas continentais brasileiras. *Publicação eletrônica, Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia. www.ibot.sp.gov.br, Sao Paulo.*

Sheath, R. G., y Cole, K. M. 1992. BIOGEOGRAPHY OF STREAM MACROALGAE IN NORTH AMERICA 1. *Journal of Phycology*, 28(4), 448-460.

Sheath, R. G., Hamilton P.B., Hambrook J.A y Cole, K. 1989. Stream macroalgae of the eastern boreal forest region of North America. *Canadian Journal of Botany* 67:3553-3562.

Sheath, R., Morison, M., Korch, J., Kaczmarczyk, D. y Cole, K. 1986. Distribution of stream macroalgae in south-central Alaska. *Hydrobiologia* 135:259-269.

Sigler, A. y Bauder, J. 2005. Alcalinidad, pH y sólidos disueltos totales. Montana: Well Educated. 20201211-15.r

Stanford, J. A., y Ward, J. V. 1993. An ecosystem perspective of alluvial rivers: connectivity and the hyporheic corridor. *Journal of the North American Benthological Society*, 12(1), 48-60.

Stevenson, R. J. 1996. An introduction to algal ecology in fresh water benthic habitat. In: Stevenson, R.J., M.L. Bothwell & R.L. Lowe (Eds). *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. Academic Press, San Diego. California, USA, pp. 1-26.

SOININEN, J. 2007. Environmental and spatial control of freshwater diatoms—a review. *Diatom Research* 22, 473–490.

Tolivia, A. A., Kundt, M. S., y Iglicki, A. 2009. Using benthic microalgae to assess groundwater ecological status. *36 Annual meeting of the Argentine Association of Nuclear Technology: Nuclear energy in the present world*, Argentina: AATN.

Tonetto, A. F., Peres, C. K., Hirata, R. T., y Branco, C. C. Z. 2015. Spatial and temporal distribution of stream macroalgae in a tropical river basin. *Biota Neotropica*, 15(4). 9 p.

Vázquez, G. 2008. Propuesta de creación del área de protección de recursos naturales de la cuenca alimentadora del distrito de riego San Juan del Río. Tesis de Maestría. Gestión integrada de Cuencas. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, Qro. 108 p.

Vázquez, M. R., Magos, Y. B., García, M. B., Jiménez, J. C., Uriza, E. A. C., y Cruz, F. V. 2001. Flora algal del río la Magdalena Distrito Federal, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (68), 45-67.

Vis, M. L., y Sheath, R. G. 1992. Systematics of the freshwater red algal family Lemnaceae in North America. *Phycologia*, 31(2), 164-179.

Whitton, B. A., Brook, A. J., y John, D. M. 2011. *The freshwater algal flora of the British Isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Cambridge University Press.

Yarham, R. 2011. *Cómo leer paisajes: una guía para comprender los grandes espacios*. H. Blume. 256.

Anexos

Anexo 1. Listado de especies, ordenadas alfabéticamente por especie en su respectiva división.

	Los Tules 1	Los Tules 2	A.Las Zuñigas 1	A.Las Zuñigas 2	A.Las Zuñigas 3
Cyanophyta					
<i>Coleodesmium wrangelii</i>			X	X	X
<i>Cyanophanon mirabile</i>					X
<i>Cylindrospermum sp.</i>					X
<i>Komoporon constrictum</i>			X	X	X
<i>Merismopedia tenuissima</i>				X	
<i>Nostoc sp1.</i>					X
<i>Nostoc sp2.</i>					X
<i>Oscillatoria sp.</i>				X	
<i>Phormidium aerugineo caeruleum</i>				X	X
<i>Phormidium autumnale</i>			X	X	X
<i>Phormidium sp1.</i>			X		
<i>Phormidium sp2.</i>				X	
<i>Snowella lacustris</i>				X	X
<i>Stigonema mammosum</i>					X
<i>Woronichinia naegeliana</i>					X
Chlorophyta					
<i>Acutodesmus acuminatus</i>			X		X
<i>Acutodesmus dimorphus</i>			X		
<i>Acutodesmus obliquus</i>			X		
<i>Acutodesmus sp.</i>				X	
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					X
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>			X	X	
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>			X		
<i>Chlamydomonas sp.</i>			X		
<i>Closterium moniliferum</i>			X	X	X
<i>Closterium leibleinii</i>			X		X
<i>Closterium parvulum</i>			X	X	X
<i>Closterium pseudolunula</i>			X	X	X
<i>Closterium gracile var. gracile</i>				X	
<i>Closterium sp.</i>					X
<i>Coleastrum microporum</i>			X	X	X
<i>Cosmarium blytii var. blytii</i>		X	X		
<i>Cosmarium aff phaseolus var. elevatum</i>			X		
<i>Cosmarium subcostatum var. minus</i>			X		X
<i>Cosmarium subprotumidum</i>			X		
<i>Cosmarium hammeri</i>			X		
<i>Cosmarium subgranatum var. subgranatum</i>			X		
<i>Cosmarium subcostatum</i>			X	X	X
<i>Cosmarium protractum</i>			X		
<i>Cosmarium regnellii</i>			X		
<i>Cosmarium leave</i>			X	X	
<i>Cosmarium sp1.</i>			X		
<i>Cosmarium sp2.</i>			X	X	
<i>Cosmarium punctulatum var. subpunctulatum</i>			X	X	X
<i>Cosmarium boeckii</i>				X	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>					X
<i>Desmodesmus armatus</i>				X	
<i>Desmodesmus armatus var. bicaudatus</i>				X	X
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>				X	
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>				X	
<i>Desmodesmus communis</i>					X
<i>Desmodesmus denticulatus</i>				X	

<i>Desmodesmus ecornis</i>			X	X	X
<i>Desmodesmus flavensces</i>				X	
<i>Desmodesmus hytrix</i>			X	X	
<i>Desmodesmus protuberans</i>				X	
<i>Desmodesmus quadricauda</i>					X
<i>Desmodesmus sp.</i>				X	
<i>Euastrum denticulatum</i>			X		
<i>Hariotina reticulatum</i>					X
<i>Kirchneriella irregularis</i>					X
<i>Monoraphidium arcuatum</i>			X	X	
<i>Monoraphidium contortum</i>					X
<i>Monoraphidium falcatus</i>			X	X	
<i>Monoraphidium griffithii</i>			X		
<i>Mougeotia sp</i>					X
<i>Oedogonium sp1</i>			X	X	
<i>Oedogonium sp2</i>					X
<i>Pediastrum tetras</i>			X	X	X
<i>Prasiola mexicana</i>		X			
<i>Selenastrum gracile</i>			X	X	X
<i>Spirogyra grevilleana</i>					X
<i>Spirogyra sp1</i>				X	
<i>Spirogyra sp2</i>					X
<i>Spirogyra sp3</i>					X
<i>Staurastrum bieneanum</i>			X		
<i>Treubaria crassipina</i>			X	X	X
<i>Zygnema cruciatum</i>					X
Heterokontophyta					
<i>Amphora sp1</i>			X	X	
<i>Amphora sp2</i>			X		X
<i>Anomoeoneis sp.</i>				X	
<i>Campylodiscus sp.</i>				X	
<i>Cocconeis sp.</i>		X	X	X	X
<i>Cyclotella sp.</i>		X	X	X	
<i>Cymbella sp1</i>			X	X	X
<i>Cymbella sp2</i>				X	X
<i>Cymbella sp3</i>			X	X	X
<i>Denticula sp.</i>				X	
<i>Epithemia sp.</i>			X	X	X
<i>Eunotia formica</i>	X				
<i>Fragilaria sp.</i>		X	X	X	X
<i>Frustulia sp</i>				X	X
<i>Gomphonema sp</i>			X	X	
<i>Gyrosigma sp1</i>			X		X
<i>Gyrosigma sp2</i>				X	
<i>Gyrosigma sp3</i>					X
<i>Melosira sp</i>			X	X	X
<i>Navicula sp1</i>			X	X	
<i>Navicula sp2</i>			X		X
<i>Navicula sp3</i>				X	X
<i>Navicula sp4</i>					X
<i>Pinnularia sp.</i>				X	X
<i>Rhopalodia sp.</i>					X
<i>Surirella sp.</i>			X		
<i>Synedra sp.</i>			X	X	X
Rodophyta					
<i>Paralemanea catenata</i>					X
Total :105 especies	01	05	54	56	57

Anexo 2. Clasificaciones del agua

Clasificación del agua basada en la conductividad.

Clasificación	Tipo de agua	Conductividad eléctrica (µs cm)
Salinidad baja	Excelente	<250
Salinidad media	Buena	251-750
Salina	Normal	751-1500
Muy Salina	No apta	>1500

Clasificación del agua basada en el nivel de Saturación de oxígeno disuelto (%O₂)

Nivel de DO	Porcentaje de Saturación de DO
Hiperoxigenada	>101 %
Muy oxigenada	90-100%
Oxigenada	80-89%
Ligeramente oxigenada	60-79 %
Escasamente oxigenada	<60 %

Clasificación del agua de acuerdo al pH.

Criterio	Clasificación
3.1-4.0	Excesivamente acido
4.1-5.0	Fuertemente acido
5.1-6.0	Medianamente acido
6.1-6.9	Ligeramente Acido
7.0	Neutro
7.1-8.0	Ligeramente alcalino
8.1-9.0	Fuertemente alcalino
>9.1	Excesivamente alcalino

Clasificación trófica del agua por fósforo.

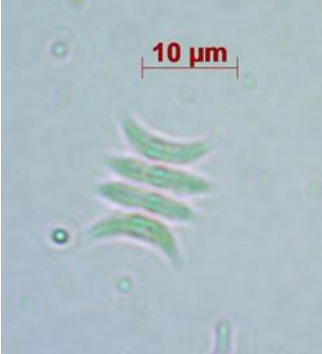
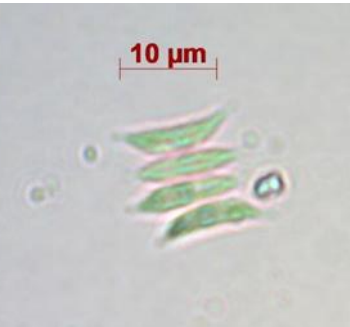
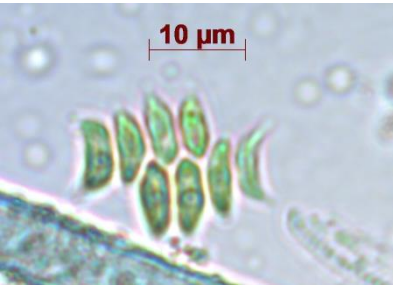

Fosforo mg /l	Clasificación
0-12	Oligotrófica
12-24	Mesotrófica
24-96	Eutrófica
96-384	Hipertrófica

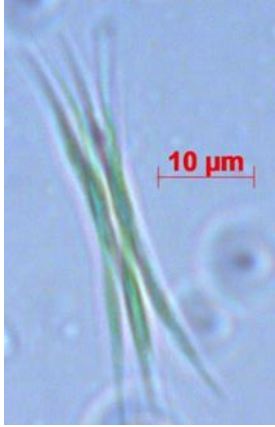
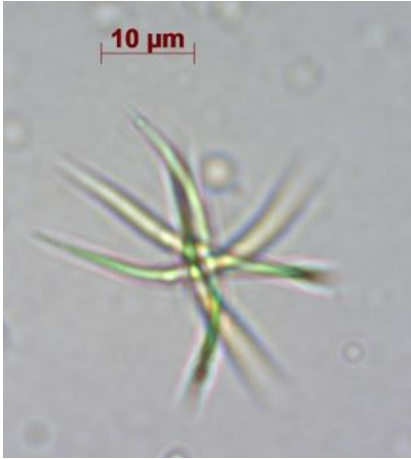

Anexo 3. Acrónimos de las variables fisicoquímicas y de las especies.

