

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



TESIS

**TAXONOMÍA, DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DE LAS ALGAS DE
NUEVO LEÓN**

POR

DIANA ELENA AGUIRRE CAVAZOS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS CON ACENTUACIÓN EN MANEJO Y
ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS VEGETALES**

MAYO, 2018

**TAXONOMÍA, DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DE LAS ALGAS
DE NUEVO LEÓN**

Comité de Tesis

Presidente: Dr. Sergio Manuel Salcedo Martínez.

Secretario: Dr. Sergio Moreno Limón.

Vocal 1: Hugo Alberto Luna Olvera.

Vocal 2: Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez.

Vocal 3: Dra. Alejandra Rocha Estrada.

**TAXONOMÍA, DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DE LAS ALGAS
DE NUEVO LEÓN**

Dirección de Tesis

Director: Dr. Sergio Manuel Salcedo Martínez.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar siempre mis pasos y darme fortaleza ante las dificultades.

Al Dr. Sergio Manuel Salcedo Martínez, por su disposición para participar como director de este proyecto, por sus consejos y enseñanzas que siempre tendré presente tanto en mi vida profesional como personal; pero sobre todo por su dedicación, paciencia y comprensión que hicieron posible la realización de este trabajo.

A la Dra. Alejandra Rocha Estrada, El Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez, el Dr. Sergio Moreno Limón y el Dr. Hugo Alberto Luna Olvera por su apoyo y aportaciones para la realización de este trabajo.

Al Dr. Eberto Novelo, por sus valiosas aportaciones para enriquecer el listado taxonómico.

A la M.C. Cecilia Galicia Campos, gracias Cecy, por hacer tan amena la estancia en el laboratorio y en el Herbario; por esas pláticas interminables y esas “riso terapias” que siempre levantaban el ánimo.

A mis entrañables amigos, “los biólogos”, “los cacos”: Brenda, Libe, Lula, Samy, David, Gera, Pancho, Reynaldo y Ricardo. Gracias por siempre estar a pesar del paso de los años.

A mi familia en general, por el apoyo, consejos y palabras de ánimo.

A todas y cada una de las personas que de alguna u otra manera hicieron posible la realización de este trabajo, ¡muchas gracias!

A CONACyT, por la beca otorgada durante mis estudios de posgrado (número de registro: 377977).

DEDICATORIA

A mis padres: Sergio Aguirre Martínez y Diana Elena Cavazos de Aguirre y mis hermanos: Sergio y Roberto Adrián Aguirre Cavazos, por su apoyo incondicional, sus consejos y palabras de ánimo; gracias por siempre estar ahí para mí.

A esas dos personas especiales, que son mi motor y me motivan a ser mejor cada día. Mi esposo, mi compañero de vida y aventuras: Daniel Castro Tamez y a nuestro pequeño, Julián Antonio Castro Aguirre. Los amo siempre.

ÍNDICE

SECCIÓN	PÁGINA
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	3
2.1 Las algas, características y aplicaciones	3
2.1.1 <u>Características generales</u>	3
2.1.2 <u>Clasificación taxonómica</u>	4
2.1.3 <u>Ecología y diversidad</u>	5
2.1.4 <u>Aplicaciones de las algas</u>	6
<i>2.1.4.1 Aplicaciones ecológicas</i>	<i>7</i>
<i>2.1.4.2 Aplicaciones en la industria alimenticia</i>	<i>8</i>
<i>2.1.4.3 Aplicaciones en medicina, farmacia y cosmética</i>	<i>9</i>
<i>2.1.4.4 Aplicaciones en la industria bioenergética</i>	<i>10</i>
2.1.5 <u>Estado del conocimiento ficológico en México</u>	11
2.1.6 <u>Estado del conocimiento ficológico en Nuevo León</u>	13
III.- JUSTIFICACIÓN	15
IV.- HIPÓTESIS	16
V.- OBJETIVOS	17
5.1 Objetivo general	17
5.2 Objetivos específicos	17
VI.- MATERIAL Y MÉTODO	18
6.1 Área de estudio	18
6.1.1 <u>Sub-cuenca del río San Juan</u>	18
6.1.2 <u>Cuenca del río San Fernando</u>	19
6.2 Metodología	21
6.2.1 <u>Determinación del área de muestreo</u>	21
6.2.2 <u>Estrategia de muestreo</u>	22
6.2.3 <u>Procesamiento de muestras</u>	23
<i>6.2.3.1 Fijación</i>	<i>24</i>

6.2.3.2 <i>Montaje</i>	24
6.2.3.3 <i>Identificación del material biológico</i>	25
6.3 Análisis de clorofila α	25
6.3.1 <u>Muestreo</u>	25
6.3.2 <u>Procesamiento de muestras</u>	25
6.3.2.1 <i>Concentración de la muestra</i>	25
6.3.2.2 <i>Extracción de pigmentos</i>	26
6.3.2.3 <i>Determinación de la concentración de clorofila α por medio de espectrofotometría y asignación de la categoría trófica</i>	26
6.4 Determinación de la calidad saprobia del agua a partir de la presencia de organismos indicadores	27
6.5. Análisis de la información	27
6.5.1 <u>Determinación de la abundancia relativa de especies</u>	27
6.5.2 <u>Agrupación de las estaciones de muestreo y parámetros físico -químicos</u>	28
VII.- RESULTADOS	30
7.1 Macroalgas presentes en cuerpos de agua dulce del centro del estado de Nuevo León	30
7.1.1 <u>Macroalgas identificadas</u>	30
7.2 Determinación de la abundancia de especies	33
7.2.1 <u>Determinación del porcentaje de cobertura, por profundidad, de los principales componentes en las estaciones de colecta</u>	33
7.2.2 <u>Especies predominantes en cada nivel de profundidad</u>	34
7.2.3 <u>Determinación del porcentaje de cobertura relativa de especies</u>	39
7.2.4 <u>Determinación de la frecuencia relativa de especies</u>	39
7.3 Correlación de la distribución de especies de macroalgas con las variables: temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad del agua y pH	41
7.3.1 <u>Análisis de correlación de Pearson</u>	41

7.3.2 <u>Índice de similaridad de Jaccard</u>	44
7.4 Determinación de la calidad saprobia del agua de los 5 principales ríos de la sub-cuenca del río San Juan en el Estado de Nuevo León	45
7.4.1 <u>Determinación de la calidad saprobia del agua de 5 ríos principales de la sub-cuenca del río San Juan en el estado de Nuevo León por medio de niveles de clorofila α</u>	45
7.4.2 <u>Determinación de la calidad saprobia del agua de 5 ríos principales de la sub-cuenca del río San Juan en el estado de Nuevo León por medio de organismos indicadores</u>	46
7.5 Importancia y usos potenciales de las especies que componen la ficoflora de Nuevo León	48
7.6 Análisis histórico de registros de las algas del estado de Nuevo León	51
7.6.1 <u>Listado taxonómico de algas para Nuevo León</u>	52
7.6.2 <u>Nuevos registros para el estado de Nuevo León</u>	82
VIII.- DISCUSIÓN	89
IX.- CONCLUSIONES	96
X.- PERSPECTIVAS	98
XI.- BIBLIOGRAFÍA	99
XII.- RESUMEN BIOGRÁFICO	106

INDICIE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
6.1. Referencias geográficas de las estaciones de colecta.	22
6.2. Categorías saprobias, de acuerdo a la OCDE en base a la concentración de clorofila α .	27
6.3. Calidad del agua de acuerdo al índice de saprobiedad según Sladeczek, (1983) y Liebmann (1951).	29
7.1. Presencia de las especies de macroalgas identificadas en las estaciones de colecta.	36
7.2. Factores físico químicos evaluados en las estaciones de colecta.	42
7.3. Correlación de la distribución de especies de macroalgas con los factores fisicoquímicos pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto.	43
7.4. Correlación de la riqueza de especies de macroalgas con los factores fisicoquímicos pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto.	44
7.5. Categorías saprobias asignadas a los ríos de Nuevo León, de acuerdo a las concentraciones de clorofila α , según la OCDE.	46
7.6. Calidad del agua de los ríos muestreados en base a organismos indicadores.	47
7.7. Organismos indicadores presentes en los ríos muestreados e índices de saprobiedad según Liebmann (1951) y Sladeczek (1983).	47
7.8. Comparación entre los análisis de clorofila α y organismos indicadores.	48
7.9. Aplicaciones de algunos géneros presentes en las estaciones de colecta.	49
7.10. Aplicaciones de algunas especies encontradas en las estaciones de colecta.	50
7.11. Registros históricos de algas para el Estado de Nuevo León.	51

ÍNDICE DE FIGURAS Y LÁMINAS

FIGURA	PÁGINA
6.1. Sitios de colecta cercanos al área metropolitana de Nuevo León.	20
6.2. Cuencas hidrológicas en el Estado de Nuevo León (INEGI, 2011).	20
6.3. Mapa del estado de Nuevo León mostrando los 30 sitios de muestreo.	21
6.4. Actividad de colecta en sitios de muestreo.	23
6.5. Técnicas de fijación y preservación utilizadas.	24
7.1. Porcentaje de cobertura de los componentes de las estaciones de colecta en el nivel de profundidad Orilla.	37
7.2. Porcentaje de cobertura de los componentes de las estaciones de colecta en el nivel de profundidad “Media Agua”.	37
7.3. Porcentaje de cobertura de los componentes de las estaciones de colecta en el nivel de profundidad Fondo.	37
7.4. Porcentaje de cobertura de las especies de macroalgas identificadas en el nivel de profundidad Orilla.	38
7.5. Porcentaje de cobertura de las especies de macroalgas identificadas en el nivel de profundidad “Media Agua”.	38
7.6. Porcentaje de cobertura de las especies de macroalgas identificadas en el nivel de profundidad Fondo.	39
7.7. Porcentaje de cobertura relativa de las especies de macroalgas en las estaciones de colecta.	40
7.8. Frecuencia relativa de las especies de macroalgas presentes en las estaciones de colecta.	40
7.9. Porcentaje de cobertura de las macroalgas en las estaciones de colecta.	41
7.10. Epífitas y acompañantes asociadas a macroalgas.	43

7.11. Dendograma de similaridad de Jaccard generado en relación a las especies presentes en las estaciones de colecta.	45
Lámina 1	82
Lámina 2	83
Lámina 3	84
Lámina 4	85
Lámina 5	86
Lámina 6	87
Lámina 7	88
8.1. Especies probables del género <i>Cladophora</i> .	90

LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

Símbolos

C_3H_6O : acetona

HCL: ácido clorhídrico

Abreviaturas

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

FVTM: Faja Volcánica Transmexicana.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

LACET: Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía (Universidad Nacional Autónoma de México).

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

RESUMEN

Las algas continentales de México han sido objeto de estudio y registro desde 1843, sin embargo, la mayoría de los estados se mantienen hasta ahora inexplorados o con escasos registros. Para Nuevo León, existían hasta el año 2006 solo 21 registros específicos, lo que representa apenas un 0.64% de la riqueza del país. Debido a que además de su importancia ecológica como productores primarios y elemento base clave de la pirámide trófica de ambientes acuáticos, se reconoce la importancia de ciertas algas como fijadores de nitrógeno o estabilizadores en el suelo, indicadores de condiciones ambientales y fuente de metabolitos de importancia biotecnológica como productores de sustancias anti inflamatorias, anti tumorales, anti virales y anti microbianas; en este estudio se buscó determinar la presencia de especies de importancia económica e indicadores del estado trófico en distintos cuerpos de agua dulce del estado de Nuevo León, así como también identificarlas y conocer su estatus taxonómico.

Se muestrearon 30 estaciones en cuerpos de agua del estado de Nuevo León, en su mayoría pertenecientes a la sub-cuenca del río San Juan, durante la primavera del 2015, los veranos del 2014 y 2015 y los inviernos del 2015 y 2016, colectando el material de interés mediante técnicas ficológicas tradicionales; en cada sitio se trazo un transecto de 100m y se muestreó entre los 0-10, 50-60 y 90-100m, repitiendo el transecto a 3 profundidades (orilla, media agua y a profundidad). Los transectos se recorrieron a pie colectándose en ellos todas las algas de aspecto diferente, así como muestras de raíces y/o tallos de las plantas sumergidas y cantos rodados. Para cada sitio de colecta se determinaron los parámetros: temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad y pH; también se calcularon para cada transecto los porcentaje de cobertura de vegetación y sustratos. Una vez en el laboratorio, se separó el material y se fotografiaron las algas en fresco, en seguida se procedió a la fijación, montaje e identificación de las mismas. Las preparaciones permanentes y los montajes realizados forman parte de la colección de algas del Herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL. Se encontraron en los sitios muestreados 30 macroalgas distintas, distribuidas en 17 géneros, de las cuales 11 se identificaron hasta nivel de especie.

Aunque los análisis realizados en este estudio se enfocan en las algas macroscópicas, se identificaron también especies microscópicas, aumentando el número de taxones para las estaciones de colecta de 17 a 89 en cuanto a géneros y en el caso de especies de 11 a 41 lo que representa un incremento de 730.8 % en el caso de géneros y 333.3% en el caso de especies con respecto a los reportes que se tenían hasta el 2006. Las especies macroscópicas identificadas en las estaciones de colecta se enlistan acompañadas de una diagnosis, así como también se presenta un listado taxonómico que recopila información de las algas (macro y micro) registradas para el Estado de Nuevo León desde 1958 hasta la fecha.

Se determinó la categoría trófica los 5 principales ríos del estado de Nuevo León (Pilón, Pesquería, Ramos, San Juan y Santa Catarina) por medio del índice de clorofila α y a través de la presencia de organismos indicadores. Para evaluar la concentración de clorofila α a partir del fitoplancton presente se realizaron muestreos superficiales de agua; se seleccionó una estación de muestreo en cada río en base a su accesibilidad y se procesaron debidamente las muestras para extraer el pigmento de interés determinando la concentración de clorofila α en las muestras por medio de espectrofotometría. Se asignó a los ríos la categoría trófica correspondiente comparando los valores de clorofila α con rangos establecidos por el sistema de clasificación trófica de la OCDE (1982). Para clasificar los ríos de acuerdo a la presencia de especies indicadoras, se consultaron en la literatura los índices de saprobiedad de las especies identificadas de acuerdo al criterio de Sladeczek (1983) y Liebmann (1951). Haciendo una comparación de los dos análisis realizados, se asignaron a los ríos las siguientes categorías: Contaminación moderada para Pesquería y San Juan, agua pura para el río Pilon y en el caso de los ríos Ramos y Santa Catarina ambos fueron catalogados como con agua pura de acuerdo al análisis de concentración de clorofila α y con contaminación moderada de acuerdo a la presencia de organismos indicadores.

Con la información obtenida a partir de los muestreos realizados fue posible determinar la abundancia relativa de las especies mediante el cálculo del porcentaje de cobertura algal en las estaciones de colecta en donde el género *Cladophora* fue el más representativo, obteniendo los mayores valores de cobertura y frecuencia relativa. Para

medir el grado de similitud entre las estaciones de colecta se utilizó el Índice de similitud de Jaccard mientras que para correlacionar los parámetros físico-químicos evaluados con la riqueza de especies y el porcentaje de cobertura de las macroalgas en las estaciones de colecta se utilizó el Índice de correlación de Pearson. De acuerdo con el índice de similitud de Jaccard, los ríos Ramos y Santa Catarina resultaron ser los más parecidos en cuanto a la composición de especies, con una similitud de 38.9% y según el índice de correlación de Pearson no existe una correlación estadísticamente significativa entre el porcentaje de cobertura de las estaciones de colecta y los parámetros físicoquímicos evaluados; por otra parte, el mismo análisis indica significativamente que la riqueza de especies decrece con el aumento de pH.

Al indagar en la literatura sobre las especies identificadas en este estudio, trascendió que algunas de las macroalgas más abundantes en los cuerpos de agua del estado de Nuevo León, tienen potencial para ser aprovechadas de manera sustentable. Las formas más viables de aprovechamiento son en general como indicadoras o como productoras de compuestos importantes en el área médica.