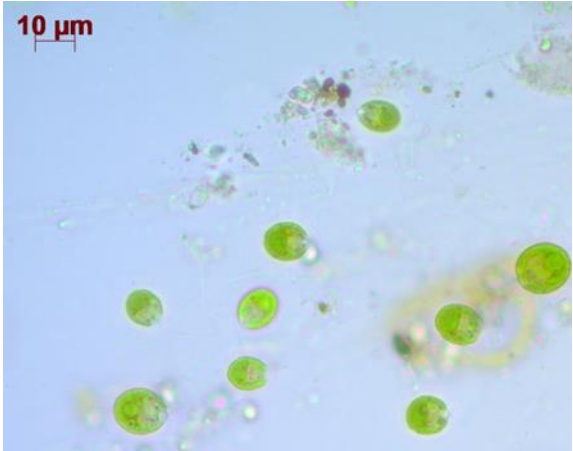

Variables fisicoquímicas	Acrónimos
Temperatura	T
Conductividad	K
Potencial de hidrógeno	pH
Oxígeno	O
Sólidos disueltos totales	SDT
Velocidad de corriente	VC
Nitritos	NO ₃
Fósforo	P
Carbonato de Calcio	CACO ₃
Especies	
<i>Acutodesmus acuminatus</i>	Acuacum
<i>Acutodesmus dimorphus</i>	Acudimor
<i>Acutodesmus obliquus</i>	Acuobli
<i>Acutodesmus sp.</i>	Acusp
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Ankfalca
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	Ankfusi
<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	Ankspira
<i>Chlamydomonas sp.</i>	Chlamsp
<i>Closterium moniliferum</i>	Closmoni
<i>Closterium leibleinii</i>	Closleibl
<i>Closterium parvulum</i>	Closparvu
<i>Closterium pseudolunula</i>	Clospseud
<i>Closterium gracile var. gracile</i>	Closgravargra
<i>Closterium sp.</i>	Clossp
<i>Coleastrum microporum</i>	Colmicro
<i>Cosmarium blytii var. blytii</i>	Cosblyvarbly
<i>Cosmarium aff phaseolus var. elevatum</i>	Cosaffphavare
<i>Cosmarium subcostatum var. minus</i>	Cossuvarmin
<i>Cosmarium subprotumidum</i>	Cossupro
<i>Cosmarium hammeri</i>	Coshamm
<i>Cosmarium subgranatum var. subgranatum</i>	Cossubvarsub
<i>Cosmarium subcostatum</i>	Cossub
<i>Cosmarium protractum</i>	Cospro
<i>Cosmarium regnellii</i>	Cosregne
<i>Cosmarium leave</i>	Cosleave
<i>Cosmarium sp1.</i>	Cossp1

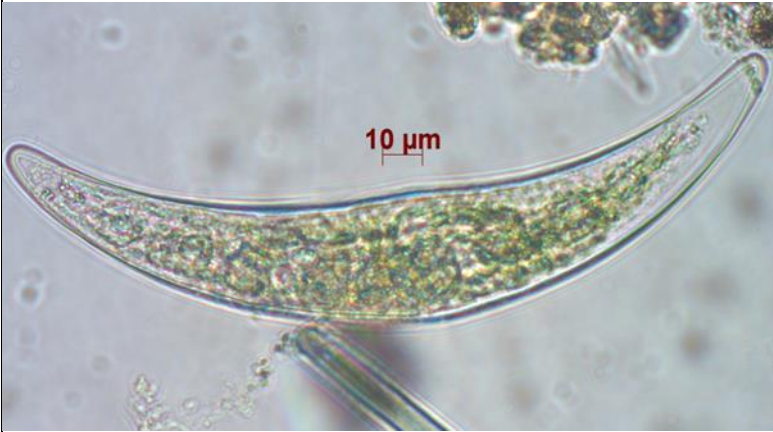

<i>Cosmarium</i> sp2.	Cossp2
<i>Cosmarium punctulatum</i> var. <i>subpunctulatum</i>	Cospuncvarsub
<i>Cosmarium boeckii</i>	Cosboeckii
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	Crutetra
<i>Desmodesmus armatus</i>	Desarma
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i>	Desarmvarbica
<i>Desmodesmus bicaudatus</i>	Desbica
<i>Desmodesmus brasiliensis</i>	Desbras
<i>Desmodesmus communis</i>	Descom
<i>Desmodesmus denticulatus</i>	Desdenti
<i>Desmodesmus ecornis</i>	Desecornis
<i>Desmodesmus flavensces</i>	Desflaven
<i>Desmodesmus hytrix</i>	Deshytrix
<i>Desmodesmus protuberans</i>	Desprotu
<i>Desmodesmus quadricauda</i>	Desquadri
<i>Desmodesmus</i> sp.	Dessp
<i>Euastrum denticulatum</i>	Euadenti
<i>Hariotina reticulatum</i>	Harretic
<i>Kirchneriella irregularis</i>	Kirirre
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	Monarcua
<i>Monoraphidium contortum</i>	Moncont
<i>Monoraphidium falcatus</i>	Monfalca
<i>Monoraphidium griffthii</i>	Mongriffthii
<i>Mougeotia</i> sp	<i>Mougeotia</i> sp
<i>Oedogonium</i> sp1	Oedsp1
<i>Oedogonium</i> sp2	Oedsp2
<i>Pediastrum tetras</i>	Pedtetras
<i>Prasiola mexicana</i>	Pramex
<i>Selenastrum gracile</i>	Selgracile
<i>Spirogyra grevilleana</i>	Spirogrevi
<i>Spirogyra</i> sp1	Spirosp1
<i>Spirogyra</i> sp2	Spirosp2
<i>Spirogyra</i> sp3	Spirosp3
<i>Staurastrum bieneanum</i>	Staubien
<i>Treubaria crassipina</i>	Treucrass
<i>Zygnema cruciatum</i>	Zygcru
<i>Coleodesmium wrangelii</i>	Colwran
<i>Cyanophanon mirabile</i>	Cyanmira
<i>Cylindrospermum</i> sp.	Cylsp
<i>Komoporon constrictum</i>	Komcons
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Mertenu
<i>Nostoc</i> sp1.	Nossp1
<i>Nostoc</i> sp2.	Nossp2
<i>Oscillatoria</i> sp.	Oscsp
<i>Phormidium aerugineo caeruleum</i>	Phoaercaer
<i>Phormidium autumnale</i>	Phoautu
<i>Phormidium</i> sp1.	Phosp1
<i>Phormidium</i> sp2.	Phosp2
<i>Snowella lacustris</i>	Snolacu
<i>Stigonema mammilosum</i>	Stimamm
<i>Woronichinia naegeliana</i>	Wornaege
<i>Paralemanea catenata</i>	Paracat


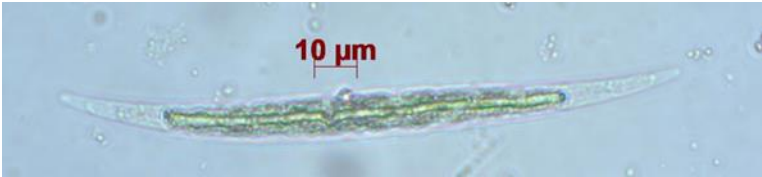

Anexo 4. Taxonomía, descripción y ecología de las especies.


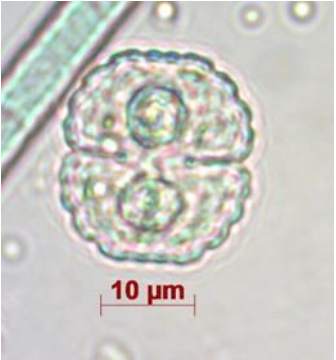


	Fotografía	Descripción y ecología
<p>División: Chlorophyta</p> <p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Acutodesmus</i> Especie: <i>acuminatus</i> Lagerheim</p>		<p>Cenobio de 4 células curvadas en forma de luna, dispuestas concéntricamente, de forma regular, terminan en punta y pueden estar en 2 o 3 planos.</p> <p>Dimensiones: 11.37-14.2 µm de largo y 2.5-2.9 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Planctónica en lagos, manantiales; en ambientes lóticos se encuentra en la superficie y en el fondo.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Acutodesmus</i> Especie: <i>dimorphus</i> Turpin</p>		<p>Cenobio de cuatro células fusiformes con ápices agudos. Células arregladas en serie horizontal. Células internas asimétricas, externas lunadas. Pared celular lisa sin espinas ni dientes.</p> <p>Dimensiones: 12.81-12.91 µm de largo y 2.25-2.97 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Por lo regular es planctónica.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Acutodesmus</i> Especie: <i>obliquus</i> Turpin</p>		<p>Cenobio de ocho células fusiformes, dispuestas de forma lineal y alternada, las dos células exteriores son de forma regular y no terminan en punta</p> <p>Dimensiones: 7.35-9.6 µm de largo y 3-3.43 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Rara en lluvias en superficie y en medio fondo en ríos</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Acutodesmus</i> sp.</p>		<p>Cenobio de 7 células lineares; células 3.02-4.22 µm de ancho y 11.17-12.06 µm de largo, de forma elipsoide; ápices obtusos a redondeados.</p>

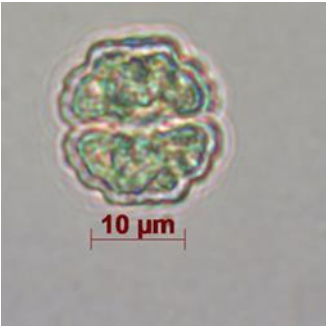

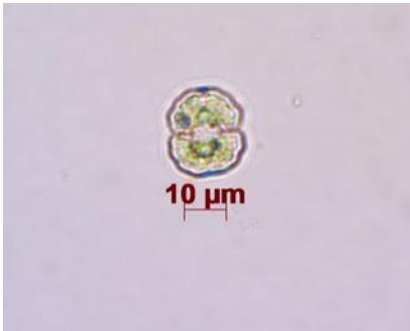
		<p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce con movimiento. Bentónica</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Ankistrodesmus</i> Especie: <i>falcatus</i> (Corda) Ralfs</p>		<p>Colonia de 4 células unidas por lados convexos dentro de una capa de mucilago. Células de 32-44 µm de largo y 1.7-2.3 µm de ancho, con forma de aguja, ligeramente curvo disminuyendo hasta los ápices.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, por lo regular en hábitats fluidos. Asociados con vegetación sumergida</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Ankistrodesmus</i> Especie: <i>fusiformis</i> Corda ex Korshikov</p>		<p>Colonias de cuatro células transversales conectadas por mucilago, casi cilíndricas por el centro y gradualmente se estrechan hasta los ápices. Dimensiones: 29.63-38.55 µm de largo y 2.22-2.98 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Está asociada al sedimento y a una gran variedad de sistemas acuáticos.</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Ankistrodesmus</i> Especie: <i>spiralis</i> W.B. Turner</p>		<p>Colonias de cuatro, ocho o dieciséis células, unidas ecuatorialmente, fuertemente torcidos helicoidalmente en el centro y libres hacia los ápices, encerrados en una vaina de mucilago. Dimensiones: 11.34µm de largo y 1.2 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Por lo regular en aguas acidas.</p>

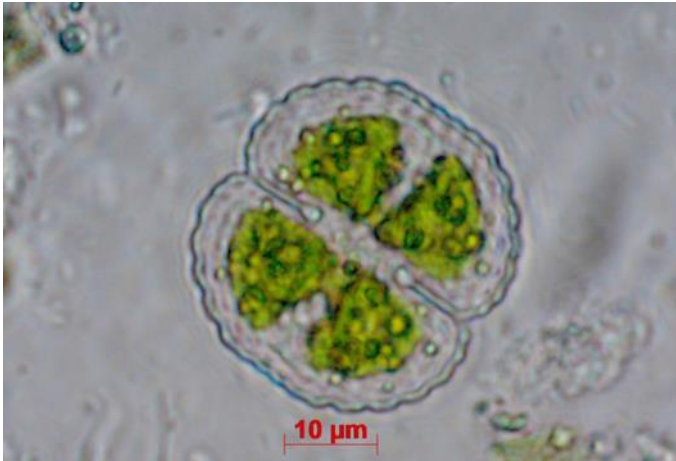



<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Chlamydomonadales Familia: Chlamydomonadaceae Género: <i>Chlamydomonas</i> sp. Ehrenberg</p>		<p>Células ovoides a elipsoidales, con pared celular, dos flagelos insertados en una papila interior y dos vacuolas contráctiles en la base de los flagelos. Con un cloroplasto que ocupa la mayor parte de la célula y con un pirenoide. No se alcanza a distinguir muy bien la mancha ocular. Dimensiones: 10.65-12.82 μm de largo y 8.78-9.73 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Género de aguas dulces. Abundantes en aguas lentas o de poca corriente. También se encuentra en zonas de deslizamiento.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Closteriaceae Género: <i>Closterium</i> Especie: <i>moniliferum</i> Ralfs</p>		<p>Las células más arqueadas, el lado ventral de la región media visiblemente hinchada, hacia los extremos gradualmente atenuados. Ápices ampliamente redondeados. Pared celular aparentemente sin cintas de faja. Pirenoides en una fila axial. Longitud de 191-246 μm, y ancho de 36-44 μm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en aguas dulces, meso-eutrófica. Común en cuerpos de agua de ligera acidez a ligera alcalinidad.</p>

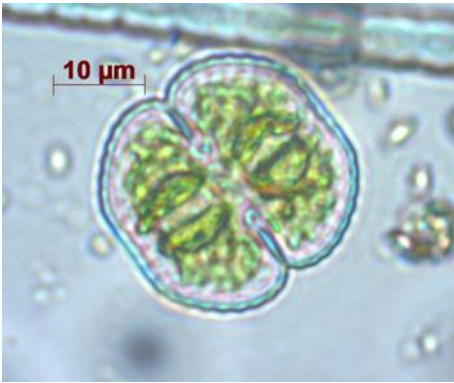


<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Closteriaceae Género: <i>Closterium</i> Especie: <i>leibleinii</i> Ralfs</p>		<p>Células arqueadas, el lado ventral de la región media ligeramente inflada, polos igualmente atenuados. Ápices estrechamente redondeados, 3.3 a 3.6 µm de ancho. Pared celular sin fajas, lisa. Longitud de la célula es 101.47-130.32 µm, ancho 17.9-25 µm. Cloroplastos con series de 2- 5 pirenoides. Vacuolas terminales que contienen cristales.</p> <p>Ecología: Especie de aguas dulces. Eutrófico, bastante común en aguas neutras a alcalinas (pH 6.5-8.5).</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Closteriaceae Género: <i>Closterium</i> Especie: <i>parvulum</i> Nageli</p>		<p>Células fuertemente arqueadas, el margen ventral casi liso. Ápice estrechamente redondeado a un poco truncado. Pared celular aparentemente sin cintas de faja. De dos cloroplastos con cinco pirenoides en toda la célula. Vacuolas terminales con cristales. Longitud de la célula 114.76-133.39 µm, y ancho de 18.77-21.67 µm.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Comúnmente en cuerpos de agua ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos.</p>

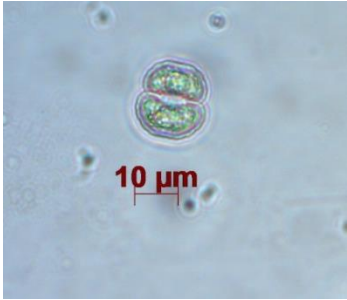
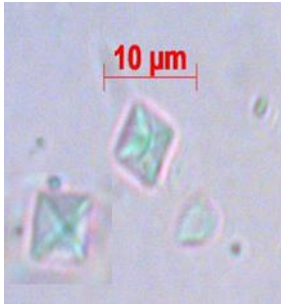

<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Closteriaceae Género: <i>Closterium</i> Especie: <i>pseudolunula</i> Borge</p>		<p>Células ligeramente curvadas en el lado dorsal, convexo a recto en el lado ventral. Ápices redondeados. Pared celular aparentemente lisa con pirenoides dispuestos en una fila a lo largo de la célula.</p> <p>Longitud de la célula es 219-255 µm, y ancho de 37-42.64 µm.</p> <p>Ecología: Es una especie de agua dulce; en ambientes mesotróficos, acidófila (pH 4-7).</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Closteriaceae Género: <i>Closterium</i> Especie: <i>gracile</i> var. <i>gracile</i> Ralfs</p>		<p>Células delgadas, a lo largo de la mayor parte de su longitud recta y cilíndrica, sólo en los extremos curvados y gradualmente atenuados. Ápices truncados.</p> <p>Longitud de la célula 146.36–147.67µm, y ancho de 10.04-10.94 µm.</p> <p>Ecología: Es una especie de agua dulce; en ambientes oligo-mesotróficos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Closteriaceae Género: <i>Closterium</i> Especie: <i>sp.</i> Nitzsch ex Ralfs</p>		<p>Células solitarias de µm de largo y µm de ancho, sin constricción en la parte media, en forma de media luna, con polos redondeados y con pequeñas estructuras redondas (pirenoides) a lo largo de la célula.</p> <p>Ecología: Se encuentra en varios hábitats de agua dulce.</p>


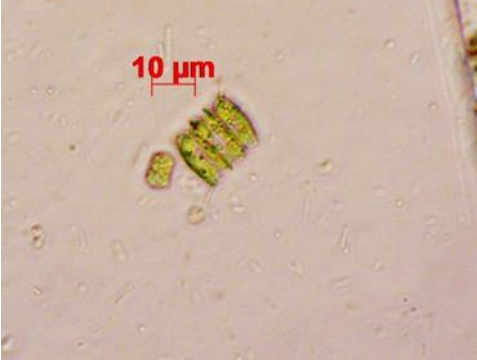

<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Coleastrum</i> Especie: <i>microporum</i> Nageli</p>		<p>Cenobio de vida libre, esférico formado por 6 o más células con un diámetro de 12.46-24.93 µm; células de 4.0-9.58 µm de ancho, esféricas ovoides, espacios intercelulares pequeños.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Por lo regular plantónica</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>blytii</i> var. <i>blytii</i> Wille</p>		<p>Células ligeramente más largas que anchas con un sinus profundo y lineal cerrado. Hemicélula en forma de trapecio con lados laterales convexos. Márgenes ligeramente crenados. Cada hemicélula contiene un solo pirenoide. Largo de la célula 17-20 µm, ancho 16.03-17.56µm.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> aff Especie: <i>phaseolus</i> var. <i>elevatum</i> Nordst</p>		<p>Hemicélulas en forma ligeramente trapezoidal con un ápice ligeramente truncado, inflación central de la hemicélula en forma de tubérculo pronunciado. Cada hemicélula contiene un pirenoide. Largo de la célula 23.5-25.37 µm, ancho 22.15-24.11 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce mesotróficos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>subcostatum</i> var. <i>minus</i> Kurt Fost</p>		<p>Células ligeramente más largas que anchas, con un sinus lineal, profundo, cerrado la mayor parte. Hemicélulas trapeziformes con lados laterales convexos y margen delicadamente crenado. No se pudo observar a detalle la ornamentación. Largo de la célula 18.0-22.61 µm, ancho 16-20.98 µm.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce, mesotróficos.</p>



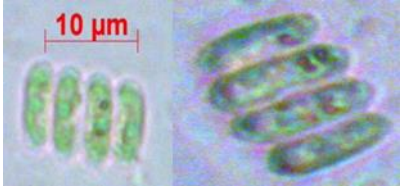

<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>subprotumidum</i> Nordst</p>		<p>Células solitarias con constricción mediana (sinus) profunda, linear y cerrada la mayor parte. Se conforma por 2 hemicélulas. La pared celular lisa con poros dispersos, o adornada con gránulos pequeños o grandes (no se observa la ornamentación de la hemicélula). Cada hemicélula con un cloroplasto y con un pirenoide; en forma trapeziforme con un ápice producido, con lados laterales convexos y márgenes crenados. Largo de la célula 17.75-17.92 µm, ancho 15.99-17.75 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en sistemas de agua dulce, mesotróficos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>hammeri</i> Reinsch</p>		<p>Célula con una constricción (sinus) profunda y en el centro del cuerpo celular; más largas que anchas; cada hemicélula en forma piramidal, con un cloroplasto y un pirenoide en cada una de estas. Márgenes lisos. Largo de la célula 34.82-35.5 µm, ancho 27.9-28.06µm.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>subgranatum</i> var. <i>subgranatum</i> Nordst</p>		<p>Hemicélulas en forma piramidal con una o dos ondulaciones en el margen, con un cloroplasto y con un solo pirenoide. Sinus poco profundo. Largo de la célula 21.78-22.99 µm, ancho 18.58-18.87 µm.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce. Meso-eutrófico.</p>

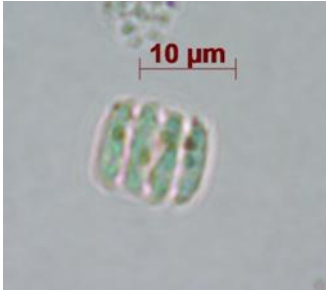

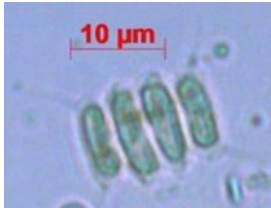
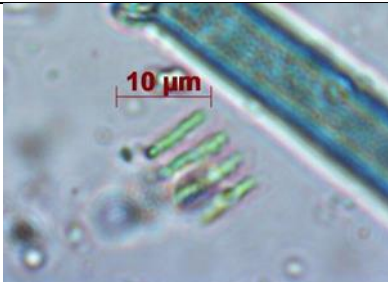
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>subcostatum</i> Nordst</p>		<p>Células de 30.91-34.6 µm de largo, 30.04-33.17 µm de ancho; Sinus profundo, estrecho, lineal, dilatado internamente; Hemicélulas subtrapeziformes, ángulos inferiores ampliamente redondeados con pequeñas crenulaciones, los márgenes laterales típicamente convexos; con un cloroplasto y dos pirenoides por hemicélula. No se observa la ornamentación granular.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce, ambientes mesotróficos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>protractum</i> (Nageli) De Bary</p>		<p>Célula con hemicélulas de 3 lóbulos. El lóbulo apical trapeziforme pasa abruptamente hacia los lóbulos laterales semicirculares. Se alcanzan a observar gránulos en la pared celular. Por cada hemicélula se observa un cloroplasto y dos pirenoides. Células de 33.25 µm de largo, 29.16 µm de ancho.</p> <p>Ecología: En cuerpos de agua mesotróficos de agua dulce.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>regnellii</i> Wille</p>		<p>Células ligeramente más largas que anchas con un sinus profundo y lineal cerrado la mayor parte. Hemicélulas hexagonales con ángulos redondeados y márgenes lisos. Células de 11.46 µm de largo, 10.43 µm de ancho.</p> <p>Ecología: En cuerpos de agua meso-eutróficos de agua dulce.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>laeve</i> Rabenh</p>		<p>Células de 22.11-24.45 µm de largo, 16.89-17.62 µm de ancho, más largas que anchas, sinus muy profundo, lineal, cerrado; Hemicélulas semielípticas a subpiramidales, márgenes laterales lisos, rectos y ligeramente convexos; Pared</p>

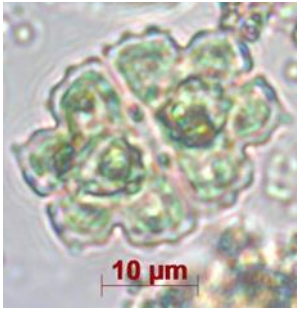

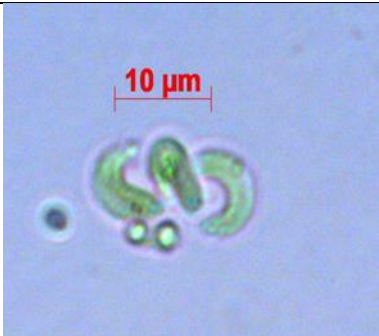
		<p>escasamente punteada o punteada.</p> <p>Ecología: En cuerpos de agua meso-eutróficos de agua dulce. Se encuentra en el plancton y bentos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>punctulatum</i> var. <i>subpunctulatum</i> Nordst</p>		<p>Células ligeramente más largas que anchas con un sinus profundo y lineal cerrado la mayor parte. Hemicélulas trapeciformes con lados laterales convexos y ángulos redondeados. Cloroplasto con un solo pirenoide. Largo de la célula 24.06-27.69 µm, ancho 22.79-26.68 µm.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce, meso-eutróficos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> Especie: <i>boeckii</i> Wille</p>		<p>Células ligeramente más largas que anchas con un sinus profundo, lineal y cerrado la mayor parte. Hemicélulas en forma semicircular a trapeciforme con undulaciones en el margen; con ornamentación en forma de verruga. Con un solo pirenoide por hemicélula. Longitud de la célula es 18.61-22.98 µm, y ancho de 16.8-20.54 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en aguas dulces, mesotrófica. Común en el bentos.</p>
<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> sp1</p>		<p>Células solitarias con constricción mediana (sinus) profunda, lineal y cerrada la mayor parte. Se conforma por 2 hemicélulas. Cada hemicélula con un cloroplasto y un pirenoide; en forma trapeciforme con lados laterales convexos y márgenes ligeramente crenados. Largo de la célula 48.69 µm, ancho 50.09 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en sistemas de agua dulce, mesotróficos.</p>

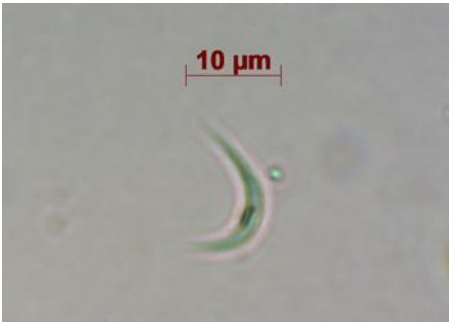
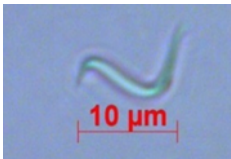


<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmidiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Cosmarium</i> sp2</p>		<p>Células con sinus profundo y cerrado la mayor parte. Se conforma por 2 hemicélulas. Cada hemicélula con un cloroplasto y con un pirenoide; en forma piramidal con lados laterales convexos y márgenes lisos. Largo de la célula 17.55-17.98 µm, ancho 14.33- 14.76 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en sistemas de agua dulce, mesotróficos.</p>
<p>Clase: Trebouxiophyceae Orden: Trebouxiophyceales Familia: Trebouxiophyceae Género: <i>Crucigenia</i> Especie: <i>tetrapedia</i> (Kirchner) West</p>		<p>Cenobio regularmente de forma cuadrada con espacios diminutos internos. Mide 11.2-13.5 µm de diámetro.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce en diversos cuerpos de agua. En ríos de flujo lento</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>armatus</i> Chodat E. Hegewald.</p>		<p>Cenobio de 4 células linealmente arregladas; Células largas-cilíndricas a ovoides-cilíndricas, que se estrechan hacia los ápices redondeados, con una espina en cada lado de los ápices de las células marginales, o sólo una en cada célula marginal y diagonalmente simétrica, con la pared más externa de las células marginales rectas o ligeramente convexas. Longitud de la célula es 13.21-14.24 µm, y ancho de 3.21-3.59 µm.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Comúnmente en cuerpos de agua moderadamente enriquecidos con nutrientes.</p>