ABSTRACT

The continental algae of Mexico have been studied since 1843, but many states remain unexplored or with scarce register. For Nuevo León, there were only 21 specific registers until 2006 which represent scarcely a 0.64% of the country richness. Due to ecological and economical importance of certain algal groups or species, in this study, we sought to determine the presence of species of economic importance and indicators in different freshwater bodies of the state of Nuevo León, as well as identify them and know their taxonomic status.

Thirty collection sites were sampled in bodies of water of the state of Nuevo León, mostly belonging to the sub-basin of the San Juan River, during the spring of 2015, the summers of 2014 and 2015 and the winters of 2015 and 2016. Water temperature, dissolved oxygen, conductivity and pH, as well as the percentages of vegetation cover and substrates were calculated for each transect along a 100 m transect were registered in each site. Macroalgae in transect were collected and taken to Facultad de Ciencias Biológicas Herbaria for mounting, photographic record and identification. 30 different macroalgae were found, distributed in 17 genera, of which 11 were identified up to species level.

Even though the analyzes conducted in this study focused on macroscopic algae, microscopic species were also identified, increasing the number of taxa for the collection stations from 17 to 89 in terms of genera and in the case of species from 11 to 41. which represents an increase of 730.8% in the case of the genera and 333.3% in the case of the species with respect to the reports known until 2006. The macroscopic species identified in the collection stations are listed together with a diagnosis, also, is presented a taxonomic list including the information of the algae records (macro and micro) for Nuevo León since 1958 until today.

The trophic category of 5 main rivers of the state of Nuevo León (Pilón, Pesquería, Ramos, San Juan y Santa Catarina) was determinate through the chlorophyll *a* index and by the presence of indicator organisms. To evaluate the concentration of chlorophyll *a* from phytoplankton, surface water samples were taken; a sampling station was selected in each river based on its accessibility, the samples were processed to extract the pigment of interest, thus determining the concentration of chlorophyll *a* by

spectrophotometry. The corresponding trophic category was assigned by comparing chlorophyll α values with ranges established by the OECD trophic classification system (1982). To classify the rivers according to the presence of indicator species, the saprobity indices of the species identified according to the criteria of Sladeczek (1983) and Liebmann (1951) were consulted in the literature. Comparing the two analyzes carried out, the following categories were assigned to rivers: moderate contamination for Pesquería and San Juan, pure water for the Pílon River and in the case of the Ramos and Santa Catarina rivers, both were classified as pure water according to the chlorophyll α concentration analysis and moderate contamination according to the presence of indicator organisms.

With the information obtained it was possible to determine the relative abundance of the species by calculating the percentage of algal coverage in the collection stations where the *Cladophora* genus was the most representative, with the highest values of coverage and relative frequency. To measure the degree of similarity between the collection stations, the Jaccard similarity index was used, while the Pearson correlation index was used to correlate the physical-chemical parameters with the species richness and the percentage of cover of the macroalgae. According to the Jaccard similarity index, the Ramos and Santa Catarina rivers were the most similar in terms of species composition, with a similarity of 38.9% and according to the Pearson correlation index there is no statistically significant correlation between the coverage percentage of the collection stations and the physicochemical parameters evaluated, on the other hand, the same analysis indicates significantly that the richness of species decreases with the increase in pH.

Inquiring into the literature on the species identified in this study, it emerged that some of the most abundant macroalgae in the water bodies of the state of Nuevo León have the potential to be used in a sustainable manner. The most viable forms of use are in general as indicators or as producers of important compounds in the medical area.

I.- INTRODUCCIÓN

Las algas continentales de México han sido objeto de estudio y registro desde 1843, sin embargo, la mayoría de los estados se mantienen hasta ahora inexplorados o con escasos registros, sobre todo de las especies microscópicas. Además de su importancia ecológica como productores primarios y elemento basal clave de la pirámide trófica de ambientes acuáticos, se reconoce actualmente la importancia de ciertos grupos o individuos específicos como fijadores de nitrógeno o estabilizadores en el suelo, indicadores de condiciones ambientales y fuente de metabolitos de importancia biotecnológica como productores de sustancias anti-inflamatorias, anti-tumorales, antivirales y antimicrobianas. Ejemplos de esto se tienen en *Staurastrum gracile*, que posee actividad antibacteriana, en el género *Chlorella* que ha sido ampliamente utilizado para la obtención de luteína y en varias especies de *Scenedesmus* que se cultivan con el propósito de obtener alimento vivo para acuicultura, para bioremediación de aguas residuales y para la producción de biocombustibles por la cantidad de lípidos que produce. En México los estudios taxonómicos registran 3256 especies, concentrándose el 56% de ellos en el centro del país con más de 837 taxones, los cuales corresponden a localidades del D.F., Estado de México, Veracruz, Puebla y Jalisco; sin embargo, se estima que el número de especies por describir puede ser mayor y en el caso de las algas de agua dulce aún podemos pensar que existen en México géneros todavía no descritos. Para Nuevo León, existen solo 21 registros específicos, que representan apenas un 0.64% de la riqueza del país.

Esto hace evidente que la ficología continental del estado es un campo prístino de estudio y este razonamiento nos lleva al planteamiento como objetivo de este trabajo el identificar y describir las especies de algas presentes en los principales cuerpos limnéticos del estado de Nuevo León, así como su distribución e importancia ecológica y económica potencial, considerando su riqueza como un recurso renovable susceptible de un aprovechamiento sustentable.

II.- ANTECEDENTES

2.1 Las algas, características y aplicaciones

2.1.1 Características generales

El término alga está desprovisto de significado taxonómico por lo que no corresponde a ninguna categoría taxonómica (Andersen 1992; Parra 2006). Hoy en día es comúnmente utilizado para referirse a diversos organismos autótrofos de organización sencilla que llevan a cabo la fotosíntesis oxigénica. Este término se refiere tanto a las macroalgas como al diversificado grupo de microorganismos conocidos como microalgas, entre las cuales se encuentran las cianobacterias o algas verde azules, quienes guardan una relación muy cercana a las bacterias gram-negativas; las clorofitas o las algas verdes, las cuales presentan características similares a las plantas superiores; así como los dinoflagelados y euglenoides, organismos que al tener ciertas características intermedias entre procariotas y eucariotas a veces son conocidos como mesocariotas (Andersen 1992; Parra 2006; Radmer 2009). Se puede localizar a estos organismos en diversos hábitats acuáticos y terrestres, como aguas marinas, dulces, salobres y residuales o en el suelo, rocas o superficies de plantas y animales, sobreviviendo en un amplio rango de temperatura, pH y disponibilidad de nutrientes ejerciendo algunas de las más importantes funciones biogeoquímicas al suministrarnos la mayor parte del oxígeno producido y captando una gran proporción de CO₂. Se observan en la naturaleza un amplio rango de formas biológicas, incluyendo las siguientes: unicelulares, coloniales, pseudofilamentosas, filamentosas, estructuras pseudo parenquimatosas, formas parenquimatosas y cenocíticas o en sifón (Andersen 1992; Butterwick, Heaney, y Talling 2005; Kim, Klochkova, y Kang 2008; D'Elia, Keyser, y Young 2008). Según Wehr y Sheath (2003) se suelen encontrar todos estos tipos de estructuras en agua dulce, siendo las algas macroscópicas con formas pseudoparenquimatosas y parenquimatosas

más pequeñas que las encontradas en los sistemas marinos; Las formas planctónicas (flotantes) son típicamente pequeñas y microscópicas, y en su mayoría consisten en formas más simples, por el contrario, las algas bentónicas (adheridas) incluyen toda la gama de morfologías, aunque los taxones flagelados son menos comunes que en el plancton.

2.1.2 Clasificación taxonómica

Hablar de un sistema homogéneo de clasificación para estos organismos resulta en ocasiones complicado, pues su taxonomía se encuentra constantemente bajo revisión (Andersen 1992; Barsanti y Gualtieri 2006; Radmer 2009), sin embargo, existen características comunes que permiten a los investigadores la realización de clasificaciones artificiales para facilitar el entendimiento de los grupos ficológicos. Según Tomaselli (2004); Lee (2008) y Garibay-Hernández et al. (2009) tradicionalmente, las algas han sido clasificadas de acuerdo a su color y características químicas y morfológicas; estos mismos autores mencionan que los sistemas de clasificación de las algas se basan en los siguientes criterios: tipos de pigmentos, naturaleza química de los productos que almacenan como reservas energéticas y constituyentes de la pared celular, características citológicas y morfológicas relacionadas a la presencia de células flageladas, estructura del flagelo, presencia de envolturas del retículo endoplásmico alrededor del cloroplasto y posible conexión entre el retículo endoplásmico y la membrana nuclear.

Lee (2008) fue uno de los primeros investigadores en destacar la importancia filogenética de las membranas adicionales que rodean la envoltura del cloroplasto. Bajo este criterio, él separó las divisiones de algas en 4 grupos. El primer grupo incluye las algas procarióticas: Cyanobacteria y Prochlorophyta. Los otros grupos son clasificados con respecto a la evolución del cloroplasto, e incluyen a las algas eucarióticas, las cuales probablemente adquirieron el cloroplasto por medio de diferentes eventos evolutivos. El segundo grupo, que incluye las

Glucophyta, Rodophyta y Chlorophyta tiene el cloroplasto rodeado solo por dos membranas cloroplásticas. El tercero y cuarto grupos tienen el cloroplasto rodeado por una (Dinophyta y Euglenophyta) o dos (Cryptophyta, Chromophyta, Prasinophyta, Bacillariophyta, Xanthophyta, Eustigmatophyta, Raphidophyta y Phaeophyta) membranas adicionales del retículo endoplásmico, respectivamente. Por su parte, Barsanti y Gualtieri (2006) proponen una clasificación basada en algunos trabajos anteriores; ellos agrupan a las algas procariotas en dos divisiones: Cyanophyta y Prochlorophyta, mientras que las eucarióticas son agrupadas dentro de nueve divisiones: Glucophyta, Rodophyta, Heterokontophyta, Haptophyta, Cryptophyta, Dinophyta, Euglenophyta, Chlorarachniophyta y Chlorophyta.

2.1.3 Ecología y diversidad

Las algas son capaces de colonizar cualquier medio de la tierra, aunque la mayoría son acuáticas en sentido estricto y todas necesitan un medio acuático para su reproducción (Izco et al. 2004), sin embargo, existen ciertas algas separables de aquellas consideradas típicamente acuáticas que tienen menor contacto con el agua y se desarrollan en playas rocosas, rocas acuíferas (o que se trasminan), el suelo húmedo y la nieve. Ortega (1984) divide prácticamente a las algas continentales de México en distintos tipos de ambientes físicos: se refiere en primera instancia a los ambientes acuático y terrestre, los cuales comprenden aquellas algas que viven en aguas dulceacuáticas como lagos y ríos, entre otros, y los hábitats terrestres, los cuales son las comunidades algales del suelo y proyecciones rocosas. También menciona la existencia de relaciones bióticas, como por ejemplo, las algas que viven sobre otros organismos.

Gran parte de las algas acuáticas son marinas, mientras que algunas habitan en aguas dulces continentales. En algunos casos, las algas de aguas continentales se desarrollan en zonas endorreicas con alta concentración de cloruros o de sulfatos; igualmente, se conocen algas

capaces de soportar cambios extremos en el pH del agua o en la concentración de sustancias nutritivas. Gran parte de las algas unicelulares y coloniales viven suspendidas en el agua constituyendo parte del plancton; Para referirse a las algas planctónicas se usa el término fitoplancton. El tamaño de las algas que componen el fitoplancton varía entre los 0.5µm y más de 200 µm, cuando el tamaño es superior a 200 µm se le llama macro plancton, cuando se encuentra entre 20 y 200 µm micro plancton, entre 10 y 20 µm nano plancton, entre 2 y 10 µm ultra plancton y entre 0.5 y 2 µm pico plancton. Otras algas crecen adheridas a un substrato, sobre rocas (epilíticas), limos (epipélicas) o sobre plantas (epifitas) o animales (epizooicas), formando parte del bentos y más concretamente, de su fracción vegetal o fitobentos (Cambra, Ector, y Sabater 2005). Hay algas capaces de vivir en el interior de las rocas (endolíticas) o en el interior de otras plantas o animales. Viven siempre en las zonas fóticas o iluminadas de las masas de agua, tanto continentales como marinas, ocupando la superficie y los fondos hasta la profundidad a la que llega la luz, en pocas palabras, la temperatura del agua, y la salinidad son, junto con la luz y la disponibilidad de nutrientes los factores más importantes en su distribución geográfica. (Izco et al. 2004).

2.1.4 Aplicaciones de las algas

Como ya se ha mencionado, las algas son un grupo muy variado de organismos unicelulares o pluricelulares eucariotas y foto autótrofos que se encuentran en un amplio rango de hábitats tanto acuáticos como terrestres; componen el escalón más básico de la cadena trófica y son la principal fuente de oxígeno disuelto en el agua. Además de poseer estas importantes características, tienen un gran número de aplicaciones en distintos ámbitos, hoy en día forman parte de la dieta en casi todo el mundo, también han sido utilizadas en la industria para la producción de cosméticos, fertilizantes, medicamentos, agentes emulsificantes y desde

hace algunos años se han estado desarrollando tecnologías que permiten utilizar estos organismos como materia prima para la producción de combustibles alternativos (Godínez et al. 2001; Ramírez Vázquez et al. 2001; Valdés - Alfonso y Blanco - Soto 2008; De Jesus Raposo, De Morais, y De Morais 2015; Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013; Garduño-Solórzano et al. 2011).

2.1.4.1 Aplicaciones ecológicas

Es bien sabido que algunos organismos como los peces, bivalvos, algas y otros organismos acuáticos pueden actuar como bioindicadores de los niveles de contaminantes presentes en el agua. (Moreda-Piñeiro y Turnes-Carou 2017). En el caso de las algas, el uso de especies tanto marinas, como de agua dulce como bioindicador de contaminación ha sido ampliamente estudiado gracias a su capacidad de asimilar contaminantes del medio. Se han utilizado con este fin especies, como *Ulva rigida*, conocida como “lechuga de mar” perteneciente a la categoría de las algas verdes foliáceas, esta especie la podemos encontrar en todos los mares cálidos y templados del mundo y presenta gran resistencia a cambios fisicoquímicos del medio (Moreda-Piñeiro y Turnes-Carou 2017). También se ha sugerido que las fases gametofítica y esporofítica de *Batrachospermum macrosporum* pueden ser utilizadas para el monitoreo de la calidad del agua, esto de acuerdo a estudios realizados por Morales y Rivera (2015) en el río Yacuma, en Bolivia. Así mismo, algunas especies de diatomeas han sido utilizadas con este fin, como por ejemplo, según Segura-García y colaboradores (2012) en la cuenca alta del río Lerma, México, se encontró que las especies más dominantes en dicho sitio fueron: *Eolimna subminuscula*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula veneta*, *Nitzschia capitellata*, *N. sublinearis*, *N. umbonata* y *Sellaphora pupula*, las cuales han sido caracterizadas como tolerantes a condiciones desde α -mesosaprobias a polisaprobias y a altas concentraciones de nitrógeno. Valiéndose de las características anteriormente mencionadas,

se han empleado especies de algas en investigaciones en el ámbito de bioremediación para realizar procedimientos biológicos de tratamiento de cuerpos de agua contaminados, principalmente con amonio, y fósforo (Valdés - Alfonso y Blanco - Soto 2008).

Las algas se han utilizado también como fertilizantes, para aumentar el rendimiento en ciertos cultivos, por ejemplo, en tal estudio, realizado por Salazar (2016) se utilizaron extractos de algas en cultivos de pepino (*Cucumis sativus* L.) y chile dulce (*Capsicum annum* L.) obteniendo resultados satisfactorios. Mathur y colaboradores (2015) reportan, según estudios realizados en la India con la especie *E. intestinalis*, que ciertos compuestos derivados de dicha especie tienen potencial bioestimulante para ciertas plantas y concluyen que los fertilizantes hechos a base de algas marinas pueden ser una alternativa efectiva a los producidos a base de químicos, sin embargo, hacen énfasis en la necesidad de realizar más estudios al respecto con otros cultivos. Actualmente se encuentran en el mercado productos comerciales para fertilización elaborados a partir de algas.