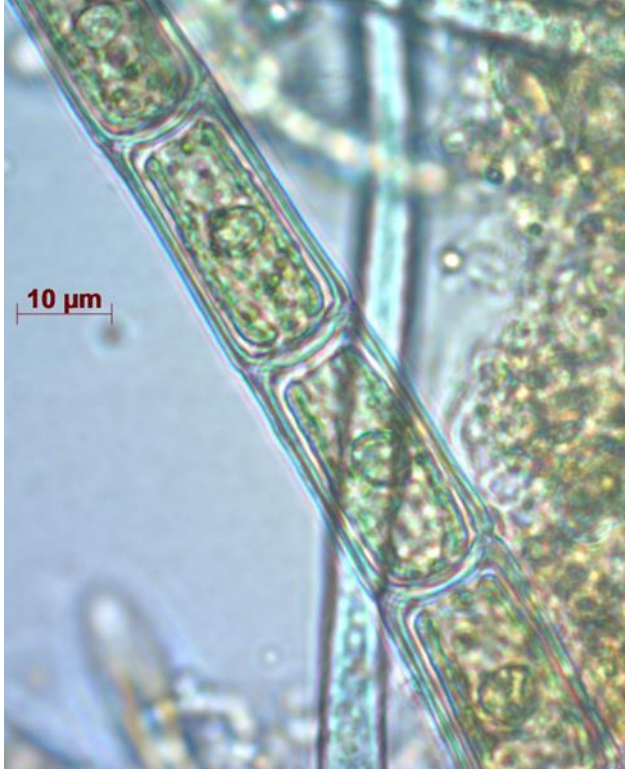
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) E. Hegewald</p>		<p>Cenobio de 4 células cilíndricas con una espina en el ápice de cada célula marginal de forma diagonal. Las células miden de 3.0 a 3.67 µm de ancho y de 8.0 a 9.23 µm de largo.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Se encuentra en varios cuerpos de agua moderadamente enriquecidos de nutrientes.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>bicaudatus</i> (Dedusenko) Tsarenko</p>		<p>Cenobio de cuatro células en línea recta; células de 4.2-5.21 µm de ancho, 14.03-14.7 µm de largo, forma larga elipsoidal, con ápices redondeados y espinas diagonalmente simétricas en cada una de las células marginales; paredes sin ornamentación.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>brasiliensis</i> (Bohlin) E. Hegewald</p>		<p>Cenobio plano, 4 células dispuestas linealmente; células externas e internas elípticas a oblongadas, polos arredondados. Pared celular ornamentada. Un cloroplasto y un pirenoide por célula. No se distingue los dientes en los polos de las células.</p> <p>Dimensiones: 14.68 a 17.27 µm de largo y 5.9 a 6.9 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Se encuentra presente en superficie como fondo de los cuerpos de agua.</p>

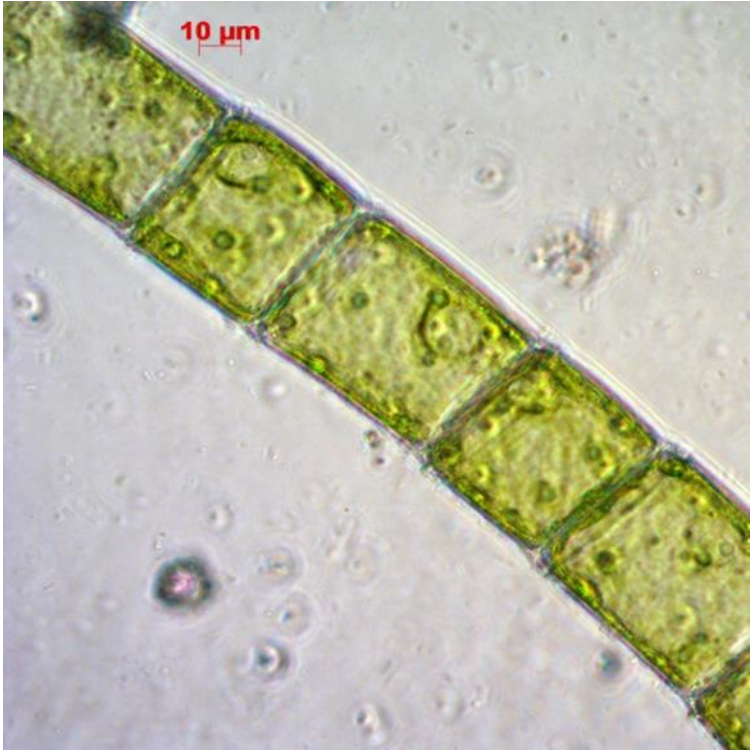
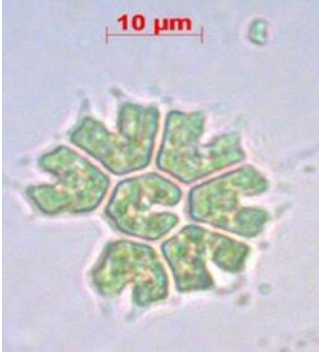
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>communis</i> E. Hegewald</p>		<p>Cenobio constituido por 4 células elongadas cilíndricas a ovoides con una espina en cada extremo de los ápices; células de 5 a 7 µm de ancho y de 13 a 16 µm de largo. Las células son uninucleadas con cloroplasto simple.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce, asociada con superficies sumergidas.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>denticulatus</i> (Lagerheim) An, Friedl et E. Hegewald</p>		<p>Cenobio de 2 células alternadas en una fila con espacios entre ápices. Dimensiones: 12.7 a 13.45 µm de largo y 7.48 a 7.55 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>ecornis</i> Ehrenberg</p>		<p>Cenobios planos, lineares, de 4 células; células elípticas, rectas, con extremos redondos, pared celular lisa; un cloroplasto y un pirenoide en cada célula. Dimensiones: 8.88 a 10.13 µm de largo y 3.5 a 4.45 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Por lo regular se encuentra en el perifiton</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>flavensces</i> (Chodat) E. Hegewald</p>		<p>Cenobio de 2 células dispuestas linealmente, de forma cilíndrica a ovoide; células marginales a veces con lados paralelos y ápices ligeramente curvados con espinas rectas o ligeramente curvadas en cada ápice. Las células miden de 4.24 µm de ancho y de a 9.62 µm de largo.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce.</p>

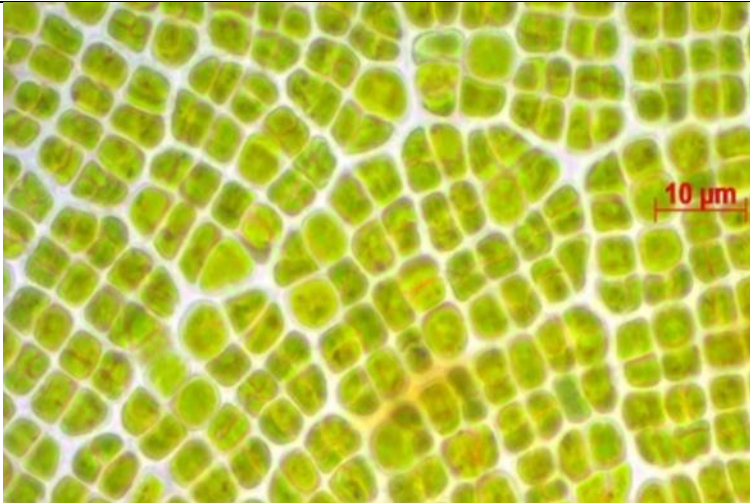


<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>hytrix</i> (Lagerheim)</p>		<p>Cenobio de 4 células lineares, carente de mucilago, con ápices agudos que tienen un solo diente, la pared más externa de la célula marginal recta; Paredes cubiertas de dientes pequeños. Dimensiones: 13.02-13.66 µm de largo y 3.08-3.88 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>protuberans</i> (F.E. Fritsch et M.F. Rich) E. Hegewald</p>		<p>Cenobio de 4 células en línea recta, de forma oblicua a recta con paredes lisas y ápices ligeramente redondeados, en las células marginales con ápices truncados y con una espina en cada extremo de los ápices. Células de 4.03-4.41 µm de ancho y de 12.36 a 13.84 µm de largo.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce. Asociada con superficies sumergidas en muchos tipos de hábitats acuáticos como lagos, reservorios y ríos.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> Especie: <i>quadricauda</i> (Turpin) Brebisson</p>		<p>Cenobio de vida libre de cuatro células cilíndricas con puntas redondeadas; células exteriores con un par de espinas largas, rectas y delgadas en los extremos. Células de µm ancho 2.65-2.91 y 9.8-10.92 µm de largo.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce; por lo regular se encuentra con más frecuencia en lagos y lagunas</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Desmodesmus</i> sp.</p>		<p>Cenobio de 4 células lineares, con ápices agudos; pared de la célula recta.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Ambientes lóticos de flujo lento.</p>

<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Desmiales Familia: Desmidiaceae Género: <i>Euastrum</i> Especie: <i>denticulatum</i> F. Gay</p>		<p>Forma de visa libre. Células con contorno rugoso en forma trapezoidal, lóbulos mutuamente separados por incurvaciones amplias. Ápices truncados con forma de V, muesca que varía en anchura y profundidad pero siempre acentuadamente acotada. Con una corta espina en la terminación de los ángulos apicales. Lóbulos basales truncados. Con un cloroplasto y pirenoide por hemicélula. Largo 26.64-27.12 µm, ancho 18.78-19.22 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en sistemas de agua dulce, meso-oligotróficos.</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Scenedesmaceae Género: <i>Hariotina</i> Especie: <i>reticulatum</i> (P.A. Dangeard) Senn</p>		<p>Cenobio esférico a ovoide de 32-34 µm de diámetro con 8 a 32 células flotantes esféricas a elipsoidales de 6.9-9.6 µm de diámetro.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce.</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Kirchneriella</i> Especie: <i>irregularis</i> (G.M. Smith) Korshikov</p>		<p>Cenobio de tres células de 3-4 µm de ancho, largo 6-6.5 µm; células curvadas en forma de c, con ápices redondeados. Con un solo cloroplasto.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, asociada a vegetación acuática en</p>

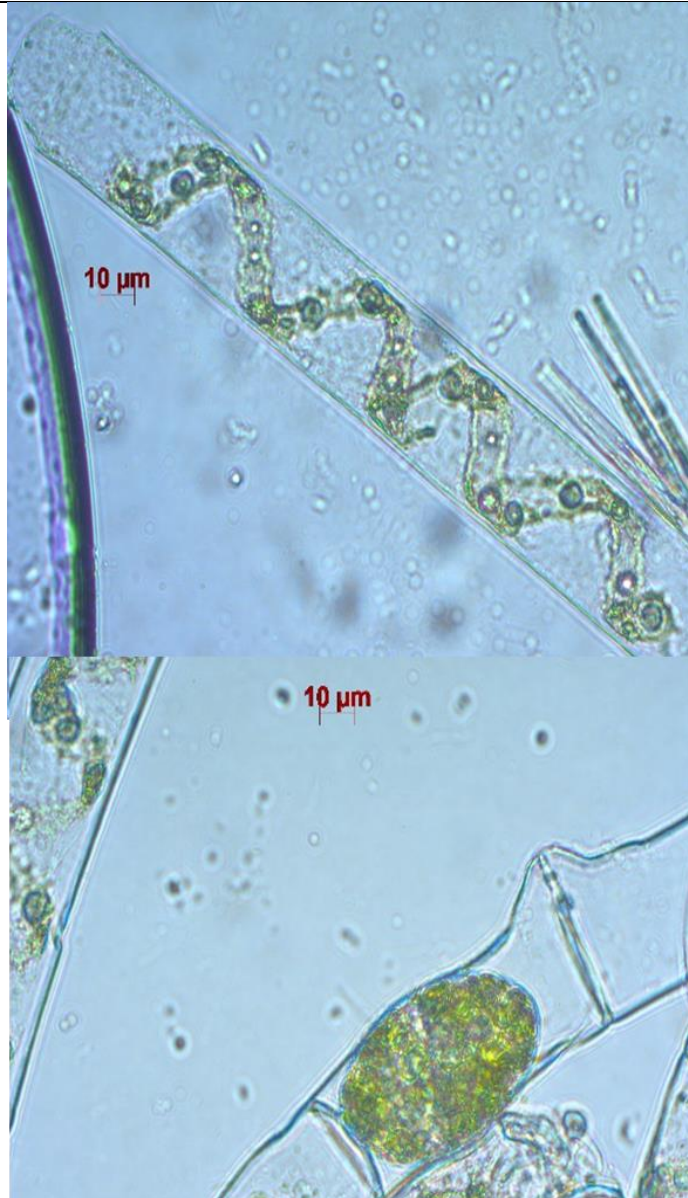
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Monoraphidium</i> Especie: <i>arcuatum</i> (Korshikov) Hindak.</p>		<p>Célula en forma de arco, estrechándose igualmente a cada vértice finamente puntiagudo, ligeramente curvado. Dimensiones: 13.75-14.01 µm de largo y 2.39-2.82 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Frecuentemente en sistemas acuáticos como ríos ricos en nutrientes.</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Monoraphidium</i> Especie: <i>contortum</i> (Thuret) Komarkova</p>		<p>Células ligeramente dobladas en forma de espiral con ápices puntiagudos. Longitud de la célula es 13–13.2 µm, ancho 1.7–1.8 µm.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce asociada con superficies sumergidas.</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Monoraphidium</i> Especie: <i>falcatus</i> (Nag) Rab.</p>		<p>Célula recta que al parecer termina en punta a los lados. Dimensiones: 33.12-34.63 µm de largo y 2.08-3.13 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Plantónica en numerosos cuerpos de agua; Frecuente en lluvias, tanto en la superficie como en el fondo.</p>
<p>Clase: Clorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Monoraphidium</i> Especie: <i>griffithii</i> (Berkeley) Komarkova-Legnerova</p>		<p>Células usualmente 12 veces más largas que anchas, estrechándose igualmente a cada vértice finamente puntiagudo y recto. Dimensiones: 54.29 µm de largo y 3.36 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Está asociada con superficies sumergidas en varios tipos de cuerpo de agua.</p>