2.1.4.2 Aplicaciones en la industria alimenticia

Por su alto valor nutritivo y su escaso contenido en calorías y grasas, en muchos países se han empleado distintas especies de algas como alimento (Valdés - Alfonso y Blanco - Soto 2008; Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez 2006; Ortega, M. M., Godínez, J. L., Garduño, G. y Oliva 1995; Godínez et al. 2001), de hecho, en México el consumo de especies como *Spirulina sp.* se remonta a tiempos prehispánicos en donde era conocida como tecuitlatl (Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez 2006), esta alga actualmente se produce industrialmente y se consume con mucha aceptación como suplemento alimenticio. Entre las propiedades que las hacen importantes para su consumo, tenemos que contienen carbohidratos, aportan todos los aminoácidos esenciales, son depurativas, poseen altas concentraciones de minerales como yodo, hierro, magnesio,

calcio, fósforo, potasio, silicio , sodio y también contienen vitaminas. Dentro de la industria alimenticia, se emplean para mejorar el aspecto de los alimentos, y se utilizan en procesos tales como la elaboración de zumos, helados y postres lácteos (Valdés - Alfonso y Blanco - Soto 2008).

En el caso de nutrición animal, también ha sido un grupo recurrido; pues el contener carotenoides, pigmentos que han sido ampliamente estudiados debido a sus propiedades antioxidantes, las hace parte importante de la industria en sectores como la avicultura y la acuicultura (piscicultura) donde se usan como suplemento alimenticio; en la piscicultura los organismos marinos se crían directamente con algas frescas, mientras que en la industria ganadera, se utilizan como forraje para la alimentación. (Valdés - Alfonso y Blanco - Soto 2008). En el estado de Nuevo León, Cruz Suárez y colaboradores (2000) llevaron a cabo estudios en dónde se evaluó el efecto de la inclusión de diferentes preparaciones de harina de Kelp (*Macrocystis pyrifera*) sobre algunas propiedades químicas y funcionales de alimentos experimentales y comerciales para camarón blanco (*L. vannamei*) en donde concluyeron que la inclusión de ésta harina, en alimentos peletizados para camarón, funciona como un excelente aditivo attractante, aglutinante y texturizante, que permite una utilización más eficiente de los nutrientes dietarios, al asegurar una menor lixiviación y una amplificada ingesta.

2.4.1.3 Aplicaciones en medicina, farmacia y cosmética

Además de contar con las aplicaciones ya mencionadas, las algas han sido ampliamente estudiadas por sus propiedades medicinales; hoy en día se sabe que numerosas especies tanto marinas, como de agua dulce, contienen compuestos que causan efectos antibacteriano, antiviral, antifúngico y anticancerígeno (Valdés - Alfonso y Blanco - Soto 2008; Godínez et al. 2001; Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013). También en los últimos años se les han atribuido diversos efectos positivos en el

tratamiento de algunos tipos de alergias, anemia y enfermedades cardiovasculares (Ramírez-Moreno y Olvera-Ramírez 2006). De Jesus Raposo, De Moraes, y De Moraes publicaron en el año 2015 una revisión extensa sobre las aplicaciones biomédicas de polisacáridos provenientes de algas marinas en donde ponen en evidencia que una enorme variedad de polisacáridos presentes en estos organismos son los responsables de conferirles las propiedades ya mencionadas, aunque mencionan que hacen falta más estudios al respecto. Según Valdés - Alfonso y Blanco – Soto (2008), algunas especies poseen la capacidad de equilibrar el organismo al actuar como estimulantes del metabolismo e incrementar la actividad de las glándulas endocrinas y la circulación sanguínea, incluso, estos autores afirman que se ha demostrado mediante ensayos de laboratorio la actividad antioxidante de algunas especies de algas así como la capacidad de ser reorganizadoras de la fibra colágena, lo que las hace blanco para la industria cosmética.

2.4.1.4 Aplicaciones en la industria Bioenergética

La producción de compuestos bioenergéticos, como biocombustible (específicamente biodiesel) o hidrógeno es una de las más recientes aplicaciones de las algas; numerosas investigaciones al respecto han tenido lugar en los últimos años. Según Aguirre Cavazos (2013) se han realizado numerosos estudios alrededor del mundo en los cuáles taxones como *Chlorella sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Botryococcus braunii*, *Chlamydomonas sp.*, *Dunaliella sp.*, *Neochloris oleabundans.*, *Karlodinium veneficum*, *Nanochloropsis sp.*, *Dictyochloropsis splendida* destacan como buenas productoras y/o acumuladoras de lípidos de bajo peso molecular, cuyas propiedades fisicoquímicas equivalen a las del biodiesel o el queroseno, compuestos utilizados en la industria energética.

En cuanto a la producción de hidrógeno, Valdés - Alfonso y Blanco - Soto (2008) mencionan que fue a partir de algunos descubrimientos llevados a cabo en 1939 que distintos investigadores intentaron controlar

el mecanismo de producción de hidrógeno con fines energéticos, en ese entonces sin mucho éxito. Durante la ejecución de dichos experimentos, el investigador alemán Hans Gaffron, descubrió que *Chlamydomonas reinhardtii*, alga verde microscópica fotosintética tiene la capacidad de descomponer el agua en hidrógeno y oxígeno; este mismo autor menciona que más tarde, en 1999, investigadores de la Universidad de California, junto a otros colegas del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los Estados Unidos, realizaron un importante hallazgo, mientras estudiaba el estrés biológico en las plantas como lo es la carencia de azufre; ellos descubrieron que para sobrevivir en ausencia de azufre y oxígeno, las algas comenzaban a producir hidrógeno durante períodos mucho más largos y lograron activar y desactivar este mecanismo productor al modificar sucesivamente el medio. Estos antecedentes alientan la creencia de que las algas verdes, debidamente modificadas o creciendo en medios adecuados podrían transformar la economía mundial y la dependencia de los combustibles fósiles.

2.1.5 Estado del conocimiento ficológico en México

En México se han realizado algunos estudios taxonómicos y de diversidad de especies entre los cuales se cuentan los de Oliva-Martínez et al. (2005) quienes realizaron una caracterización taxonómica y ambiental de las diatomeas de tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México. A partir de seis muestreos (enero - octubre 2001) ellos identificaron 45 especies y 3 variedades de diatomeas distribuidas en 32 géneros de las cuales *Aulacoseira granulata*, *Cymbella affinis*, *Gomphonema acuminatum*, *G. angustatum*, *Pinnularia microstauron*, *Synedra ulna* y *Stephanodiscus niagarae* fueron especies dominantes y por el contrario, *Craticula halophila*, *Cymatopleura solea* y *Neidum indis* fueron raras. *Epithemia turgida*, *Eunotia curvata* y *Rhopalodia* sp. Fueron particulares de charcos permanentes. *Achnanthes pinnata*, *Cyclostephanos dubius*, *Eunotia faba* y *Planothidium ellipticum*

fueron nuevos registros para la FVTM. La presencia de *S. niagarae* amplió su distribución como especie viviente hacia el sur de Norteamérica, en ese estudio también se especificó la información ambiental de cada una de las especies presentes en el área estudiada.

Por su parte, Flechtner, Johansen, y Clark (1998) describieron un total de 66 especies de microalgas incluidas dentro de los 32 géneros recolectados de 10 sitios estudiados en la región de Cataviña del Desierto Central de Baja California, México. Entre las anteriores se agrupaban las Cianophyta: *Nostoc commune* y *Schizothrix calcicola*; la Clorofita: *Myrmecia astigmatica* y las diatomeas *Hantzschia amphioxys*, *Hantzschia amphioxys* f. *capitata*, *Luticola cohnii*, *Luticola mutica*, y *Pinnularia borealis* var. *Scalaris*; también encontraron nueve especies que no habían sido mencionadas en estudios previos del desierto norteamericano, incluyendo 3 nuevos taxones: *Cylindrocystis brebissonii* var. *deserti*, var. nov.; *Elakatothrix obtusata*, sp. nov.; y *Fasciculochloris mexicana*, sp. nov. En este estudio se reporta que en general, la composición de la comunidad algal del suelo en la región de Cataviña es distinta de otros sitios desérticos que se han estudiado, aunque algunos taxones desérticos cosmopolitas sí estuvieron presentes.

Finalmente, Garduño-Solórzano y colaboradores (2011) mencionan que en nuestro país los estudios taxonómicos registran más de 837 taxones para el centro de México, de los cuales 15 taxones infraespecíficos corresponden a *Pediastrum* y 60 a *Scenedesmus* en 24 localidades del D.F. y los estados de México, Veracruz, Puebla y Jalisco; estos autores afirman que a lo largo del territorio mexicano encontramos diferentes climas, cuencas, vegetación, topografía, entre otros factores que favorecen el desarrollo de una alta diversidad algal. Utilizando diferentes técnicas, ellos aislaron microalgas del Lago de Catemaco, Veracruz, a partir de los cuales establecieron cultivos usando distintos medios de crecimiento y lograron determinar la identidad de 17 taxones

infraespecíficos y el cultivo clonal de 11 especies: *Acutodesmus acuminatus*, *Closteriopsis acicularis*, *Coelastrum microporum*, *Chlorella minutissima*, *Desmodesmus quadricauda*, *Monactinus simplex*, *Oocystis marssonii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Scenedesmus aculeolatus*, *S. obliquus* y *Staurastrum gracile*; determinaron también molecularmente 6 taxones de *Pediastrum*. Es importante mencionar que describieron por primera vez la ultra-estructura de poblaciones silvestres y en cultivo para *Monactinus simplex*.

2.1.6 Estado del conocimiento ficológico en Nuevo León

Siguiendo el criterio de Ortega, M. M., Godinez, J. L., Garduño, G. y Oliva (1995) los ambientes acuáticos naturales de la serie léntica que se pueden encontrar en el estado de Nuevo León se clasifican como lagunas, pantanos y charcos, mientras que los de la serie lótica corresponderían a ríos, arroyos, arroyuelos, cascadas y manantiales. Por otra parte los ambientes acuáticos artificiales lénticos comprenden a presas, bordos, abrevaderos, estanques y tanques, mientras los ambientes lóticos artificiales estarían representados por pozos y canales. Dentro de los ambientes del medio terrestre se encontrarían por una parte los suelos vírgenes y cultivados y por la otra, los ambientes subaéreos naturales y artificiales, estos comprenden los primeros a los riscos, rocas, cantos, cavernas y cuevas, y los segundos a paredes y techos de edificios y otras superficies creadas por el hombre, como banquetas.

En los ambientes ya mencionados, podemos encontrar una gran variedad de algas, por ejemplo, de la base de datos (LACET 2017) de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual recopila información de distintos trabajos realizados en el período de 1958 al 2006, se obtuvo el registro de 13 géneros y 21 especies para el estado, mientras que en el año 1991, Martínez - Lozano, S., Ochoa, P., y González, reportaron en un estudio enfocado a la taxonomía de las algas Caráceas del estado de Nuevo León, 2 géneros y 4 especies en varias

localidades de Allende y Villa de Santiago, de las cuáles dos de ellas resultaron ser nuevos registros; en el año 2007 Salcedo - Martínez. y Martínez - Lozano al realizar un estudio taxonómico de las algas presentes en el área protegida del Baño de San Ignacio en Linares, identificaron un total de 36 géneros y 5 especies, de las cuales las 5 especies y 31 géneros no habían sido reportados anteriormente.

Existen otros estudios realizados con aislamientos de algas provenientes del estado de Nuevo León, en los que sin centrarse precisamente en la taxonomía de los grupos, sumaron algunas aportaciones al estado del conocimiento de las algas de agua dulce en el estado, como lo son: Aguirre, quién en el 2013, evaluó la producción de lípidos por medio de técnicas de tinción de microalgas aisladas de agua dulce en Nuevo León; allí se reportaron 9 géneros, de los cuáles 5 no habían sido reportados con anterioridad. En este mismo año, Molina, V. M., Pando, M., Jurado, E., Cantú, I., y Alanís, estudiaron las costras biológicas del suelo en el noreste de México en donde encontraron que las dominantes estaban constituidas por líquenes principalmente, sin embargo, registraron también la presencia de una planta hepática y una cianobacteria: *Nostoc commune*, especie que no había sido reportada para Nuevo León. Para el 2015 existen dos estudios: en el primero, publicado por Reyna – Martínez y colaboradores, en dónde, a principios de dicho año, se evaluó la producción de lípidos a partir de una levadura y de una microalga, ambos aislamientos provenientes de muestras colectadas en Nuevo León, reportando por primera vez para el estado la microalga *Chlorella pyrenoidosa*; mientras que en el segundo estudio, publicado por Galicia, se trabajó con aislamientos de granjas porcinas ubicadas en Marín, Nuevo León para la remoción de ortofosfatos y amonio de aguas residuales. En este trabajo, se mencionan los géneros: *Scotiellopsis sp.* y *Neochloris sp.* y las especies: *Trachelomonas volvocina* y *Acutodesmus dimorphus* de los cuáles los dos géneros y la especie *A. dimorphus* no habían sido registrados para el estado anteriormente.

III.- JUSTIFICACIÓN

Los trabajos sobre la taxonomía de algas en el estado de Nuevo León son escasos y antiguos, por lo que aún se desconoce el número, identidad y distribución de las especies, lo que resulta ser una limitante cuando se pretende ponderar el potencial ecológico e industrial de este recurso renovable para la entidad.

IV.- HIPÓTESIS

La identificación de ciertos taxones de algas presentes en distintos cuerpos de agua del estado de Nuevo León revelará el potencial para su aprovechamiento, así como también la presencia de las mismas indicará el estado de saptobiedad de los 5 principales ríos de la entidad.

V.- OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Identificar y describir las especies de algas presentes en los principales cuerpos limnéticos del estado de Nuevo León, así como su distribución e importancia ecológica y económica potencial, considerando su riqueza como un recurso renovable susceptible de un aprovechamiento sustentable.

5.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar, enlistar y describir las especies de algas presentes en distintos cuerpos de agua dulce del estado de Nuevo León.
- ✓ Correlacionar la distribución de las especies de algas con las variables: tipo de hábitat, temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad y pH.
- ✓ Determinar la calidad saprobia del agua de 5 ríos principales de la sub-cuenca del río San Juan en el estado de Nuevo León por medio de los niveles de clorofila α y organismos indicadores.
- ✓ Resumir con base a revisión bibliográfica la importancia y usos potenciales de las especies que componen la ficoflora de Nuevo León.

VI.- MATERIAL Y MÉTODO

6.1 Área de estudio

En México se tienen identificadas 37 regiones hidrológicas. Las cuencas hidrológicas de Nuevo León forman parte de cuatro de ellas, la Región Bravo-Conchos, que corresponde a la porción centro-norte del Estado; la Región San Fernando-Soto La Marina, en la parte este y sureste; la Región El Salado, en la porción sur-suroeste del Estado y la Región Pánuco, en una pequeña parte del sureste. Nuestra área de muestreo se centró en la sub-cuenca del río San Juan de la región Bravo-Conchos y en la cuenca del río San Fernando de la Región San Fernando-Soto la Marina. Cabe mencionar que la mayoría de los ríos que atraviesan el Estado no tienen corriente permanente y ninguno es navegable. Casi todos nacen en la Sierra Madre Oriental y desembocan en el río Bravo o en los ríos San Fernando y Soto la Marina en Tamaulipas (Ortega-Gaucin 2011; CONAGUA 2012; Torres-Morales y Barajas-Martinez 2004). El tipo de fondo predominante es de cantos rodados (cascajo y guijarros) con algunas áreas limosas en zonas profundas o arenosas en las orillas. Las profundidades de los principales ríos alcanzan los 5 m de profundidad en las llamadas pozas, mientras en sus cauces profundos tienen alrededor de 80 cm y en el resto de ellos promedian 30 cm.