<p>Clase: Zygnematophyceae Orden: Zygnematales Familia: Zygnemataceae Género: <i>Mougeotia</i> sp. C. Agardh</p>		<p>Filamentos cilíndricos, uniseriados con paredes delgadas. Con un cloroplasto laminar axial en posición central, con 3 pirenoides. Células de 98.0-127.0 μm de largo y 16.0-24.0 μm de ancho. Septo elíptico. No presentan estructuras de reproducción.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce; se encuentra en zonas de remanso.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Oedogoniales Familia: Oedogoniaceae Género: <i>Oedogonium</i> sp1. Link</p>		<p>Filamentos no ramificados, cloroplasto parietal con varios pirenoides. Las células son rectangulares y más largas que anchas. Dimensiones: 16.37-17.45 μm de largo y 27.79-29.12 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Género de aguas dulces. Abundantes en aguas lentas o de poca corriente. También se encuentra en zonas de deslizamiento.</p>

<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Oedogoniales Familia: Oedogoniaceae Género: <i>Oedogonium</i> sp2 Link</p>		<p>Filamentos no ramificados, cloroplasto parietal con varios pirenoides. Las células son rectangulares y más largas que anchas. De 46.09-71.06 μm de largo y 43.63.45.38μm de ancho.</p> <p>Ecología: Género de aguas dulces. Abundantes en aguas lentas o de poca corriente. También se encuentra en zonas de deslizamiento.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Hydrodictyaceae Género: <i>Pediastrum</i> Especie: <i>tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs</p>		<p>Cenobio de 8 células sin espacios intercelulares con cloroplastos en forma de placa, 12.67-12.95 μm de diámetro; Todas las células divididas con una incisión profunda central, pared celular lisa; forma trapezoidal inversa. Células marginales 6.89-8.6 μm x 6.25-7.71 μm; Célula internas 7.09-7.99 μm x 5.59-8.22 μm.</p> <p>Ecología: Especie de aguas dulces, se encuentra en cuerpos de agua de ligero a moderadamente enriquecidos con nutrientes.</p>

<p>Clase: Ulvothyceae Orden: Ulvales Familia: Prasiolaceae Género: <i>Prasiola</i> Especie: <i>mexicana</i> J. Agardh</p>	 	<p>Talos laminares monostromáticos de color verde oscuro, de 2.0-9.0 cm de altura y 0.3-4.5 cm de ancho; superficie corrugada.</p> <p>La lámina se conforma a partir de células vegetativas, de cuadradas a ovaladas dispuestas en tétradas; son células uninucleadas con cloroplasto estrellado y un pirenoide central.</p> <p>Dimensiones celulares de 6.3-10.31 μm de largo y de 5.8-7.7 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce que se encuentra en zonas de deslizamiento sobre sustratos rocosos en ríos hasta 20 cm de profundidad; crecimiento visible. Bentónica</p>
<p>Clase: Chlorophyceae Orden: Sphaeropleales Familia: Selenastraceae Género: <i>Selenastrum</i> Especie: <i>gracile</i> Reinsch</p>		<p>Cenobios de 1 hasta 16 células que se cruzan centralmente en varias direcciones, conectadas por mucílago, encerradas dentro de una envoltura mucilaginoso, estrechándose en los ápices los cuales son agudos y curvados. Células marcadamente arqueadas.</p> <p>Dimensiones: 7.42-7.89 μm de largo y 3.99-4.05 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Planctónica y también está asociada con superficies sumergidas en varios tipos de sistemas acuáticos.</p>

Clase:
Zygnematophyceae
Orden:
Zygnematales
Familia:
Zygnemataceae
Género:
Spirogyra
Especie:
grevilleana (Hassall)
Kützing



Células de 33-36 µm de ancho, 161-218 µm de largo. Paredes extremas con forma de anillo; Cloroplasto simple haciendo 4-5 vueltas en la célula; Conjugación de tipo lateral; células fertilizadas infladas hasta 36-43 µm de ancho, filamentos masculinos permanecen cilíndricos; Zigosporas ovoides, 60-90 µm de largo.

Ecología:
Especie de agua dulce; abundante y frecuente en zonas bajas de flujo lento.

Clase:
Zygnematophyceae
Orden:
Zygnematales
Familia:
Zygnemataceae
Género:
Spirogyra sp. 1



Conjunto de filamentos no ramificados, células cilíndricas con pirenoides en fila, con cloroplastos con varias vueltas en espiral de un extremo de la célula a otra.
Las células miden de 50.6-51.36 µm de ancho; 73.52-77.4 µm de largo.
Conjugación no observada.

Ecología:
Especie de agua dulce que se encuentra en ríos con corrientes de flujo lento y rápido; crecimiento visible.

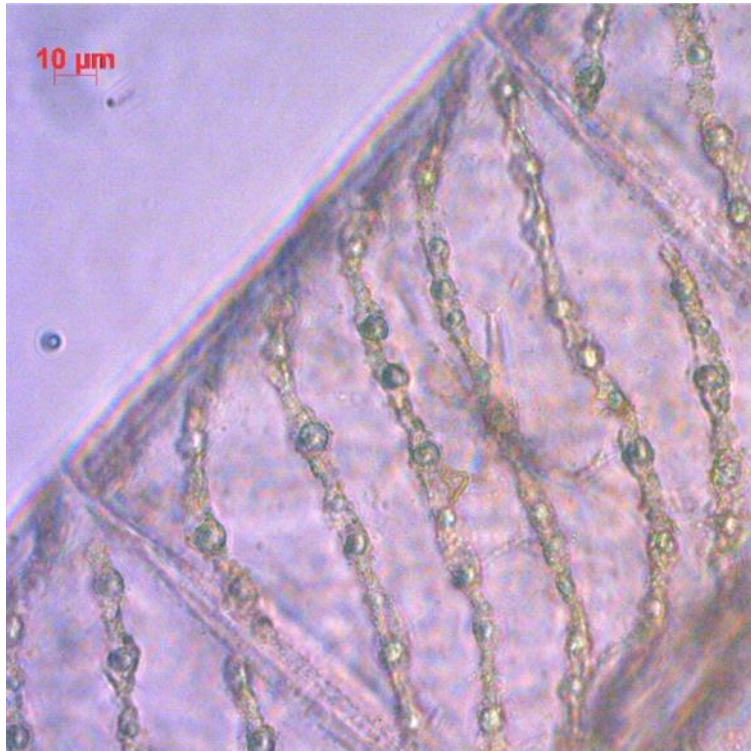
Clase:
Zygnematomyceae
Orden:
Zygnematales
Familia:
Zygnemataceae
Género:
Spirogyra sp2



Conjunto de filamentos no ramificados, células cilíndricas con pirenoides en fila, con cloroplastos con varias vueltas en espiral de un extremo de la célula a otra. Las células de 42-46.5 μm de ancho; 213-216 μm de largo. Conjugación no observada.


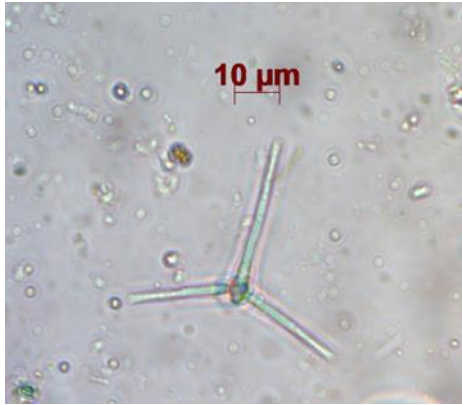
Ecología:
Especie de agua dulce que se encuentra en ríos con corrientes de flujo lento y rápido; crecimiento visible.

Clase:
Zygnematophyceae
Orden:
Zygnematales
Familia:
Zygnemataceae
Género:
Spirogyra sp3



Células con núcleo en el centro, de 134-165 μm de ancho, 130-148 μm de largo, paredes planas; Los cloroplastos de 6-12. No se observó la fase de conjugación.

Ecología:
Especie de agua dulce que se encuentra en ríos con corrientes de flujo lento y rápido; crecimiento visible.

<p>Clase: Zygnematophyceae</p> <p>Orden: Desmidiales</p> <p>Familia: Desmidiaceae</p> <p>Género: <i>Staurastrum</i></p> <p>Especie: <i>bieneanum</i> Rabenh.</p>		<p>Células solitarias, con una constricción en la parte media, la cual une las dos hemicélulas. Células en forma ovalada con márgenes lisos.</p> <p>Largo de la célula 26-26.35 µm, ancho 28-29 µm.</p> <p>Ecología: Se encuentra en sistemas de agua dulce, mesotróficos.</p>
<p>Clase: Chlorophyceae</p> <p>Orden: Chamydomodales</p> <p>Familia: Treubariaceae</p> <p>Género: <i>Treubaria</i></p> <p>Especie: <i>crassipina</i> G.M. Smith</p>		<p>Células solitarias, elongadas triangulares, con paredes delgadas e incoloras, rodeadas por mucílago. Ápices agudos.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce asociada a superficies sumergidas y a ríos de flujo lento con muchos nutrientes.</p>




Clase:
Zygnematophyceae
Orden:
Zygnematales
Familia:
Zygnemataceae
Género:
Zygnema
Especie:
cruciatum (Vaucher) C.
Agardh



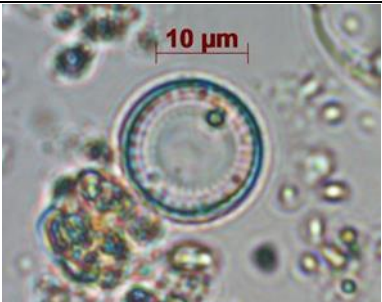




Células con dos cloroplastos en forma de estrella de 35 a 37 µm de ancho y de 39 a 45 µm de largo. Conjugación en forma de escalera, zigosporas formadas en gametangios que permanecen cilíndricos o ligeramente agrandados; zigosporas esféricas de 30 a 38 µm de ancho y de 32 a 40 µm de largo.


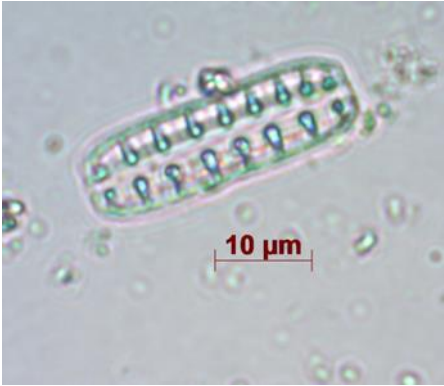

Ecología:
Especie de agua dulce. Se encuentra en hábitats ácidos y alcalinos.