6.1.1 Sub-cuenca del río San Juan

Está conformada por 7 afluentes: el río San Juan, río Pesquería, río Salinas, río San Miguel, río Santa Catarina, río Ramos y río Pilón; la zona de cabecera comprende la Sierra Madre Oriental, y la Sierra Cerro de la Silla, sus laderas captan y transportan el agua a niveles inferiores almacenándose en la presa Rodrigo Gómez, se libera y viaja 135 km hacia la llanura y se almacena en la presa Marte R. Gómez en el

municipio de China N. L, de donde se libera y transporta hasta su incorporación al río Bravo y de ahí sale al mar. Dentro de las funciones hidrológicas de la cuenca esta la captación de agua que escurre a través de arroyos y ríos. A lo largo de su trayecto, de acuerdo con su topografía, origen geológico, tipo de suelo, etc., la cuenca provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de las cuales se registran interacciones entre las características de calidad física y química del agua, estos sitios constituyen hábitats y corredores de flora y fauna terrestre y acuática, como componentes biológicos del ecosistema (Torres-Morales y Barajas-Martinez 2004). Para esta sub-cuenca se muestrearon los ríos: La Silla, Pesquería, Pílon, Ramos, Salinas, San Juan y Santa Catarina; los Arroyos: Apartadero, Castillo, Puente San Marcos y Sardinias; y las presas: Botoncillo y Melchor Ocampo (ver **Figuras 6.1 y 6.2**).

6.1.2 Cuenca del río San Fernando

Este río es uno de los más importantes dentro del territorio mexicano. Nace como el río Pablillo a 60 kilómetros al suroeste de Linares, cerca de los cerros Pablillo e Infiernillo; corre con dirección noreste pasando por Linares, después se le unen el río Camarones y el arroyo de Los Anegados por la margen derecha, y el arroyo Santa Rosa, el río Camacho, el río Potosí y el arroyo Pomona, por la izquierda; y finalmente desemboca en el Golfo de México (Ortega-Gaucin 2011; CONAGUA 2012; Torres-Morales y Barajas-Martinez 2004). Para esta cuenca se muestrearon algunos sitios del río Pablillo y un sitio en la presa Cerro Prieto (ver **Figura 6.2**).



Figura 6.1. Sitios de colecta cercanos al área metropolitana de Nuevo León. a)- Río Pesquería en Pesquería, b)- Río Santa Catarina, en Santa Catarina, c)- Río Pílon en Montemorelos, d)- Río Ramos en Allende.

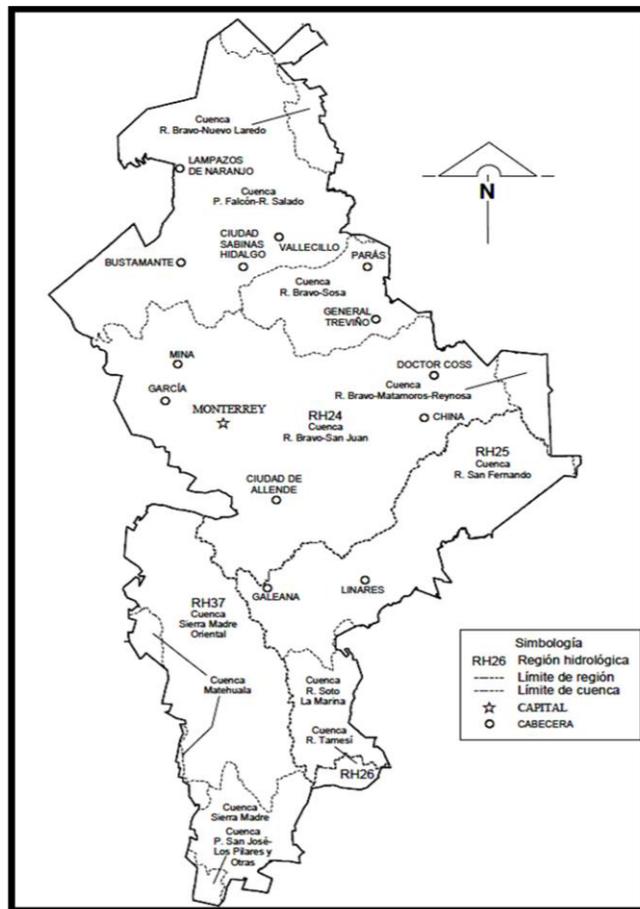


Figura 6.2. Cuencas hidrológicas en el estado de Nuevo León (INEGI, 2011).

6.2 Metodología

6.2.1 Determinación del área de muestreo

Los sitios de muestreo se determinaron de la siguiente manera: Se seleccionaron inicialmente 100 posibles puntos de colecta, los cuales coinciden con sitios de fácil acceso, como puentes de carreteras que atraviesan ríos y arroyos en el área de estudio. A partir de estos 100 puntos se seleccionaron aleatoriamente 50 estaciones mediante la página www.random.org y finalmente, para la obtención de un área de estudio homogénea, de esos 50 puntos se seleccionaron deliberadamente un total de 30 estaciones. En la **Figura 6.2** se representan los 30 sitios muestreados y en la **Tabla 6.1** se muestran las referencias geográficas de los mismos.

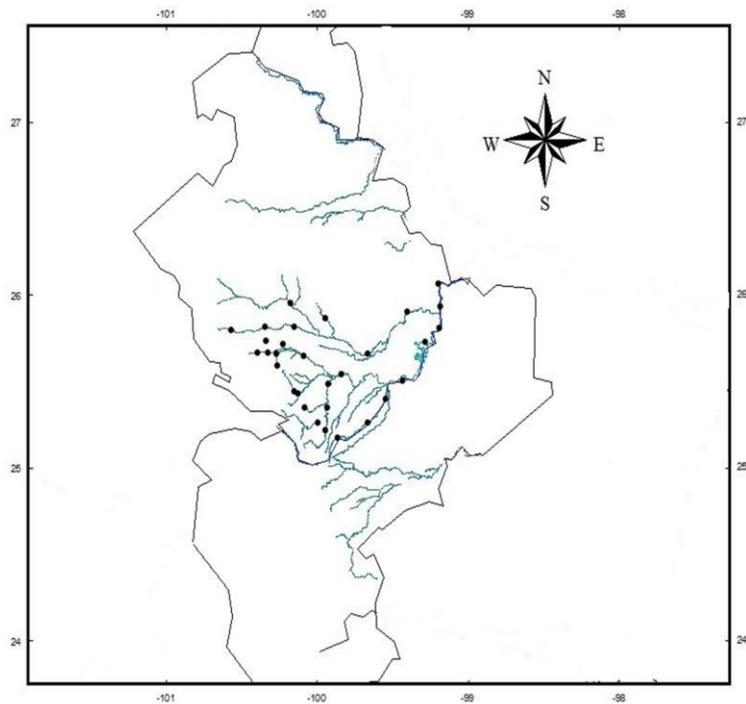


Figura 6.3. Mapa del estado de Nuevo León mostrando los 30 sitios de muestreo.

Tabla 6.1. Referencias geográficas de las estaciones de colecta

#DE ESTACIÓN	FECHA DE COLECTA	AFLUENTE	MUNICIPIO	COORDENADAS
1	24/06/2014	R.S.C.	San Pedro Garza García	25°40'21.8"N 100°23'37.6"O
2	07/07/2014	R.P.	San Nicolás de los Garza	25°44'01.1"N 100°20'23.4"O
3	24/08/2014	R.S.C.	Monterrey	25°39'57"N 100°19'38"O
4	21/01/2015	R.L.S.	Guadalupe	25°39'50"N 100°15'43"O
5	06/02/2015	R.R.	Allende	25°13'47.4"N 100°02'53.7"O
6	08/02/2015	R.P.	Pesquería	25°47'04"N 100°03'39"O
7	08/02/2015	R.S.	Dr. González	25°57'07.0"N 100°10'28.0"O
8	02/04/2015	R.P.	Escobedo	25°48'37"N 100°22'06"O
9	06/04/2015	R.Pa.	Linares	24°52'33"N 099°34'43"O
10	06/04/2015	R.Pa.	Linares	24°52'39"N 099°20'32"O
11	06/04/2015	R.Pa.	Linares	24°50'44"N 099°34'01"O
12	03/05/2015	R.S.C.	Guadalupe	25°41'24"N 100°11'44"O
13	06/04/2015	P.C.P.	Linares	24°53'51"N 099°26'06"O
14	03/05/2015	R.S.C.	Juárez	25°39'28"N 100°06'22"O
15	28/07/2015	A.A.	Higueras	25°56'32"N 100°00'00"O
16	28/07/2015	A.S.	Cerralvo	26°01'59"N 099°38'49"O
17	08/08/2015	P.B.	Melchor Ocampo	26°04'36"N 099°32'47"O
18	08/08/2015	P.M.O.	Melchor Ocampo	26°03'52"N 099°31'21"O
19	28/07/2015	A.P.S.	Cerralvo	26°00'32"N 099°39'49"O
20	19/08/2015	R.R.	Allende	25°15'24"N 100°01'10"O
21	11/01/2016	R.Pi.	Montemorelos	25°10'58"N 099°49'11"O
22	11/01/2016	R.Pi.	Montemorelos	25°10'56"N 099°50'00"O
23	26/01/2016	R.R.	Cadereyta	25°30'29.9"N 099°54'36.2"O
24	26/01/2016	R.S.C.	Cadereyta	25°32'20.7"N 099°55'10.4"O
25	26/01/2016	A.C.	Cadereyta	25°32'04.6"N 099°59'50.5"O
26	26/01/2016	R.S.J.	Cadereyta	25°32'02.1"N 099°51'23.3"O
27	26/01/2016	R.S.J.	Cadereyta	25°31'51.5"N 099°53'42.2"O
28	26/01/2016	R.S.J.	Cadereyta	25°32'01.5"N 099°37'50.4"O
29	20/09/2014	R.R.	Allende	25°15'37.9"N 099°59'50.4"O
30	20/09/2014	R.R.	Allende	25°21'20.8"N 099°59'20.8"O

El nombre de los afluentes se presenta de manera abreviada en donde **R.S.C.**: Río Santa Catarina, **R.P.**: Río Pesquería, **R.L.S.**: Río la Silla, **R.R.**: Río Ramos, **R.S.**: Río Salinas, **R.Pa.**: Río Pabillón, **P.C.P.**: Presa Cerro Prieto, **A.A.**: Arroyo Apartadero, **A.S.**: Arroyo Sardinas, **P.B.**: Presa Botoncillo, **P.M.O.**: Presa Melchor Ocampo, **A.P.S.**: Arroyo Puente San Marcos, **R.Pi.**: Río Pilón, **A.C.**: Arroyo Castillo, **R.S.J.**: Río San Juan.

6.2.2 Estrategia de muestreo

Los muestreos se realizaron durante la primavera de 2015, los veranos del 2014 y 2015 y los inviernos del 2015 y 2016, colectando el material de interés mediante técnicas ficológicas tradicionales (Prescott 1970; Whitford, L. A. y Schumacher 1984; John, D. M., Whitton, B. A., Brook 2002; Wehr y Sheath 2003), en cada sitio se trazó un transecto de 100 m y se muestreó entre los 0-10, 50-60 y 90-100 m, repitiendo el transecto a tres profundidades (orilla, media agua y a profundidad). Los transectos se recorrieron a pie colectándose en ellos, a mano, todas las algas de aspecto diferente, así como muestras de raíces y/o tallos de las plantas sumergidas y de los cantos rodados que presentaban cambios en su coloración, Para cada sitio de colecta se determinaron por triplicado los siguientes

parámetros: temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad y pH; la temperatura del agua mediante un termómetro convencional para laboratorio, el oxígeno disuelto se determinó mediante un oxímetro Milwaukee® mientras que la conductividad y el pH se evaluaron por medio de un conductivímetro Orion Thermo Scientific ® 0261s3 y un potenciómetro ecoTesterH2®, respectivamente; todos estos en versión portátil, también se calcularon para cada transecto los porcentajes de cobertura de vegetación y sustratos (**Figura 6.4**).



Figura 6.4. Actividad de colecta en sitios de muestreo: **a)**- Evaluación de parámetros físico-químicos en estación de colecta del río San Juan en San Juan, Cadereyta. **b)**- Muestreo de agua para análisis de clorofilas en estación de colecta del río Pesquería, en Pesquería, **c)**- Muestreo por medio de transectos en estación de colecta del río Ramos en Allende.

La observación del fondo fue facilitada por el empleo de un visor consistente en una cubeta de plástico cuyo fondo fue reemplazado por un acrílico transparente. El material colectado fue colocado en bolsas debidamente etiquetadas y transportado en hielo en recipientes plásticos a la Facultad de Ciencias Biológicas para su procesamiento. Una vez en el laboratorio, se procedió a separar el material y fotografiar las algas en fresco. Para ello se utilizó un microscopio óptico (Labomed) con cámara (Amscope MU1000 de 10 Mega pixeles).

6.2.3 Procesamiento de muestras

Una vez fotografiadas las algas en fresco, se procedió a la fijación y montaje de las mismas.

6.2.3.1 Fijación

Las algas se fijaron en una solución de formalina al 4%, mientras que a las diatomeas, se les realizó una limpieza con ácido clorhídrico con base en el siguiente procedimiento:

1. Una vez homogenizada la muestra, se tomaron 5 mL y se depositaron en un matraz de 1000 mL.
2. Bajo campana de flujo, se agregaron 50 mL de HCl y se dejó oxidar por 24 hrs. Se decantó el sobrenadante y se lavó la muestra 3 veces con agua destilada por medio de centrifugación. (1500 rpm, 5 minutos).
3. Se re-suspendió la muestra y se procedió al montaje.

6.2.3.2 Montaje

Las algas macroscópicas se montaron en cartulinas, mientras que las algas microscópicas, diatomeas y algunas estructuras de macroalgas se montaron en portaobjetos con preparaciones permanentes de gelatina/glicerina (**Figura 6.5**).



Figura 6.5. Técnicas de fijación y preservación utilizadas: a)- Characeas fijas en formol 4%, b)- Preservación en papel cartulina, c)- Preservación en laminillas (gelatina/glicerina).

6.2.3.3 Identificación del material biológico

Se identificó el material biológico con la ayuda de claves taxonómicas, descripciones e imágenes (Prescott 1970; Whitford, L. A. y Schumacher 1984; Ortega 1984; Ortega, M. M., Godinez, J. L., Garduño, G. y Oliva 1995; Valadez Cruz, F., Carmona Jiménez, J., Cantoral Uriza 1996; John, D. M., Whitton, B. A., Brook 2002; Wehr y Sheath 2003; Oliva-Martínez et al. 2005; Garduño-Solórzano et al. 2011) y la verificación y actualización de la nomenclatura se llevó a cabo de acuerdo a la información de la página <http://www.algaebase.org> (Guiry, M.D. & Guiry 2017). Las preparaciones permanentes y los montajes en cartulina forman parte de la colección de algas del herbario de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL

6.3 Análisis de clorofila α

6.3.1 Muestreo

Con el fin de evaluar la concentración de clorofila α a partir del fitoplancton presente, se realizaron muestreos superficiales de agua en los ríos Pílon, Pesquería, Ramos, San Juan y Santa Catarina; se seleccionó una estación de muestreo en cada río en base a su accesibilidad y en cada estación se tomaron muestras de 1L por triplicado, con frascos plásticos directamente de la superficie a 0, 50 y 100m y se trasladaron en hielo al laboratorio de Fisiología y Anatomía Vegetal, para su procesamiento.

6.3.2 Procesamiento de muestras

6.3.2.1 Concentración de la muestra

Se llevó a cabo pasando la muestra (1L) de agua a través de un filtro de micro fibra de vidrio Whatman® (poro 0.4 – 0.6 μm). La muestra se filtró

lo más rápido posible y cuando fue necesario conservarla, se mantuvo en botellas opacas y en refrigeración. (Alrededor de 4°C).