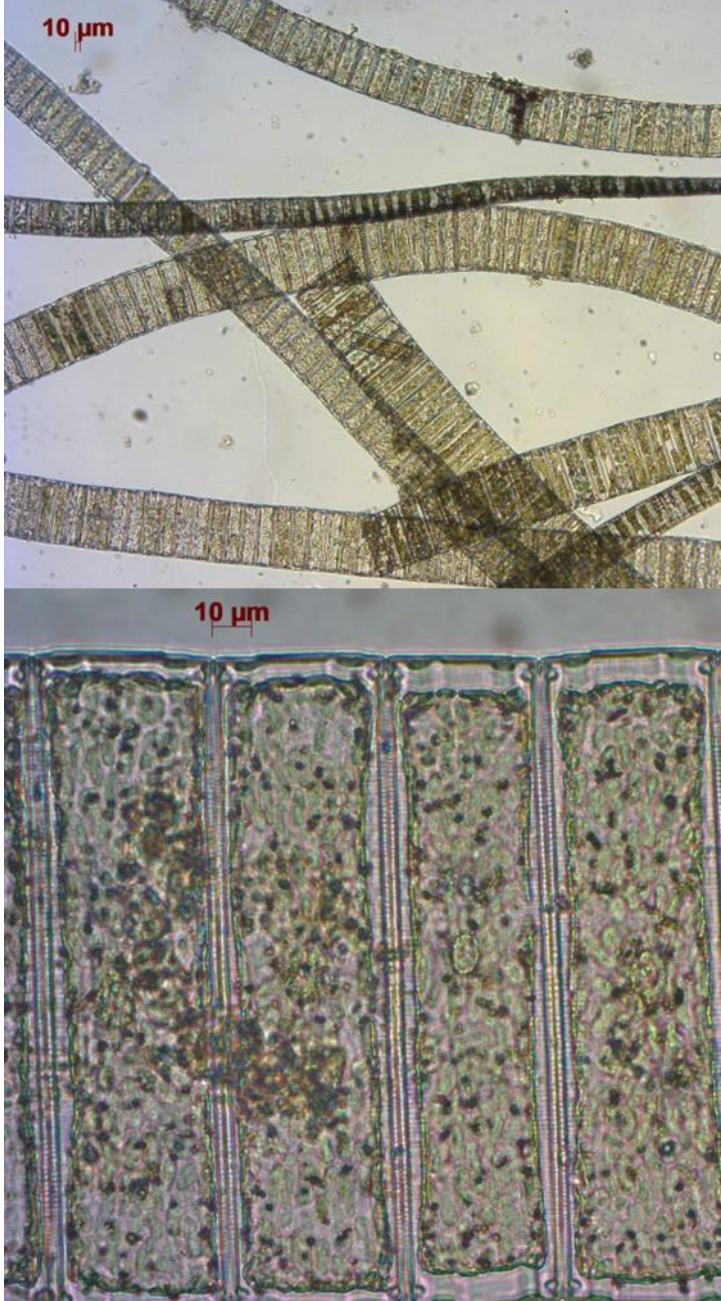
División: Heterokontophyta

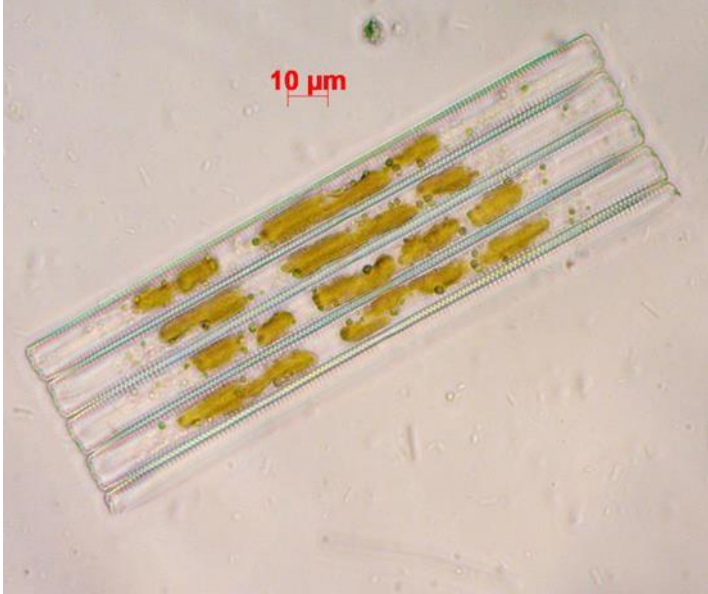


<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Amphora</i> sp1 Ehrenberg</p>		<p>Género que consta de dos valvas cymbeliformes asociadas, de células largas, elípticas, longitudinalmente asimétricas y con estrías transversales. Tiene rafe ondulado. Mide 35.96-42.72 µm de largo y 12.58-16.78 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, especies bentónicas en los ríos.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Amphora</i> sp2 Ehrenberg</p>		<p>Género que consta de dos valvas cymbeliformes asociadas, de células largas, elípticas, longitudinalmente asimétricas y con estrías transversales. Tiene rafe ondulado. Mide 27.34- 29.62 µm de largo y 14.79-15,69 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, especies bentónicas en los ríos.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Anomoeoneis</i> Pfitzer</p>		<p>Las valvas son lanceoladas a elípticas-lanceoladas, con ápices ampliamente redondeados. El área central es simétrica. Los extremos distales del rafe son desviados. No se alcanzan a distinguir las estrías. Dimensiones: 35.23-38.84 µm de largo y de 9.4-9.52 µm de ancho.</p> <p>Ecología: De agua dulce. Las especies crecen en hábitats epipélicos de alta conductividad.</p>



<p>Clase: Bacillariophyceae</p> <p>Orden: Surirellales</p> <p>Familia: Surirellaceae</p> <p>Género: <i>Campylodiscus</i> Ehrenberg</p>		<p>Células solitarias, con valvas circulares; de perfil tienen forma de silla. Presentan grandes costillas en el borde y puntuaciones en la superficie de la valva.</p> <p>Ecología: En general son especies bentónicas de agua dulce.</p>
<p>Clase: Fragilariophyceae</p> <p>Orden: Achnanthes</p> <p>Familia: Achnantaceae</p> <p>Género: <i>Cocconeis</i> Ehrenberg</p>		<p>Célula de vida libre. Frústula elíptica, con simetría bilateral, con rafe lineal en la hipovalva y un pseudorafe ancho en la epivalva. Mide 35.91-45.76 µm de largo y 20.06-27.67 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, por lo general en sedimentos de ríos, lagunas, manantiales. Bentónica.</p>
<p>Clase: Coscinodiscophyceae</p> <p>Orden: Thalassiosirales</p> <p>Familia: Coscinodiscaceae</p> <p>Género: <i>Cyclotella</i> Kutzing</p>		<p>Células solitarias cilíndricas de 14.66-19.04 µm de diámetro; valvas circulares con dos regiones concéntricas.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Por lo regular en Plancton.</p>



<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Cymbella</i> sp1. Agardh</p>		<p>Células solitarias, con el borde ventral casi recto con una ligera curvatura convexa al centro con extremos rostrados, el borde dorsal muy curvo, rafe curvado siguiendo la forma de la célula; valvas longitudinalmente asimétricas, con un lado convexo y el otro recto, o ligeramente cóncavo; Mide 84.75-90.13 µm de largo y 20.85-21.88 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce en zonas de deslizamiento y remanso. La mayoría de especies son epífitas, bentónicas, sobre piedras.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Cymbella</i> sp2. Agardh</p>		<p>Células solitarias, con el margen ventral ligeramente rectilíneo, el margen dorsal muy curvo con extremos ligeramente rostrados, rafe curvado siguiendo la forma de la célula; valvas longitudinalmente asimétricas, semilanceoladas; Mide 119.98.3-136.35 µm de largo y 25.52-28.42 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce en zonas de deslizamiento. La mayoría de especies son epífitas, bentónicas, sobre piedras.</p>

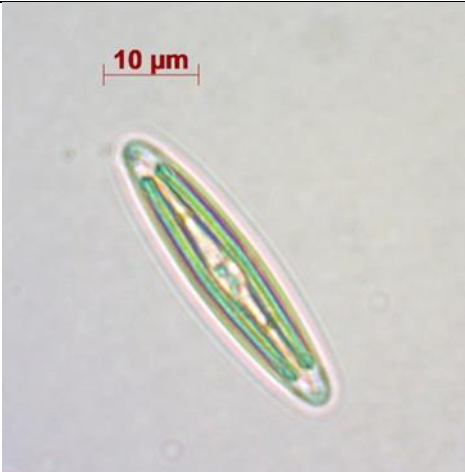


<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Cymbella</i> sp3. Agardh</p>		<p>Células solitarias, con el borde ventral casi rectilíneo, el borde dorsal muy curvo, rafe curvado siguiendo la forma de la célula; valvas longitudinalmente asimétricas, con un lado convexo y el otro recto, o ligeramente cóncavo; estrías transversales y radiales. Mide 61.01-66.76 µm de largo y 18.27 -19.41 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, La mayoría de especies son epifitas, bentónicas, sobre piedras.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Epithemiales Familia: Epithemiaceae Género: <i>Denticula</i> Kützing</p>		<p>Células con valvas elongadas, simétricas, lineares y lanceoladas o elípticas en vista cingular. El rafe de cada valva se coloca diagonalmente opuesto el uno al otro, está situado dentro de una quilla ancha. Las fíbulas se ensanchan cerca de los márgenes de la valva para formar una apariencia de "dientes", de ahí el nombre de <i>Denticula</i>. En vista valvar con algunos lados convexos y polos truncados. Mide 29.31-30.02 µm de largo y 9.06-9.97 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce. Las especies ocurren en hábitats bastante diversos. Algunas especies pueden ser localmente abundantes en aguas ricas en carbonato de conductividad moderada.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Epithemiales Familia: Epithemiaceae Género: <i>Epithemia</i> Brebisson</p>		<p>Células solitarias, en forma de media luna en vista cingular, con costillas radiales muy marcadas alternando con puntuaciones. Rafe marginal, forma una "V" en la zona de inflexión, en el centro de la valva, con los extremos redondos o</p>


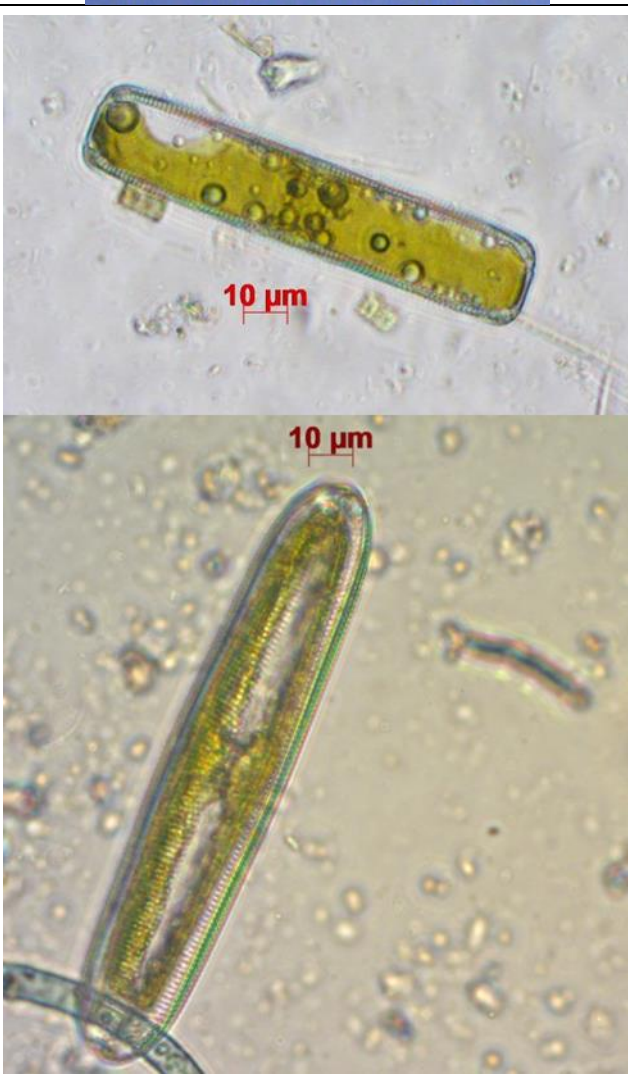
		<p>aguzados, generalmente, convexos. Vista valvar en forma semirectangular Mide 127.6-129.89 μm de largo y 43.1-45.02 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, son epífitas.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Eunotiales Familia: Eunotiaceae Género: <i>Eunotia</i> Especie : <i>formica</i> Ehrenberg</p>		<p>Vista cingular rectangular con nódulos terminales, bandas intercalares presentes. Células libres flotantes en colonias largas en forma de cinta, unidas por valvas; de 142.62-157.24 μm de largo y 35.45-48.58 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce con profundidad de hasta 26 cm con poco movimiento; crecimiento visible en forma de filamentos; color café-verde oscuro.</p>



<p>Clase: Fragilariophyceae Orden: Fragilariales Familia: Fragilariaceae Género: <i>Fragilaria</i> Lyngbye</p>		<p>Valvas lineares a fusiformes, simetría bilateral, tienen una o más bandas intercalares en vista cingular. Mide 144.77-161.21 µm de largo y 8.99-9.84 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, por lo general en sedimentos de ríos, lagunas, manantiales. Bentónica.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Amphipleuraceae Género: <i>Frustulia</i> Agardh</p>		<p>Células solitarias, valvas en forma naviculoide (linear elíptica a rombo. lanceolada). El rafo es una ranura entre las costillas síliceas que se funden en el nódulo terminal, apareciendo a menudo como una sola costilla, dos extremos de la costilla no conectados en el nódulo central; Estrías longitudinales y transversales.</p> <p>Dimensiones: 118.59-118.99 µm de largo y de 18.95-20.04 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Género de agua dulce.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Cymbellales Familia: Gomphonemataceae Género: <i>Gomphonema</i> Agardh</p>		<p>Células solitarias y en movimiento, o sobre tallos gelatinosos o en matriz, transversalmente asimétricas tanto en vista valvar como cingular.</p> <p>Valvas rectas o lanceoladas. La mitad superior generalmente es más ancha que la inferior. Vista cingular en forma de cuña.</p> <p>Dimensiones: 45.32-45.67 µm de largo y de 17.39 µm de ancho de la mitad superior y la mitad inferior de 5.01 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Genero de agua dulce.</p>