6.3.2.2 Extracción de pigmentos

Se añadió al filtro con la muestra una cantidad aproximada de 5mL de solución de C₃H₆O al 90% y se mantuvo en refrigeración y en la oscuridad de 12 a 24 horas, la extracción del pigmento se aceleró mediante una sonicación suave para romper las células.

Al finalizar la extracción se centrifugó la muestra (5-10 min a 3,000rpm) y se midió el volumen del extracto, tanto en este paso, como en el siguiente fue muy importante trabajar con la luz atenuada y rápido, con el fin de evitar la evaporación de la acetona y por consecuencia la variación del volumen del extracto.

6.3.2.3 Determinación de la concentración de clorofila α por medio de espectrofotometría y asignación de la categoría trófica

Una vez obtenido el extracto, se realizaron (con la luz de la habitación de trabajo atenuada) las mediciones correspondientes para después aplicarla a la fórmula utilizada para determinar la concentración de clorofila α , la cuál fue la siguiente:

$$Cl\ o\ \alpha = \frac{[11.85*(A664-A750)-1.54*(A647-A750)-0.8*(A630-A750)]*v}{V}$$

En donde:

- A630, A647, A664, A750= Densidad óptica media a las longitudes de onda indicadas (en nm)
- v=volumen en mL del extracto (mL)
- V=volumen de agua filtrada (L)

Una vez obtenidos las concentraciones de clorofila a las longitudes de onda ya mencionadas, se procedió a comparar los valores con los rangos

establecidos por el sistema de clasificación trófica de la OCDE (1982) los cuáles se muestran en la **Tabla 6.2** para asignarle a los ríos muestreados la categoría trófica correspondiente.

Tabla 6.2. Categorías saprobias, de acuerdo a la OCDE en base a la concentración de clorofila α .

CATEGORÍA	CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA α
Ultra – oligotrófico	< 1.0
Oligotrófico	< 2.5
Mesotrófico	2.5-8
Eutrófico	8-25
Híper – eutrófico	> 25

6.4 Determinación de la calidad saprobia del agua a partir de la presencia de organismos indicadores

Para clasificar los ríos de acuerdo a la presencia de especies indicadoras, se consultaron en la literatura los índices de saprobiidad de las especies identificadas de acuerdo al criterio de Sladeczek (1983) y Liebmann (1951), los cuáles se muestran en la **Tabla 6.3**.

6.5. Análisis de la información

El análisis de la información se llevó a cabo por medio de distintos análisis ecológicos:

6.5.1 Determinación de la abundancia relativa de especies

La abundancia relativa de especies se determinó por medio del cálculo del porcentaje de cobertura en las estaciones de colecta.

6.5.2 Agrupación de las estaciones de muestreo y parámetros físico - químicos

Se utilizó el Índice de similaridad de Jaccard para medir el grado de similitud entre las estaciones de colecta (presencia/ausencia), mientras que para correlacionar los parámetros físico-químicos evaluados con la riqueza de especies y el porcentaje de cobertura de las macroalgas en las estaciones de colecta se utilizó el Índice de correlación de Pearson.

Tabla 6.3. Calidad del agua de acuerdo al índice de saprobiedad según Sladeczek, (1983) y Liebmann (1951).

ZONA	ZONAS EN L (LIMNOSAPROBIEDAD)	SUBZONAS	INTERVALOS DEL ÍNDICE SAPROBIEDAD	CALIDAD
I	Xenosaprobiedad	C	0 - 0.5	Aguas de manantiales
I	Oligosaprobiedad	O	0.51 - 1.5	Agua pura de lagos, arroyos, etc.
II	β -mesosaprobiedad	B	1.51 - 2.5	Aguas para riego y pesca ligeramente sucias/contaminación moderada
III	α -mesosaprobiedad	A	2.51 - 3.5	Aguas de estanques
IV	Polisaprobiedad	R	3.51 - 4.5	Aguas con fuerte contaminación, microaerofílicas
IV	ZONA E (EUSAPROBIEDAD)	SUBZONAS	INTERVALOS DEL ÍNDICE DE SAPROBIEDAD	CALIDAD
	Isosaprobiedad	I	4.51 - 5.5	Aguas de desecho de origen doméstico
	Metasaprobiedad	M	5.51 - 6.5	Aguas de desechos industriales
	Hipersaprobiedad	H	6.51 - 7.5	Digestión de lodos
	Ultrasaprobiedad	U	7.51 - 8.5	Condiciones abióticas
	ZONAS EN C Y T (ASAPROBIEDAD)	SUBZONAS	INTERVALOS DEL INDICE DE SAPROBIEDAD	CALIDAD
	Catarobiedad	-	no hay vida vegetativa	Aguas subterráneas, limpias sin nutrientes
	Antisaprobiedad	A	no hay vida vegetativa	Aguas tóxicas
	Radiosaprobiedad	R	no hay vida vegetativa	Aguas tóxicas
	Criptosaprobiedad	C	no hay vida vegetativa	Aguas tóxicas

VII.- RESULTADOS

7.1 Macroalgas presentes en cuerpos de agua dulce del centro del estado de Nuevo León

En los diferentes cuerpos de agua del centro del estado de Nuevo León, se encontraron un total de 30 macroalgas distintas, distribuidas en 17 géneros, de las cuales 11, se identificaron hasta nivel de especie (ver **Tabla 7.1**). Los géneros identificados fueron *Batrachospermum*, *Chara*, *Chlorococcum*, *Cladophora*, *Hydrodictyon*, *Lyngbya*, *Microcoleus*, *Mougeotia*, *Oedogonium*, *Pseudanabaena*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Stigeoclonium*, *Tetraspora*, *Ulva*, *Vaucheria* y *Zygnema*, mientras que las 11 especies se enlistan con su diagnosis a continuación.

7.1.1 Macroalgas identificadas

Batrachospermum boryanum Sirodot 1874

Diagnosis: Filamentos color azul oscuro o verde olivo con espirales confluentes en forma de barril, de 340-1100 μm de diámetro en su madurez reproductiva, de 3-6 (-15) cm de longitud; eje principal abultado, irregularmente corticado; especie dioica: plantas femeninas con 1-30 carposporofitos dispersos en el espiral, de 70-140 μm de diámetro con 2-4 gonimoblastos; carpogonio de 16-35 μm de longitud con trigogino abultado y claviforme, de 6-10 μm de diámetro; rama carpogonial undiferenciada, con 4-8 células de largo; carposporangio ovoide, de 7-14 μm de diámetro y 8-17 μm de longitud (**Lámina 3**).

Hydrodictyon reticulatum (Linnaeus) Bory 1824

Diagnosis: Cenobios en forma de red cerrada, cilíndricos, visibles a simple vista en su mayoría. Cloroplasto parietal, reticulado con numerosos pirenoides y abundantes núcleos; células midiendo hasta 580 μm de largo y hasta 190 μm de ancho; células color verde brillante (**Lámina 3**).

Microcoleus vaginatus Gomont ex Gomont 1892

Diagnosis: Filamentos de 10-32 x 140-160 μm , solitarios o densamente enmarañados, simples o ramificados, con 2-5 tricomas por vaina; Vainas hialinas de contorno irregular, con lamelaciones paralelas y en ocasiones, concéntricas; Tricomas uniformes o paralelos, no constreñidos, con o sin gránulos en los septos y brevemente atenuados hacia los ápices. A veces, los tricomas presentan delgadas vainas hialinas individuales que se gelatinizan; Células de color verde-azulado, pálido intenso, con protoplasto granular, de 4-6 x (1.5) -3-5 μm ; las ápices capitadas con caliptra cónica (**Figura no disponible**).

Mougeotia scalaris Hassall 1842

Diagnosis: Células de 50-150 x 20-35 μm ; cloroplastos con 4-10 pirenoides alineados; conjugación escaliforme entre células rectas o curvadas. Zigosporas ovoides a esféricas, de 30-40 μm de diámetro, pared lisa en el canal de conjugación (**Lámina 6**).

Pseudanabaena limnetica (Lemmermann) Komárek 1974

Diagnosis: Tricomas solitarios, rectos o levemente curvados, de 1 (1.2)-1.5 (2) μm de diámetro, claramente constrictos en los septos, sin aerotopos; células largamente cilíndricas 2.5 a 8 veces más largas que anchas; células apicales redondeadas (**Lámina 7**).

Spirogyra crassa Kützing 1849 *emend.* Curza 1932

Diagnosis: Células a menudo más anchas que largas, de (130-) 140-165 μm de ancho y 126-330 μm de longitud, extremos de la pared celular planos, con de 6-12 cloroplastos, dando de 0.5-1 vueltas por célula; conjugación escaliforme y lateral, tubos de conjugación formados por los dos gametangios; Zigosporas comprimidas, ovoides o casi redondeadas, de 120-150 x 140-160 μm de ancho y 80-100 μm de longitud, pared

media gruesa con puntos irregulares (a veces estrellados), color café. **(Lámina 6).**

Spirogyra laxa Kützing 1849

Diagnosis: Células de 30-36 μm de ancho y 120-104 μm de longitud, extremos de la pared celular replicados, un solo cloroplasto con 3-5 vueltas por célula; conjugación escaliforme, tubos de conjugación formados por los dos gametangios; células fértiles cilíndricas, Zigosporas elípticas, más o menos puntiagudas en los extremos, de 30-33 μm de ancho y 60-82 μm de longitud, pared media lisa, amarillenta **(Lámina 7).**

Stigeoclonium lubricum (Dillwyn) Kützing 1853

Diagnosis: Filamentos erectos profusamente ramificados de color verde oscuro, en masa hasta 5 cm. Ramas opuestas o verticiladas que emergen de células esféricas o dilatadas en su parte media. Células del eje principal de 12-20 μm de diámetro y de 0.5 a 2 (4) veces más largas que anchas, a menudo con series de numerosas células en forma de barril alternadas con células cilíndricas; células de ramificaciones secundarias 6-10 μm de ancho aproximadamente iguales en longitud y anchura, de pared delgada; cloroplasto parietal con 1 o varios pirenoides **(Lámina 3).**

Ulva intestinalis Linnaeus 1753

Diagnosis: Talo color verde oscuro, laminar, tubular, más estrecho en la zona basal y formado por 2 capas de células, midiendo 30 cm de largo y hasta 3 cm de ancho, sin ramificaciones. Las células de la mitad del talo dispuestas de forma irregular, con uno o dos pirenoides **(Lámina 5).**

Vaucheria hamata (Vaucher) De Candolle 1805

Sifones de 30-42 μm de ancho; gametófitos de 110-160 μm de longitud y 25-60 μm de diámetro distal, con dos oogonios laterales y un anteridio central; anteridio circinado-cilíndrico, de 40- 58 μm de longitud y 16-18

μm de diámetro, con el pedicelo anteridial circinado; oogonio ovoide-reniforme, de 68-73 μm de longitud y 48-53 μm de diámetro; pedicelo del oogonio erecto, de 25-28 μm de longitud y 20-23 μm de diámetro; pared de la oospora de 1.5-3 μm de grosor (**Lámina 2**).

Zygnema coeruleum Czurda 1932

Filamentos uniseriados con células cilíndricas (10 a 50 μm de diámetro) una o varias veces más largas que anchas, con mucílago externo (fino a más ancho que el diámetro celular), raramente con rizoides. Cloroplasto estrellado, 2 por célula, cada uno con pirenoide central. El núcleo es central y se ubica en un puente citoplasmático entre los cloroplastos. Reproducción escaleriforme formándose un tubo de conjugación. Especie homotálica. Con zigosporas y aplanosporas en abundancia, Zigosporas elípticas, más o menos puntiagudas en los extremos, de 30-33 μm de ancho y 60-82 μm de longitud. (**Figura no disponible**).

7.2 Determinación de la abundancia de especies

7.2.1 Determinación del porcentaje de cobertura, por profundidad, de los principales componentes en las estaciones de colecta

En cada estación de colecta se determinó si el fondo estaba mayormente desnudo o cubierto por vegetación y se evaluó por transecto la proporción cubierta por algas y plantas superiores y en caso de estar expuesto, el tipo de fondo. A este valor se le denominó porcentaje de cobertura. Los cinco principales componentes resultaron ser: macroalgas (flotando sobre el agua), arena, limo, rocas y plantas superiores. Los transectos en las estaciones de colecta se colocaron en la orilla, a media agua y a un metro de profundidad (cuando esta profundidad no se alcanzó, se hizo a mitad del arroyo -mayor profundidad- y entre la orilla y este punto -media agua-). El análisis de estos resultados indica que:

En las orillas de las estaciones, los principales componentes fueron las macroalgas, con un 38.9% en segundo lugar, las rocas con un 36.9%,

seguidas de las plantas superiores con un 16.2%, los componentes con menor porcentaje en las orillas fueron la arena y el limo, ambas con menos del 5% (**Figura 7.1**).

A media agua: el principal componente fueron las rocas, con un 46.1%, seguido de las macroalgas, con un 33.6%. En tercer lugar se encontraron algunas especies de plantas superiores con un 12.4%, mientras que igual que en el caso de las orillas, la arena y el limo fueron los componentes con menor valor ambos con menos del 5% de cobertura (**Figura 7.2**).

A profundidad, las rocas también resultaron ser los principales componentes en la mayor profundidad de los ríos, con un 45.8%, seguidas de las macroalgas con un 35% y en tercer lugar las plantas superiores con un 10% de cobertura. Al igual que en las otras dos profundidades, la arena y el limo fueron los componentes con menor presencia, sin embargo, en este caso el limo obtuvo un porcentaje de 5.8% mientras que la arena 3.3% (**Figura 7.3**).

7.2.2 Especies predominantes en cada nivel de profundidad

Una vez determinados los principales componentes de las estaciones de colecta, se procedió a evaluar los porcentajes de cobertura de las macroalgas para cada profundidad. Los resultados fueron los siguientes:

Del total de macroalgas encontradas en las “Orillas” de las estaciones de colecta, las especies predominantes fueron: *Cladophora* sp.1, *Chara* sp.1 y *Mougeotia scalaris* con porcentajes de cobertura de 17, 10 y 8% respectivamente (**Figura 7.4**); “A media agua”, las macroalgas con mayor presencia fueron: *Cladophora* sp.1 y *Mougeotia scalaris*, ambas con una cobertura del 11%, *Hydrodictyon reticulatum* y *Spirogyra* sp.3 con 8% y *Rhizoclonium* sp.1 con un 7% de cobertura (**Figura 7.5**). Finalmente, “A profundidad” se encontraron como especies predominantes a *Cladophora* sp.1, con un 13% de cobertura, seguida de *Chara* sp.1 y *Mougeotia scalaris*, ambas con un 9% de cobertura,

mientras que con un 8% aparecieron *Cladophora* sp.2 y *Rhizoclonium* sp.1 (**Figura 7.6**).

Tabla 7.1. Presencia de las especies de macroalgas en las 30 estaciones de colecta. **1.** *Batrachospermum boryanum*, **2.** *Batrachospermum* sp.2, **3.** *Chara* sp.1, **4.** *Chara* sp.2, **5.** *Chara* sp.3, **6.** *Microcoleus vaginatus*, **7.** *Lyngbya* sp.1, **8.** *Pseudanabaena limnetica*, **9.** *Cladophora* sp.1, **10.** *Cladophora* sp.2, **11.** *Cladophora* sp.3, **12.** *Cladophora* sp.4, **13.** *Cladophora* sp.5, **14.** *Cladophora* sp.6, **15.** *Chlorococcum* sp.1, **16.** *Ulva intestinalis*, **17.** *Hydrodictyon reticulatum*, **18.** *Mougeotia scalaris*, **19.** *Oedogonium* sp.1, **20.** *Rhizoclonium* sp.1, **21.** *Rhizoclonium* sp.2, **22.** *Spirogyra laxa*, **23.** *Spirogyra crassa*, **24.** *Spirogyra* sp.3, **25.** *Spirogyra* sp.4, **26.** *Spirogyra* sp.5, **27.** *Stigeoclonium lubricum*, **28.** *Tetraspora* sp.1, **29.** *Vaucheria hamata*, **30.** *Zygnema coeruleum*.