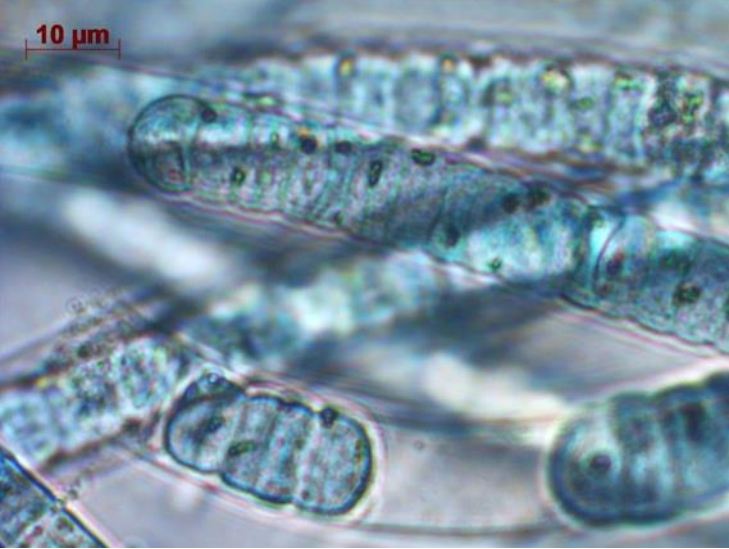
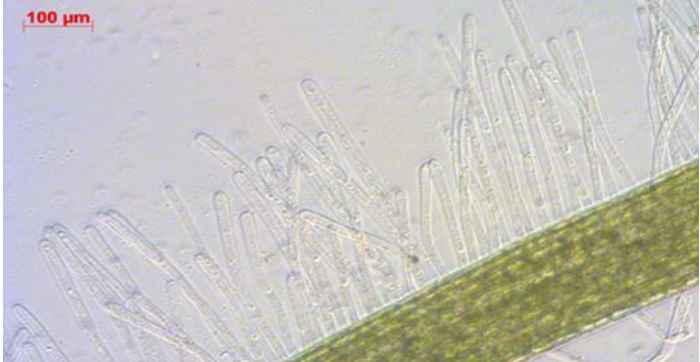
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Gyrosigma</i> sp1 Hassall</p>		<p>Las valvas son sigmoides en el contorno de la válvula. El área axial es estrecha y también sigmoide, conteniendo un rafe sigmoide. Las estrías están formadas por areolas puntiformes y filas de forma que son perpendiculares y paralelas a los ejes apicales y transapicales. El área central es redonda a elíptica. Los extremos proximales del rafe proximal se desvían en direcciones opuestas entre sí.</p> <p>Dimensiones: 55.89-65.77 µm de largo y de 5.89-7.32 µm de ancho.</p> <p>Ecología: El género está ampliamente distribuido en aguas dulces.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Gyrosigma</i> sp2 Hassall</p>		<p>Las valvas son sigmoides. El área axial es estrecha y también sigmoide, conteniendo un rafe sigmoide. Las estrías están formadas por areolas puntiformes y filas de forma que son perpendiculares y paralelas a los ejes apicales y transapicales. El área central es redonda a elíptica. Los extremos proximales del rafe proximal se desvían en direcciones opuestas entre sí.</p> <p>Dimensiones: 63.72-64.45 µm de largo y de 8.24-10.42 µm de ancho.</p> <p>Ecología: El género está ampliamente distribuido en aguas dulces.</p>

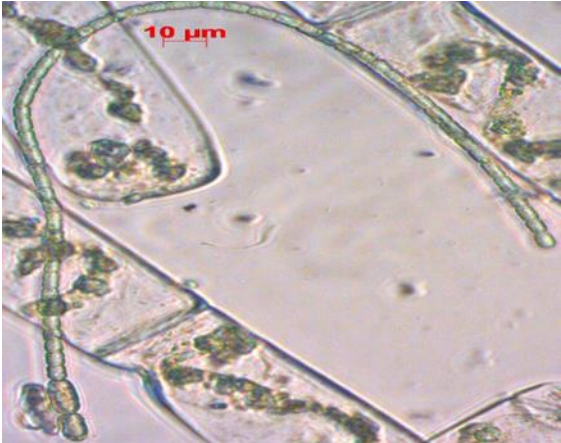

<p>Clase: Bacillariophyceae</p> <p>Orden: Naviculales</p> <p>Familia: Naviculaceae</p> <p>Género: <i>Gyrosigma</i> sp3. Hassall</p>		<p>Las valvas son sigmoides en el contorno de la válvula. El área axial es estrecha y también sigmoide, conteniendo un rafe sigmoide. Las estrías están formadas por areolas puntiformes y filas de forma que son perpendiculares y paralelas a los ejes apicales y transapicales. El área central es redonda a elíptica. Los extremos proximales del rafe proximal se desvían en direcciones opuestas entre sí.</p> <p>Dimensiones: 63.68-63.95 μm de largo y de 9.02-10.77 μm de ancho.</p> <p>Ecología: El género está ampliamente distribuido en aguas dulces.</p>
<p>Clase: Coscinodiscophyceae</p> <p>Orden: Melosirales</p> <p>Familia: Melosiraceae</p> <p>Género: <i>Melosira</i> Agardh</p>		<p>Células cilíndricas. Las válvulas tienen poca ornamentación. Carecen de características distintivas, incluyendo costillas, septos y espinas. Los frústulos forman colonias largas ligadas en la cara valvar.</p> <p>Dimensiones: 24.07-26.55 μm de largo y de 15.85-16.32 μm de ancho.</p> <p>Ecología: Género que contiene un pequeño número de especies de agua dulce, crece en hábitats bentónicos de arroyos, ríos y lagos eutróficos.</p>

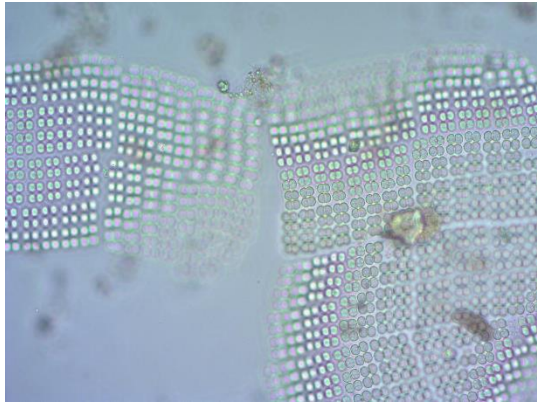


<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Navicula</i> sp1 Bory</p>		<p>Célula simétrica, valvas fusiformes, con extremos redondeados isopolares, rafe ancho continuo, se observa nódulo central. Dos cloroplastos laminares. Dimensiones: 34.07-42.47 µm de largo y de 7.77-9.93 µm de ancho.</p> <p>Ecología: De agua dulce, crece en hábitats planctónicos y en los sedimentos de los ríos.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Navicula</i> sp2 Bory</p>		<p>Célula con simetría bilateral, extremos semirostrados, rafe dilatado lineal, valvas fusiformes. Dos cloroplastos laminares. Dimensiones: 37.5-37.64 µm de largo y de 9.0-9.18 µm de ancho.</p> <p>Ecología: De agua dulce, crece en hábitats planctónicos y en los sedimentos de los ríos.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Navicula</i> sp3 Bory</p>		<p>Extremos semirostrados, rafe dilatado lineal, valvas fusiformes. Dos cloroplastos laminares. Dimensiones: 31.27-32.63 µm de largo y de 7.0-9.27 µm de ancho.</p> <p>Ecología: De agua dulce, crece en hábitats planctónicos y en los sedimentos de los ríos.</p>

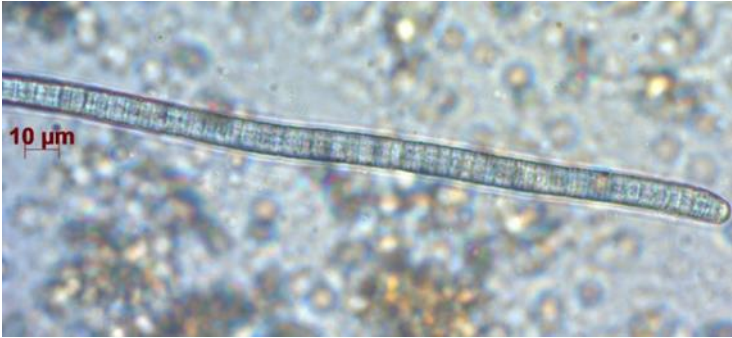

<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Navicula</i> sp4. Bory</p>		<p>Frústula de forma lanceolada, extremos distales isopolares. Dos cloroplastos laminares. Dimensiones: 33.45-35.69 µm de largo y de 7.09-9.87 µm de ancho.</p> <p>Ecología: De agua dulce, crece en hábitats planctónicos y en los sedimentos de los ríos.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Naviculales Familia: Naviculaceae Género: <i>Pinnularia</i> Ehrenberg</p>		<p>Células ovoides en vista valvar con extremos redondeados, presenta un rafe discontinuo en la zona central. Dimensiones: 139.18-141.18µm de largo y de 27.4-27.77 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Género de agua dulce.</p>

<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Epithemiales Familia: Epithemiaceae Género: <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Muller</p>		<p>Valvas lineales con curvatura en el margen ventral y ensanchamiento en el centro, extremos con forma curvada. Rafe sin nódulos, de 84.67-93.53 µm de largo y de 18.87-22.34 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce, por lo regular en zonas de remanso.</p>
<p>Clase: Bacillariophyceae Orden: Achnanthes Familia: Surirellaceae Género: <i>Surirella</i> Turpin</p>		<p>Valvas largas heteropolares (extremos de diferente tamaño). Costillas espaciadas, línea hialina central estrecha. Fenestras grandes y uno de los extremos de forma redondeada. Mide 113.22-175.79 µm de largo y 40.84-44.14 µm de ancho.</p> <p>Ecología: Se encuentra en cuerpos de agua dulce.</p>

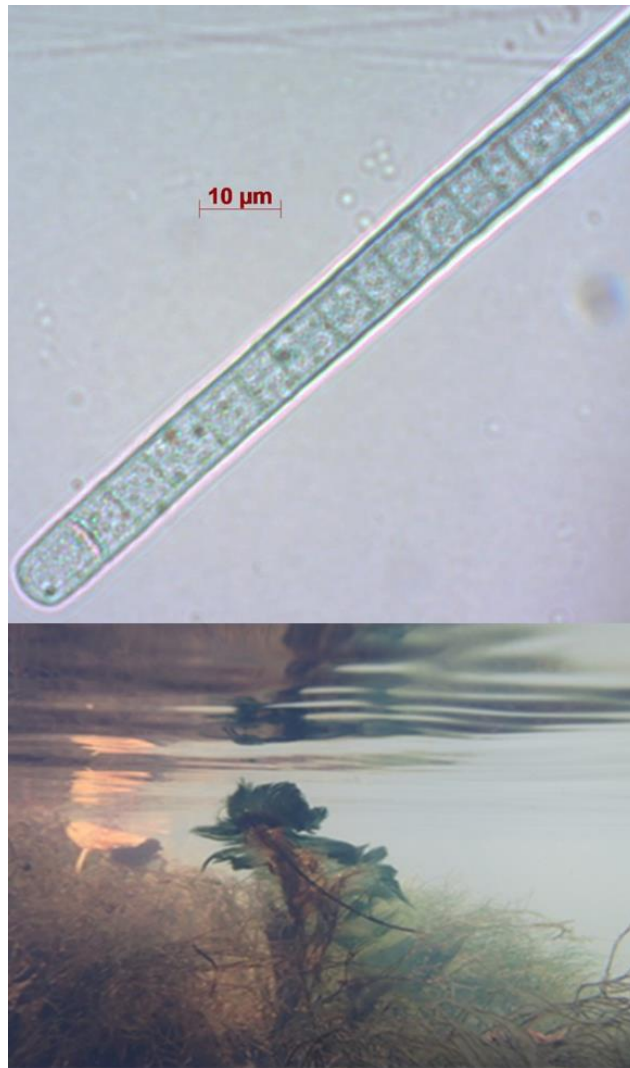
<p>Clase: Fragilariophyceae Orden: Fragilariales Familia: Fragilariaceae Género: <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg</p>		<p>Células alargadas y angostas, simétricas, con estrías paralelas cortas y finas. Dimensiones: 157.25-169.52 μm de largo y de 8.53-9.43 μm de ancho. Ecología: Género de agua dulce. Forma planctónica.</p>
División: Cyanophyta		
<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Nostocales Familia: Microchaetaceae Género: <i>Coleodesmium</i> Especie: <i>wrangellii</i> C. Agardh, Borzí.</p>		<p>Forma de crecimiento visible en forma de tapete, filamentos verde-azulados, en grupos de 2 a 4 tricomas ondulantes, constreñidos, cada una dentro de vainas independientes, incoloras y gruesas de 10.67-11.98 μm de grosor. Las células que componen al tricoma son elipsoides, de 9.77-10.39 μm de ancho y de 4.28-4.66 μm de largo. El ápice es redondeado y hemisférico. No se observaron hormogonios. Ecología: De agua dulce, crece sobre grandes rocas, en zona de salpicadura o cascada.</p>
<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Synechococcales Familia: Chamaesiphonaceae Género: <i>Cyanophanon</i> Especie: <i>mirabile</i> Geitler</p>		<p>Las células son grises, largas de 1.7-2.2 μm de ancho y 6.5-13.3 μm de largo Ecología : Crece en ambientes de agua dulce sobre superficies sólidas o en cuerpos de agua con corriente. Epifitas.</p>

<p>Clase: Cyanophyceae Orden : Nostocales Familia : Nostocaceae Género: <i>Cylindrospermum</i> sp. Kützing ex É. Bornet & C. Flahault</p>		<p>Filamentos en esterillas mucilaginosas finas o compactas, ligeramente curvadas o irregularmente enrolladas, cilíndricas en toda su longitud o ligeramente estrechadas en el centro, sin vainas, pero con mucílago muy fino, incoloro, homogéneo, difluente, simétrico, estrecho en las paredes transversales. Células cilíndricas, más largas que anchas. Los heterocitos siempre sólo terminales (surgen de las células terminales), ovales. Los acinetos se desarrollan sólo cerca de los heterocitos, en ambos extremos tricomas, ovales.</p> <p>Ecología: Crece en ambientes de agua dulce principalmente especies perifíticas, que crecen en bentos, en plantas acuáticas y sustratos leñosos y pedregosos sumergidos, generalmente en aguas no contaminadas o ligeramente eutróficas.</p>
<p>Clase: Cianophyceae Orden: Oscillatoriales Familia: Borziaceae Género: <i>Komvophoron constrictum</i> (Szafer) Anagnostidis and Komárek</p>		<p>Tricomas rectos, solitarios de 7.31-7.33 µm de ancho, célula con paredes ligeramente constreñidas en el centro de 5.7-5.62 µm de ancho y 7.57-7.63 µm de largo. Células apicales redondeadas.</p> <p>Ecología: De agua dulce, crece en hábitats bentónicos.</p>

<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Chroococcales Familia: Merismopediaceae Género: <i>Merismopedia</i> Especie: <i>tenuissima</i> Lemmermann</p>		<p>Colonias planas, formando un tapete, células esféricas o cilíndricas de 2.28-2.96 μm de ancho y 2-2.5 μm de largo. Las colonias de varias células, arregladas en hileras perpendiculares. La colonia está envuelta por mucílago delgado y transparente. Las células se dividen en dos perpendicularmente.</p> <p>Ecología: De agua dulce. Común en aguas eutróficas.</p>
<p>Clase: Cyanophyceae Orden : Nostocales Familia : Nostocaceae Género: <i>Nostoc</i> sp1. Vaucher ex Bornet & Flahaut.</p>		<p>Filamentos embebidos en una vaina gelatinosa. Células redondeadas de 3.5-5.8 μm de largo y 4.2-5.1 μm con presencia de heterocitos intercalares esféricos de 3.8-5.9 μm de diámetro. Los filamentos no presentan una orientación definida.</p> <p>Ecología: Especie de agua dulce; se encuentra en zonas de deslizamiento.</p>
<p>Clase: Cyanophyceae Orden : Nostocales Familia : Nostocaceae Género: <i>Nostoc</i> sp2. Vaucher ex Bornet & Flahaut.</p>		<p>La colonia está compuesta por tricomas, embebidos dentro de un mucílago de tono amarillento. Presenta heterocitos intercalares, de 5-9 μm de diámetro. Las células del tricoma son, más anchas que largas y en forma de barril. No se observaron hormogonios ni acinetos.</p> <p>Ecología: Se encuentra en ambientes de agua dulce, sobre cantos rodados, bentos.</p>

<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Oscillatoriales Familia: Oscillatoriaceae Género: <i>Oscillatoria</i> sp. Vaucher ex Gomont</p>		<p>Tricomas solitarios, no ramificados, cilíndricos, rectos o ligeramente ondulados sin vaina. Con extremos redondeados o aguzados. Células usualmente más cortas que anchas de 2.65-3.72 µm de largo y 8.38 µm de ancho, contenido celular homogéneo. Color verde azulado.</p> <p>Ecología : Crece en ambientes de agua dulce. En ambientes lóticos y lénticos; pueden ser perifíticas o bentónicas o también sobre rocas.</p>
<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Oscillatoriales Familia: Phormidiaceae Género: <i>Phormidium</i> Especie: <i>aerugineo-caeruleum</i> (Gomont) Anagnostidis et Komárek</p>		<p>Filamentos largos, cilíndricos, verdosos. Células 7.77-8.44 µm de ancho, 4.9-5.2 µm de largo, paredes granuladas, célula apical ampliamente redondeada, sin caliptra. Envoltura visible, hialina incolora.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce, se encuentra en agua fresca y ligeramente salobre, aguas fluídas, suelo muy húmedo.</p>

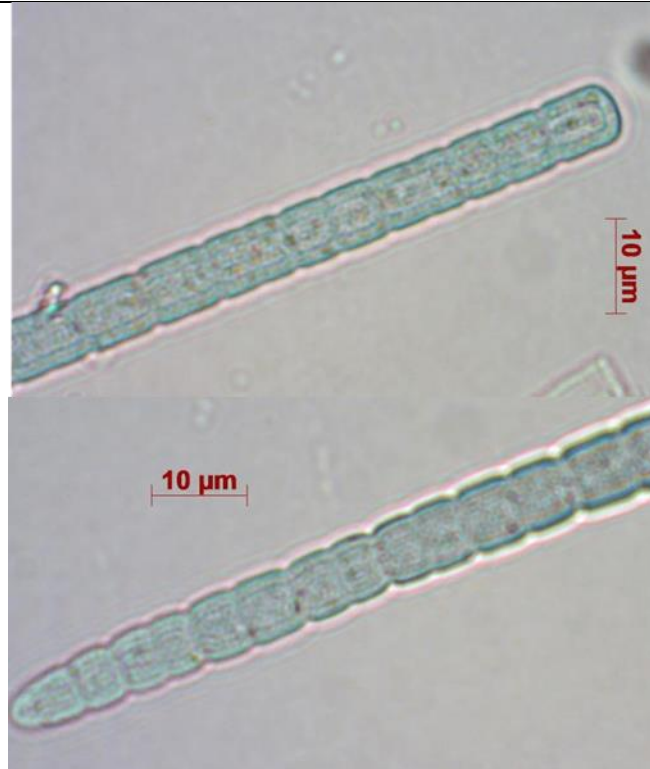
Clase:
Cianophyceae
Orden:
Oscillatoriales
Familia:
Phormidiaceae
Género:
Phormidium
Especie:
autumnale (C.
Agardh) Gomont



Forma de crecimiento visible que crece sobre sustratos rocosos o limosos. Filamentos de 8.02-8.72 μm ancho, crecen formando varios tricomas, a veces solitarios; isopolares, rectos, nunca ramificados. Células de forma rectangular de 7.5-7.98 μm de ancho y 4.5-8.44 μm de largo, los ápices son de forma redondeada de 7.15 μm de diámetro; no constreñidas. Se observa presencia de vaina muy delgada e incolora. No se observaron acinetos, ni heterocitos.

Ecología :
Crece en ambientes de agua dulce sobre sustrato rocoso, a veces epifitas a otras algas filamentosas.

Clase:
Cyanophyceae
Orden:
Oscillatoriales
Familia:
Phormidiaceae
Género:
Phormidium sp1.
Kutzing ex Gomont



Filamentos solitarios de color verde-azul, cilíndricos, rectos, ligeramente constreñidos sin gránulos en las paredes celulares. Vaina transparente y delgada. Células más cortas que anchas de 4.4-4.61 µm de largo y 6.32-7.07 de ancho; célula apical puntiaguda en un extremo del tricoma y terminación semicircular del otro.

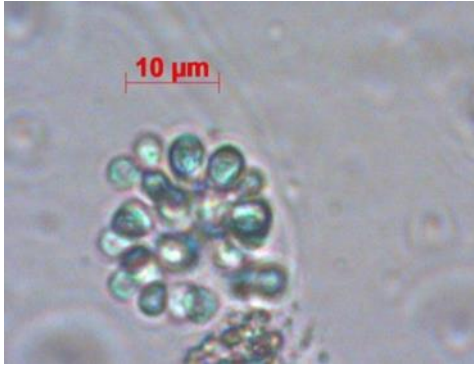

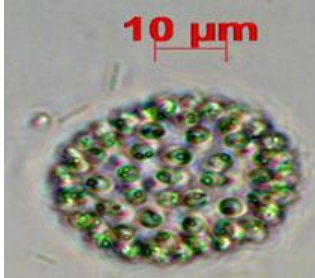
Ecología :
Crece en ambientes de agua dulce, algunas especies son bentónicas y otras pueden encontrarse sobre macrófitas.

Clase:
Cyanophyceae
Orden:
Oscillatoriales
Familia:
Phormidiaceae
Género:
Phormidium sp2.
Kutzing ex Gomont

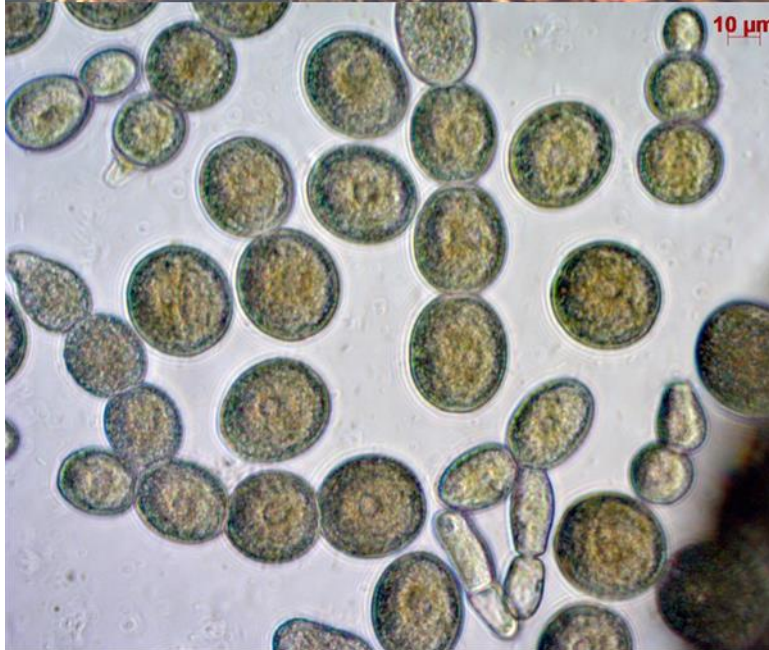


Filamentos solitarios de color violeta, cilíndricos, rectos, sin gránulos en las paredes celulares. Vaina transparente y delgada. Células más cortas que anchas de 4.18-6.85 µm de largo y 8.42. 8.51 de ancho; célula apical puntiaguda.

Ecología :
Crece en ambientes de agua dulce, algunas especies son bentónicas y otras pueden encontrarse sobre macrófitas.

<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Chroococcales Familia: Merismopediaceae Género: <i>Snowella</i> Especie: <i>lacustris</i> (Chodat) Komárek & Hindák</p>		<p>Colonias irregularmente esféricas de color azul-verde, con un diámetro de 12.47-12.86 μm, presentan un sistema central de células ovoides, gelatinosas y delgadas. Células conectadas por distintos tallos mucilaginosos coloniales.</p> <p>Ecología: De masas de agua dulce, crece en hábitats ligeramente eutrofizados.</p>
<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Nostocales Familia: Stigonemataceae Género: <i>Stigonema</i> Especie: <i>mammilosum</i> C. Agardh ex Bornet & Flahault</p>		<p>Filamentos de 15–15.5 μm de ancho, numerosas ramas que le dan su aspecto característico a la especie. Color verde opaco. No se observó hormogonios.</p> <p>Ecología: Especie de cuerpos de agua dulce, especialmente de arroyos y rocas sumergidas.</p>
<p>Clase: Cyanophyceae Orden: Chroococcales Familia: Coelosphaeriaceae Género: <i>Woronichinia</i> Especie: <i>naegeliana</i> (Unger) Elenkin</p>		<p>Colonia libre flotante esférica de 30-36 μm de diámetro. Células ovoides a elipsoidales de 3.4-3.7 μm de diámetro.</p> <p>Ecología: Colonias son de agua dulce. Por lo regular se encuentran en el bentos durante el invierno.</p>

Clase:
Florideophyceae
Orden:
Batrachospermales
Familia:
Lemaneaceae
Género:
Paralemanea
Especie:
catenata (Kützting)
M.L. Vis & R.G.
Sheath



Talo de forma bambusiforme, cartilaginoso. De color pardo a violáceo. Con ramas de primer y segundo orden (ramas dicotómicas). Sin constricción en los nodos. Tamaño hasta 9.5 cm de altura. Con diámetro nodal de 489-1093 μm y diámetro internodal de 378-867 μm . Presencia de filamentos corticales axiales. Los soros espermantagiales en forma de anillo. Carpospora de forma ovalada; color verde oscuro en forma de cadenas.

Ecología:
Se encuentra en zonas de deslizamiento, sobre sustrato rocoso y cantos rodados, a una temperatura de 18 °C y un pH neutro.