Estación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Especie																														
1	X				X																									
2					X																									
3		X	X												X		X	X			X	X								
4		X	X																											
5																X	X													
6		X						X																						
7		X				X																								
8		X								X	X																			
9	X		X	X	X	X	X								X				X		X					X	X	X		
10	X		X	X				X																						
11				X																X										
12				X																			X			X				
13					X		X																X							
14								X																						
15				X							X																			
16											X																			
17	X												X								X									
18	X				X		X		X																					
19								X																						
20			X							X	X																			
21																	X		X											
22	X										X																			
23	X		X					X															X			X	X	X		
24	X	X	X	X	X			X			X		X																	
25					X										X	X														
26							X								X					X										
27	X																													
28														X								X								
29																			X								X	X		
30					X										X	X		X												

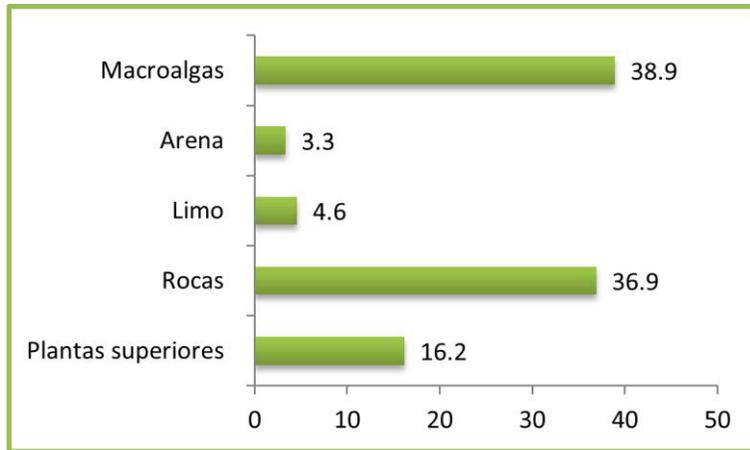


Figura 7.1. Porcentaje de cobertura de los componentes de las estaciones de colecta en el nivel de profundidad Orilla.

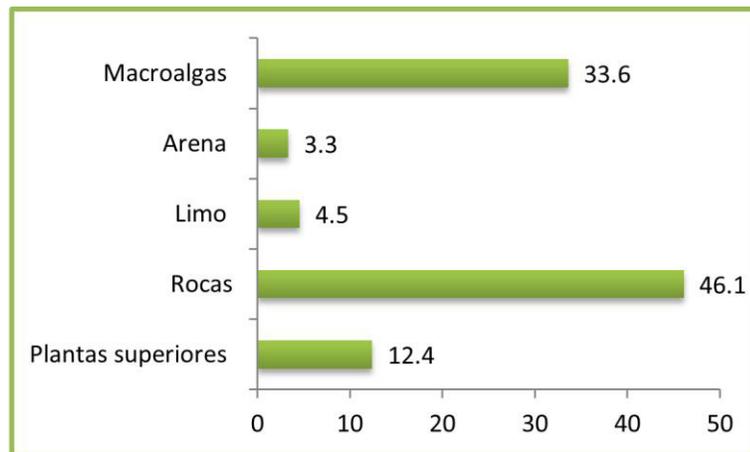


Figura 7.2 Porcentaje de cobertura de los componentes de las estaciones de colecta en el nivel de profundidad "Media agua".

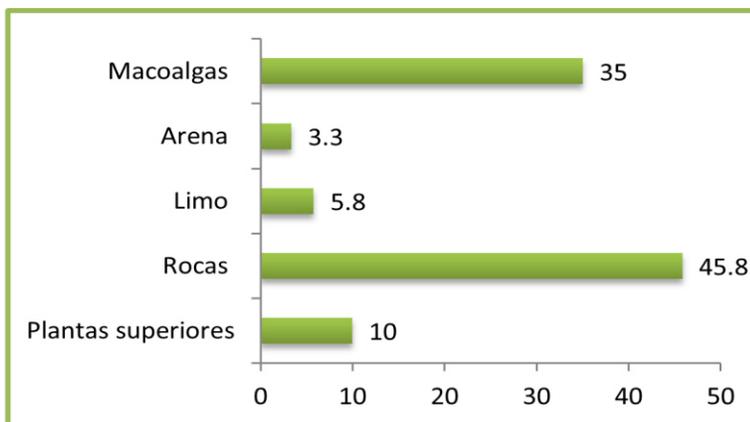


Figura 7.3. Porcentaje de cobertura de los componentes de las estaciones de colecta en el nivel de profundidad Fondo.

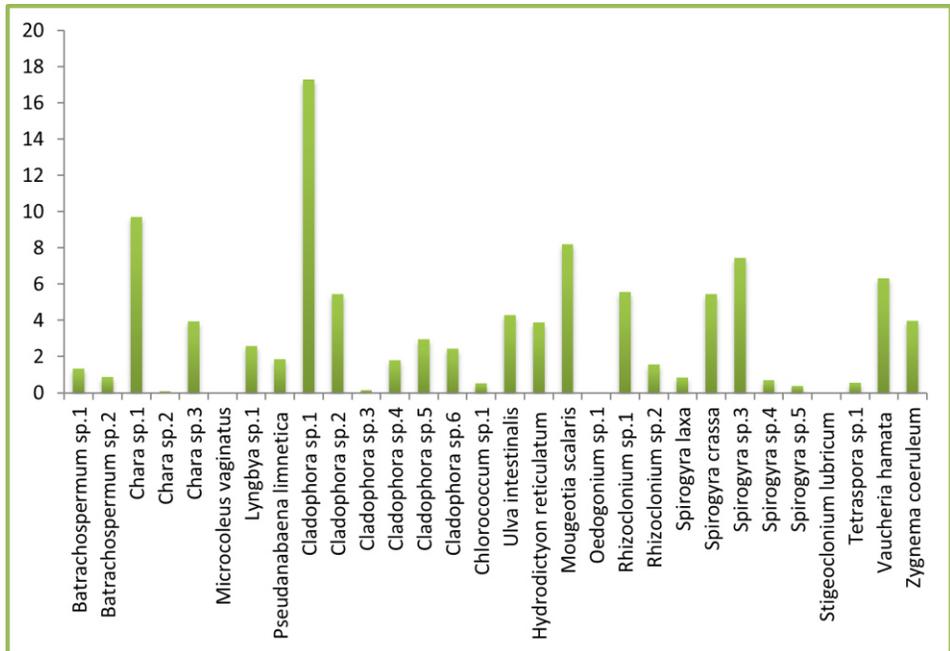


Figura 7.4. Porcentaje de cobertura de las especies de macroalgas identificadas en el nivel de profundidad Orilla.

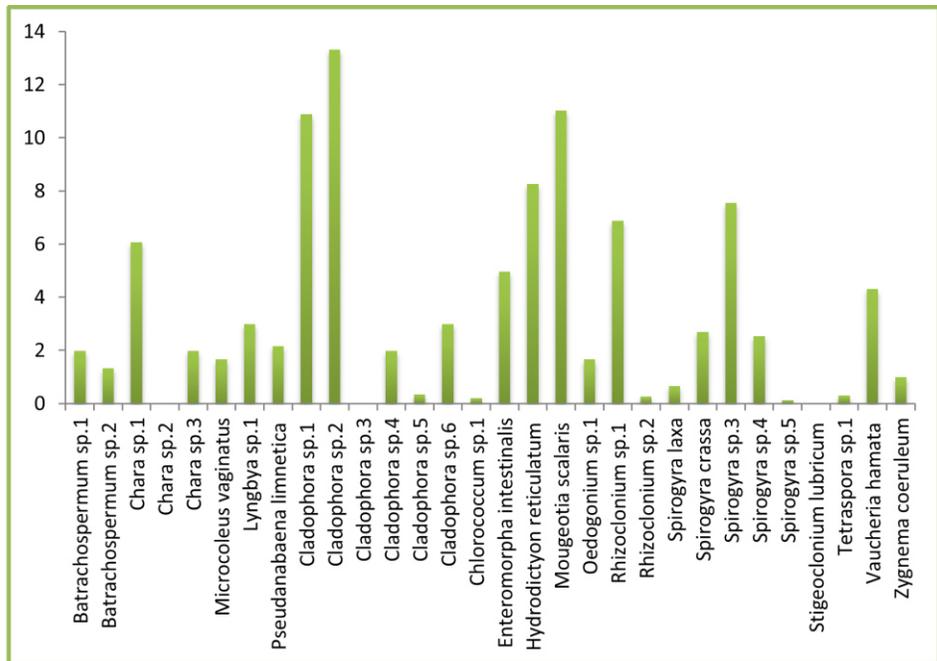


Figura 7.5. Porcentaje de cobertura de las especies de macroalgas identificadas en el nivel de profundidad "Media Agua".

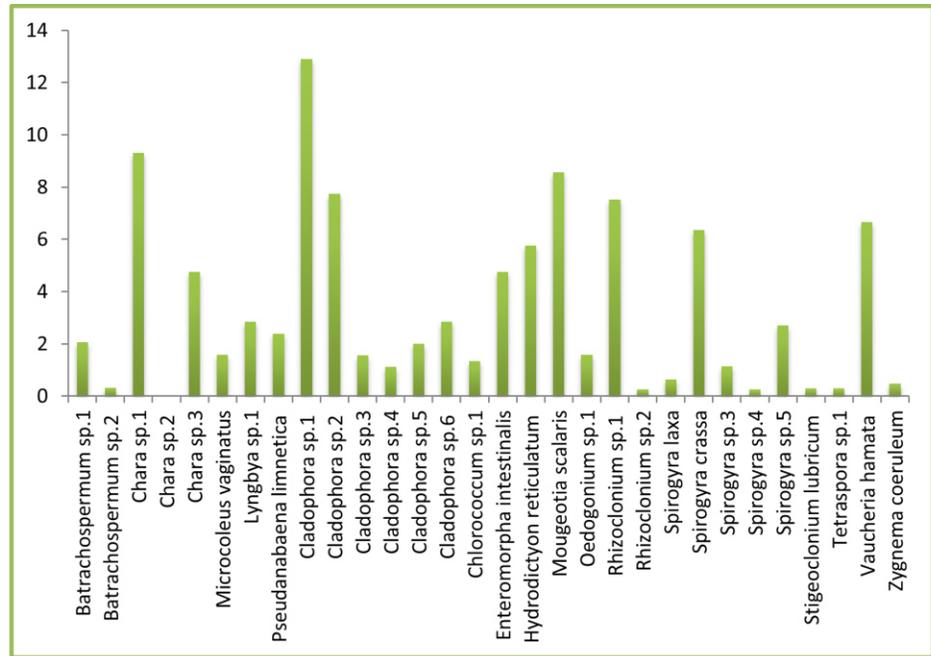


Figura 7.6. Porcentaje de cobertura de las especies de macroalgas identificadas en el nivel de profundidad Fondo.

7.2.3 Determinación del porcentaje de cobertura relativa de especies

Al calcular el porcentaje de cobertura relativa de las 30 especies encontradas en las 30 estaciones de colecta y a las 3 profundidades, se encontró que de manera general, las macroalgas con mayor cobertura relativa fueron: *Cladophora* sp.1 con un 14%, *Cladophora* sp.2 y *Mougeotia scalaris* ambas con un 9% y *Chara* sp.1 con un 8%; mientras que las macroalgas que obtuvieron una menor cobertura relativa fueron: *Stigeoclonium lubricum*, *Tetraspora* sp. y *Chara* sp.2 con menos de 1 % (**Figura 7.7**).

7.2.4 Determinación de la frecuencia relativa de especies

A partir de la información obtenida en la matriz de presencia y ausencia de especies, se calculó la frecuencia relativa de las especies presentes en las estaciones de colecta observando que las especies con mayor frecuencia relativa fueron *Cladophora* sp.1 con 40%, seguida de *Spirogyra crassa* y *S. sp.3* ambas con valores de 27% y *Chara* sp.1 con

un 23%; el resto de las especies obtuvieron los valores de frecuencia menores, con valores que oscilaban desde el 13 al 3% (**Figura 7.8**).

Cabe mencionar que 33 especies de algas microscópicas, distribuidas en 29 géneros, se encontraban como acompañantes o sobre los componentes de cobertura (**Figura 7.10**). Estas se clasificaron de acuerdo al ambiente que fueron encontradas como: eplito, epifiton, epipelon o plancton y se pueden encontrar junto con las macroalgas en el listado taxonómico que se presenta al final de esta sección.

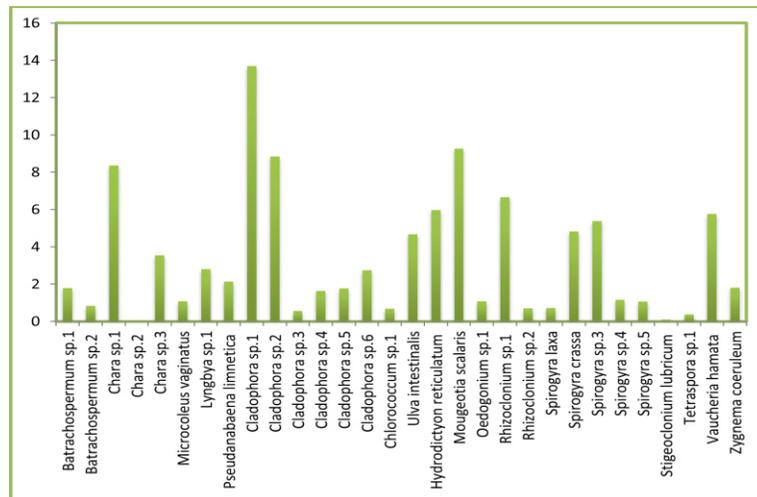


Figura 7.7. Porcentaje de cobertura relativa de las especies de macroalgas presentes en las estaciones de colecta.

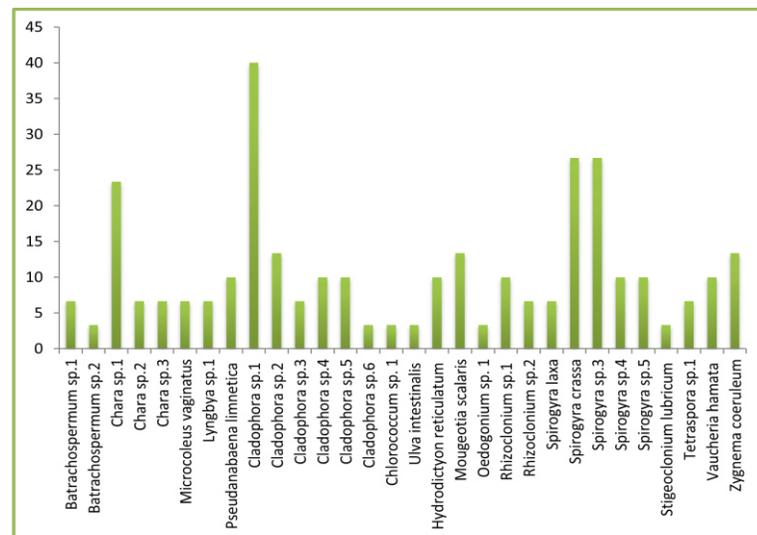


Figura 7.8. Frecuencia relativa de las especies de macroalgas presentes en las estaciones de colecta.

7.3 Correlación de la distribución de especies de macroalgas con las variables: temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad del agua y pH.

7.3.1 Análisis de correlación de Pearson

En las estaciones de colecta se evaluaron los siguientes factores fisicoquímicos del agua: temperatura, conductividad, oxígeno disuelto y pH, obteniendo los valores representados en la **Tabla 7.2**. Para correlacionar la distribución de las especies de macroalgas con los factores fisicoquímicos evaluados se calcularon los porcentajes de cobertura de macroalgas para cada estación de colecta (**Figura 7.9**) y posteriormente se realizó un análisis de correlación de Pearson, con la ayuda del software IBM SPSS Statistics 22, en donde se observa que, de acuerdo a los índices de correlación de Pearson no existe una correlación estadísticamente significativa entre los parámetros fisicoquímicos y el porcentaje de cobertura algal (**Tabla 7.3**).

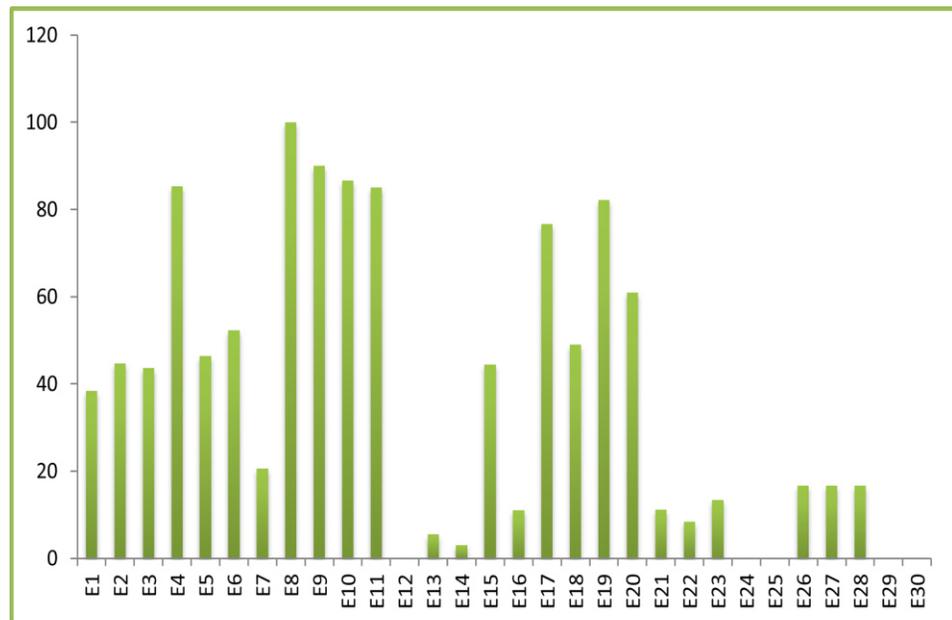


Figura 7.9. Porcentaje de cobertura de las macroalgas en las estaciones de colecta.

Tabla 7.2. Factores físico químicos evaluados en las estaciones de colecta.

Estación	Temperatura (°C)	pH	Conductividad ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	Oxígeno Disuelto (mgL^{-1})
1	25.4	7.6	0.684	11.3
2	28	8	1.415	6
3	23.9	8.4	0.495	7.1
4	14.5	9.1	0.278	8
5	16.4	9.2	0.278	8.6
6	18.9	8.9	1.784	6.3
7	19.8	8.9	0.408	8.7
8	24.8	8.6	0.495	8.4
9	20	9.4	0.493	7.7
10	22	9.2	0.493	8.4
11	22	9.2	0.493	8.4
12	22	9.2	0.493	7.1
13	21.2	9.4	0.493	7.7
14	23	9.5	0.493	9.7
15	28.4	8	0.563	5.2
16	27	8.5	0.535	8.5
17	32	10.1	0.362	8.4
18	35	10.0	0.431	14.7
19	25	9.1	0.754	8.1
20	24	8.5	0.490	3.4
21	17	9.7	0.278	9.2
22	16	9.7	0.278	9.1
23	15	9.0	0.278	7.8
24	17	10.0	0.278	12.1
25	17	9.1	0.278	6.3
26	17	9.8	0.278	10.3
27	17	9.0	0.278	7.7
28	17	9.0	0.278	7.7
29	28.8	9.3	0.444	8.4
30	28.8	9.3	0.444	8.4

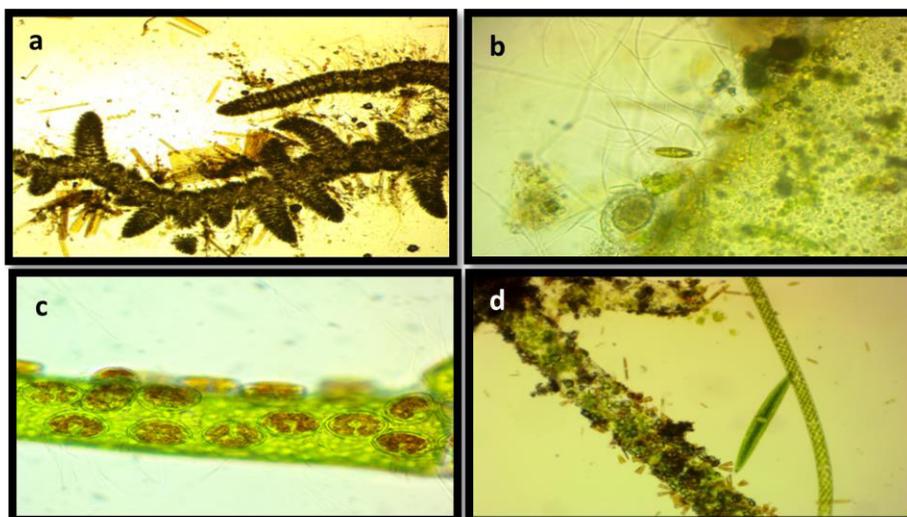


Figura 7.10. Epífitas y acompañantes asociadas a macroalgas. **a)**- *Batrachospermum boryanum*, con epífitas, en su mayoría *Synedra ulna*, **b)**- *Hydrodictyon reticulatum* con *Navicula sp.*, *Gomphonema truncatum* y otras algas como epífitas, **c)**- *Cladophora sp.* con *Cocconeis sp.* como epífita, **d)**- *Vaucheria hamata* con diatomeas como epífitas, en su mayoría *Gomphonema truncatum*, también se observa a *Closterium lanceolatum* y *Spirogyra sp.* (Derecha).

Tabla 7.3. Correlación del porcentaje de cobertura de especies de macroalgas con los factores fisicoquímicos pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto.

PARÁMETRO	ÍNDICE DE CORRELACIÓN	SIG	CORRELACIÓN
pH	-.142	.454	NO EXISTE
Temperatura (°C)	.223	.237	NO EXISTE
Conductividad ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	.241	.200	NO EXISTE
Oxígeno Disuelto (mgL^{-1})	-.123	.516	NO EXISTE

Se determinó la riqueza de especies en las estaciones de colecta para posteriormente hacer una correlación con los factores físico químicos evaluados por medio de un análisis de correlación de Pearson, esto con la ayuda del software IBM SPSS Statistics 22. La riqueza de especies en las estaciones presentó una gran variabilidad, siendo la estación 1 (Río Santa Catarina) la que presentó una mayor riqueza (9 especies) mientras que las estaciones 9 (Río Pablillo) y 14 (Río Santa Catarina) fueron las que presentaron menor riqueza, con una sola especie. Cabe mencionar que se

encontraron 5 estaciones (12, 24, 25, 29 y 30) en las que no se observaron especies macroscópicas. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de correlación de Pearson se observó que, estadísticamente, el pH presentó una correlación con la riqueza de especies en las estaciones de colecta, altamente significativa ($P < 0.001$) e inversamente proporcional mientras que el resto de las variables no presentaron correlación (**Tabla 7.4**).

Tabla 7.4. Correlación de la riqueza de especies de macroalgas con los factores fisicoquímicos pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto.

PARÁMETRO	ÍNDICE DE CORRELACIÓN	SIG	CORRELACIÓN
pH	-.605	.000*	SI EXISTE
Temperatura (°C)	.031	.870	NO EXISTE
Conductividad ($\mu\text{s cm}^{-1}$)	.121	.525	NO EXISTE
Oxígeno Disuelto (mgL^{-1})	-.008	.965	NO EXISTE

*Correlación altamente significativa ($P < 0.001$)

7.3.2 Índice de similaridad de Jaccard

Para conocer el grado de similitud de las estaciones en relación a las especies presentes en ellas, se calculó el índice de similitud de Jaccard con la ayuda del software IBM SPSS Statistics 22 obteniendo que las estaciones se pueden agrupar mediante 5 clusters: el primero entre las estaciones 27 y 28, el segundo comprende a las estaciones 19, 6, 23, 26, 4, 1, 3, 8, 11 y 2, el tercero a las estaciones 5,7 y 9, el cuarto las estaciones 14, 22, 15, 21, 18, 16 y 17; finalmente el quinto se conformó por las estaciones 12, 20 y 10. Se encontraron los valores más altos de similaridad entre las estaciones 27 y 28 con un coeficiente de similaridad de 1, mientras que las estaciones 1 y 10 resultaron con el menor coeficiente con valor de .018 (**Figura 7.11**).

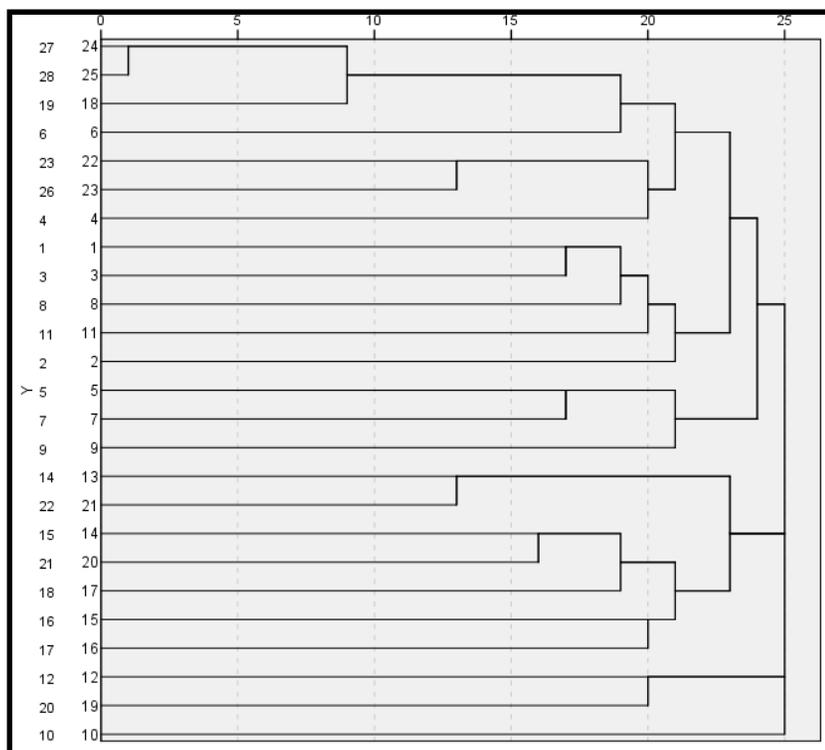


Figura 7.11. Dendrograma de similaridad de Jaccard generado en relación a las especies presentes en las estaciones de colecta.

7.4 Determinación de la calidad saprobia del agua de los 5 principales ríos de la sub-cuenca del río San Juan en el Estado de Nuevo León

7.4.1 Determinación de la calidad saprobia del agua de 5 ríos principales de la sub-cuenca del río San Juan en el estado de Nuevo León por medio de niveles de clorofila α

Se determinó la concentración de clorofila α en los 5 principales ríos de la sub-cuenca del río San Juan, los cuales son: Pesquería, Pílon, Ramos, San Juan y Santa Catarina y como ya se mencionó en la sección "Material y Métodos" su categoría saprobia fue asignada en base a la clasificación de la OCDE (1982). Las categorías asignadas, de acuerdo a las concentraciones de clorofila α presentadas en los ríos fueron las siguientes: Para Pesquería y San Juan, se les asignó la categoría de Mesotróficos, mientras que a Pílon y Ramos se les asignó la categoría de

Ultra-oligotróficos; el río Santa Catarina resultó ser el único con categoría de Oligotrófico (**Tabla 7.5**).

Tabla 7.5. Categorías saprobias asignadas a los ríos de Nuevo León, de acuerdo a las concentraciones de clorofila α , según la OCDE.

RÍOS	CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA α	CATEGORÍA SAPROBIA
Pesquería	6.885	Mesotrófico
Pilón	0.731	Ultra-oligotrófico
Ramos	0.632	Ultra-oligotrófico
San Juan	3.766	Mesotrófico
Santa Catarina	1.698	Oligotrófico

7.4.2 Determinación de la calidad saprobia del agua de 5 ríos principales de la sub-cuenca del río San Juan en el estado de Nuevo León por medio de organismos indicadores

Según Sladeczek, 1983 y Liebmann, 1951, ciertas algas funcionan como indicadores de la calidad del agua, de acuerdo a estos autores se determinó la calidad saprobia del agua en los 5 ríos mencionados anteriormente, en base a las algas indicadoras presentes en ellos; las categorías saprobias asignadas a los ríos conforme a este criterio fueron las siguientes: Al río pilón se le asignó en la categoría de Oligosaprobiedad, mientras que los ríos Santa Catarina, Pesquería, Ramos y San Juan, entraron en la categoría de β – mesosaprobiedad (**Tabla 7.6**). Las algas indicadoras presentes en los ríos se muestran en la **Tabla 7.7**. Al comparar los dos análisis realizados para clasificar la calidad del agua de los ríos muestreados, se observa que éstos presentan en general aguas puras o con contaminación moderada (**Tabla 7.8**).

Tabla 7.6. Calidad del agua de los ríos muestreados en base a organismos indicadores.

ZONA	ZONAS EN L (LIMNOSAPROBIE D)	SUB. ZONAS	CALIDAD	RIOS
I	Oligosaprobiedad	O	Agua pura	Pilón
II	β – mesosaprobiedad	B	Aguas para riego y pesca, ligeramente sucias/contaminación moderada	Ramos San Juan Santa Catarina Pesquería

Tabla 7.7. Organismos indicadores presentes en los ríos muestreados e índices de saprobiedad según Liebmann (1951) y Sladeczek (1983)

ZONA	ZONAS DE LIMNOSAPROBIE D	SUB. ZONAS	INTERVALOS DE ÍNDICE DE SAPROBIE D	ÍNDICE DEL ALGA	ALGA INDICADORA
I	Oligosaprobiedad	o	0.51 - 1.5	1	<i>Calothrix parietina</i>
				0.9	<i>Chaetophora incrassata</i>
				0.8	<i>Closterium lunula</i>
				0.8	<i>Cosmarium reniforme</i>
				0.8	<i>Hydrocoleum lynbyaceum</i>
II	β - mesosaprobiedad	b	1.51 - 2.5	1.85	<i>Hydrodictyon reticulatum</i>
				2.1	<i>Acutodesmus dimorphus</i>
				2	<i>Anabaena flos-aquae</i>
				2.2	<i>Closterium monilifera</i>
				1.6	<i>Fragillaria capucina</i>
				2.2	<i>Gomphonema acuminatum</i>
				1.7	<i>Pediastrum tetras</i>
				1.75	<i>Phormidium calidum</i>
				1.95	<i>Synedra ulna</i>
-	<i>Spirogyra crassa</i>				
-	<i>Melosira varians</i>				
-	<i>Ulva intestinalis</i>				

Tabla 7.8. Comparación entre los análisis de clorofila α y organismos indicadores

	ANÁLISIS		
	CLOROFILA α	ORGANISMOS INDICADORES	
RÍOS	CATEGORÍA		CALIDAD DEL AGUA
Pesquería	Mesotrófico	β – mesosaprobio	Contaminación moderada
Pilón	Ultra-oligotrófico	Oligosaprobio	Agua pura
Ramos	Ultra-oligotrófico	β - mesosaprobio	Agua pura/ contaminación moderada
San Juan	Mesotrófico	β - mesosaprobio	Contaminación moderada
Santa Catarina	Oligotrófico	β - mesosaprobio	Agua pura / contaminación moderada

7.5 Importancia y usos potenciales de las especies que componen la ficoflora de Nuevo León

La mayoría de las macroalgas identificadas en los cuerpos de agua muestreados tienen potencial para ser aprovechadas de manera sustentable, por ejemplo, a nivel de géneros tenemos que 9 de ellos tienen un gran potencial de aprovechamiento sustentable, que va desde propiedades medicinales hasta indicadoras. Los géneros a los que nos referimos son *Batrachospermum*, *Chara*, *Chlorococcum*, *Cladophora*, *Lyngbya*, *Microcoleus*, *Oedogonium*, *Rhizoclonium* y *Tetraspora*, en la **Tabla 7.9**, se resumen algunos de sus usos principales. En el caso de especies, tenemos a *Ulva intestinalis*, *Hydrodictyon reticulatum*, *Pseudanabaena limnetica* y *Spirogyra crassa*, cuyos usos se resumen en la **Tabla 7.10**.

Tabla 7.9. Aplicaciones de algunos géneros presentes en las estaciones de colecta.

GÉNERO	UTILIDAD /IMPORTANCIA
<i>Batrachospermum</i>	Indicadora (Morales y Rivera 2015; Liebmann 1951)
<i>Chara</i>	Productora de compuestos anti microbianos (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013) Indicadora (Liebmann 1951) Productora de compuestos anti virales (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)
<i>Chlorococcum</i>	Productora de compuestos con actividad anti microbiana (Bhagavathy, Sumathi, y Jancy Sherene Bell 2011)
<i>Cladophora</i>	Productora de compuestos con actividad anti oxidante (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013) Indicadora (Liebmann 1951; Sladeczek 1983)
<i>Lyngbya</i>	Produce toxinas (Berry et al. 2008) Produce compuestos con actividad anti leucémica (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013) Productora de compuestos con actividad anti microbiana (Berry et al. 2008) Productora de compuestos con actividad anti cancerígena (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)
<i>Microcoleus</i>	Productora de alcanos ramificados y compuestos apolares (Buchko 2009)
<i>Oedogonium</i>	Productora de compuestos antibacterianos (Pérez-Gutiérrez 2006)
<i>Rhizoclonium</i>	Productora de compuestos anti protozoarios (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)
<i>Tetraspora</i>	Productora de compuestos anti microbianos (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)

Tabla 7.10. Aplicaciones de algunas especies encontradas en las estaciones de colecta.

ESPECIE	UTILIDAD /IMPORTANCIA
	Como fertilizante (Mathur et al. 2015)
<i>Ulva intestinalis</i>	Productora de compuestos con actividad antitumoral (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)
	Indicadora (Liebmann 1951)
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	Productora de compuestos con actividad anti cancerígena (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)
	Indicadora (Sladeczek 1983)
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	Productora de compuestos con actividad antiviral (Ramesh, Rajan, y Santhanam 2013)
<i>Spirogyra crassa</i>	Indicadora (Liebmann 1951)

7.6 Análisis histórico de registros de las algas del estado de Nuevo León

El análisis del material colectado durante este estudio permitió la identificación de un total de 45 especies de algas, de las cuales 39 resultaron nuevos registros. Según la literatura, se tenían reportadas para el estado 31 especies, hasta el año 2015 (**Tabla 7.11**) por lo que al término de estudio se incrementó el estado del conocimiento ficológico de la entidad a un total de 70 especies.

A continuación se presentan las 70 especies que ahora conocemos para el estado de Nuevo León, las cuales se distribuyen en 53 géneros y 38 familias. El listado taxonómico se encuentra ordenado alfabéticamente, siguiendo la nomenclatura de acuerdo la página <http://www.algaebase.org> (Guiry, M.D. & Guiry 2017). Las especies están numeradas progresivamente y para cada una se anota su sinonimia y se indica el municipio de procedencia, el ambiente y la fecha de colecta. Para las especies reportadas anteriormente, se incluye la información original y las citas correspondientes. Los nuevos registros para Nuevo León se indican con un asterisco (*)

Tabla 7.11. Registros históricos de algas para el Estado de Nuevo León.

FUENTE	FECHA/PERÍODO	GÉNEROS	ESPECIES
* LACET	1958–2006	13	21
Martínez-Lozano <i>et al.</i>	1991	-	2
Salcedo-Martínez y Martínez-Lozano.	2007	31	5
Aguirre.	2013	5	-
Molina <i>et al.</i>	2013	-	1
Reyna-Martínez <i>et al.</i>	2015	-	1
Galicia.	2015	2	
Total	-	51	31

* Información proporcionada por el Dr. Eberto Novelo Maldonado, proveniente de la Base de datos – Taxfich del Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía (LACET), de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

7.6.1 Listado taxonómico de algas para Nuevo León

Reino Chromista Cavalier-Smith

Phylum Bacillariophyta L. S. Dillon

Subphylum Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska

Clase Bacillariophyceae Haeckel

Subclase Bacillariophycidae D. G. Mann

Orden Cymbellales D. G. Mann

Familia Cymbellaceae Kützing

Género *Cymbella* C. Agardh

Especie 1 **Cymbella affinis* Kützing 1844

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015.

Ambiente: epilíton, epipelón.

Familia Gomphonemataceae Kützing

Género *Gomphonema* Ehrenberg

Especie 2 **Gomphonema acuminatum* Ehrenberg 1832

Sinónimos heterotípicos: *Exilaria panduriformis* Ehrenberg 1832, *Meridion panduriforme* (Ehrenberg) Ehrenberg 1838, *Gomphonema laticeps* Ehrenberg 1843, *Gomphonema acuminatum* var. *laticeps* (Ehrenberg) Grunow 1880, *Gomphonema acuminatum* f. *laticeps* (Ehrenberg) Dippel 1905, *Gomphonema acuminatum* f. *laticeps* (Ehrenberg) Ant.Mayer 1913.

Localidad: *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015.

Ambiente: epilíton.

Especie 3 **Gomphonema truncatum* Ehrenberg 1832

Sinónimos homotípicos: *Gomphonema constrictum* var. *truncatum* (Ehrenberg) Gutwinski 1887, *Gomphonema constrictum* var. *truncatum* (Ehrenberg; Ehrenberg) Gutwinski 1888.

Sinónimos heterotípicos: *Gomphonema acuminatum* var. *constrictum* (Kützing) W. Carruthers 1864.

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015. *Cadereyta*: Río San Juan. 26 de enero de 2016. *Cerralvo*: Arroyo “Puente San Marcos”. 28 de julio de 2015. *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015. *Higueras*: Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015. *Montemorelos*: Río Pilón, en arroyo bajo el “Puente de Fierro y arroyo bajo puente sobre Carretera Nacional. 11 de enero de 2016. *Santiago*: Río Ramos en “Margaritas”. 25 de enero de 2015.

Ambiente: epiliton, epifiton.

Orden Naviculales Bessey

Suborden Naviculineae Hendey

Familia Naviculaceae Kützing

Género *Navicula* Bory

Especie 4 **Navicula caroliniae* Bahls 2012

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015 y Río Santa Catarina en Hacienda los Lerma. 03 de mayo de 2015. *Montemorelos*: Río Pilón bajo el “Puente de Fierro” y bajo del puente de la Carretera Nacional. 11 de enero de 2016.

Ambiente: epiliton.

Familia Stauroneidaceae D. G. Mann

Género *Craticula* Grunow

Especie 5 **Craticula cuspidata* (Kützing) D. G. Mann

Basiónimo: *Frustulia cuspidata* Kützing

Sinónimos homotípicos: *Frustulia cuspidata* Kützing 1834, *Navicula cuspidata* (Kützing) Kützing 1844, *Vanheurckia cuspidata* (Kützing) Brébisson 1869, *Schizonema cuspidatum* (Kützing) Kuntze 1898.

Sinónimos heterotípicos: *Craticula cuspidata* var. *craticula* Aysel 2005

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. *Guadalupe*: Río la Silla en Guadalupe. 21 de enero de 2015 y Río Santa Catarina en Hacienda los Lerma. 03 de mayo de 2015. *Montemorelos*: Río Pilón bajo el “puente de fierro” y bajo puente de la Carretera Nacional. 11 de enero de 2016.

Ambiente: epilíton.

Subclase Fragilariophycidae Round

Orden Fragilariales P. C. Silva

Familia Fragilariaceae Kützing

Género *Fragilaria* Lyngbye

Especie 6 **Fragilaria capucina* Desmazières 1830

Sinónimos heterotípicos: *Fragilaria capucina* f. *lanceolata* (Grunow) Hustedt 1957, *Fragilaria capucina* f. *lanceolata* (Grunow) Skabichevskii 1960.

Localidad: Allende: Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015.

Cadereyta: Arroyo Castillo, Río Ramos y Río San Juan. 26 de enero de

2016. **Cerralvo:** Arroyo “Sardinas” bajo puente. 28 de julio de 2015. **Dr.**

González: Río Salinas. 08 de febrero de 2015. **Guadalupe:** Río la Silla.

21 de enero de 2015. **Higueras:** Arroyo “apartadero”. 28 de julio de

2015. **Montemorelos:** Río Pílon, bajo el “Puente de Fierro”. 11 de enero

de 2016. **Monterrey:** Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: epilíton, epifíton, epipelón.

Orden Licmophorales Round

Familia Ulnariaceae E. J. Cox

Género *Ulnaria* (Kützing) Compère

Especie 7 **Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère 2001

Basiónimo: *Bacillaria ulna* Nitzsch

Sinónimos homotípicos: *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817, *Frustulia ulva*

(Nitzsch) C. Agardh 1829, *Navicula ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1830,

Frustulia ulna (Nitzsch) C. Agardh 1831, *Synedra ulna* (Nitzsch)

Ehrenberg 1832, *Exilaria ulna* (Harvey) Jenner 1845, *Fragilaria ulna*

(Nitzsch) Lange-Bertalot 1980.

Sinónimos heterotípicos: *Synedra ulna* var. *genuina* Grunow, *Synedra*

bicurvata Biene ex Rabenhorst 1864, *Synedra ulna* var. *bicurvata* (Biene

ex Rabenhorst) Grunow 1881, *Pseudo-eunotia bicurvata* (Biene) De Toni 1892, *Synedra ulna* f. *bicurvata* (Biene) Mayer 1919.

Localidad: *Allende:* Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015. *Dr. González:* Río Salinas. 08 de febrero de 2015. *Guadalupe:* Río la Silla. 21 de enero de 2015. *Montemorelos;* Río Pilón, bajo el “Puente de Fierro”. 11 de enero de 2016. *Monterrey:* Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014. *Santiago:* Río Ramos en “Margaritas”. 25 de enero de 2015.

Ambiente: epilíton, epifíton, epipelón.

Orden Tabellariales Round

Familia Tabellariaceae Kützing

Género *Diatoma* Bory

Especie 8 **Diatoma vulgare* Bory 1824

Sinónimo homotípico: *Bacillaria vulgare* (Bory) Ehrenberg 1836

Sinónimos heterotípicos: *Diatoma vulgare* var. *distorta* Grunow ex van Heurck, *Diatoma vulgare* var. *vulgare* Bory 1824, *Diatoma vulgare* f. *producta* (Grunow) A. Kurz 1922.

Localidad: *Allende:* Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015. *Cadereyta:* Río Ramos. 26 de enero de 2016. *Juárez:* Río Santa Catarina. 03 de mayo de 2015. *Montemorelos:* Río Pilón, bajo el “Puente de Fierro”. 11 de enero de 2016.

Ambiente: epilíton, epifíton.

Subphylum Coscinodiscophytina Medlin & Kaczmarek

Clase Coscinodiscophyceae Round & R. M. Crawford

Subclase Melosirophyceae E. J. Cox

Orden Melosirales R. M. Crawford

Familia Melosiraceae Kützing

Género *Melosira* C. Agardh

Especie 9 **Melosira varians* C. Agardh 1827

Sinónimo homotípico: *Lysigonium varians* (C. Agardh) De Toni 1892

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015; Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015. *Cadereyta*: Río Santa Catarina y Arroyo Castillo. 26 de enero de 2016. *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015.

Ambiente: epiliton, epifiton.

Phylum Ochrophyta Cavalier-Smith

Clase Xanthophyceae Allorge ex Fritsch

Orden Vaucheriales (Naegeli) Bohlin

Familia Vaucheriaceae Dumortier

Género *Vaucheria* A. P. de Candolle

Especie 10 *Vaucheria geminata* (Vaucher) De Candolle 1805

Basionimo: *Ectosperma geminata* Vaucher

Sinónimo homotípico: *Ectosperma geminata* Vaucher 1803

Sinónimo heterotípico: *Vaucheria geminata* var. *racemosa* J. Walz 1866

Localidad: *Linares*: Baño de San Ignacio (Salcedo - Martínez y Martínez - Lozano, 2007).

Ambiente: indeterminado.

Especie 11 **Vaucheria hamata* (Vaucher) De Candolle 1805

Basionimo: *Ectosperma hamata* Vaucher

Sinónimo homotípico: *Ectosperma hamata* Vaucher

Localidad: *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015.

Ambiente: edafon, epipelon.

Reino Plantae Haeckel

Phylum Rhodophyta Wettstein

Subphylum Eurhodophytina G.W.Saunders & Hommersand

Clase Florideophyceae Cronquist

Subclase Nemaliophycidae T.Christensen

Orden Batrachospermales Pueschel & K.M.Cole

Familia Batrachospermaceae C.Agardh

Género *Batrachospermum* Roth 1797

Especie 12 **Batrachospermum boryanum* Sirodot 1874

Sinónimo: *Sheathia boryana* (Sirodot) Salomaki & M.L.Vis.

Sinónimo heterotípico: *Batrachospermum ectocarpoideum* Skuja ex L.H.Flint 1949.

Localidad: *Monterrey:* Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014. *Allende:* Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015; Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015.

Ambiente: epifiton, libre, flotadora.

Subreino Biliphyta Cavalier-Smith

Phylum Rhodophyta Wettstein

Subphylum Proteorhodophytina Muñoz-Gómez, Mejía-Franco, Durnin, Colp, Grisdale, J. M. Archibald & Slamovits

Clase Compsopogonophyceae G. W. Saunders & Hommersand

Orden Compsopogonales Skuja

Familia Compsopogonaceae F. Schmitz

Género *Compsopogon* Montagne

Especie 13 **Compsopogon coeruleus* (Balbis ex C. Agardh) Montagne 1846

Basiónimo: *Conferva caerulea* Balbis ex C. Agardh

Sinónimo homotípico: *Conferva caerulea* Balbis ex C. Agardh 1824

Sinónimos heterotípicos: *Compsopogon hookeri* Montagne 1846

Pericystis aeruginosus J. Agardh 1847, *Compsopogon chalybeus* Kützing 1849, *Compsopogon aeruginosus* (J. Agardh) Kützing 1849, *Compsopogon leptoclados* Montagne 1850, *Compsopogon oishii* Okamura 1915. *Compsopogon minutus* C. C. Jao 1941, *Compsopogonopsis leptoclados* (Montagne) V. K. Krishnamurthy 1962, *Compsopogonopsis japonica* Chihara 1976, *Compsopogon lusitanicum*

M. P. Reis 1977, *Compsopogon corticrassus* Chihara & Nakamura 1980, *Compsopogon aegyptiacus* A. A. Aleem 1981, *Compsopogon prolificus* Yadava & Kumano 1985, *Compsopogon tenellus* Y. J. Ling & S. L. Xie 1998.

Localidad: *Pesquería*: Río pesquería en el paraje “Paso las cucharas”. 02 de abril de 2015.

Ambiente: epifiton.

Subreino Viridiplantae Cavalier-Smith

Infrareino Chlorophyta Cavalier-Smith

Phylum Chlorophyta Reichenbach

Subphylum Chlorophytina

Clase Chlorophyceae Wille

Orden Chaetophorales Wille

Familia Chaetophoraceae Greville

Género *Chaetophora* F. Schrank

Especie 14 *Chaetophora lobata* Schrank 1783

Sinónimos hetrotípicos: *Chaetophora endiviifolia* var. *cornudamae* (Roth) Kützing, *Ulva incrassata* Hudson 1778, *Rivularia cornudamae* Roth 1797, *Rivularia endiviaefolia* Roth 1798, *Chaetophora endiviifolia* (Roth) C. Agardh 1812, *Chaetophora cornudamae* (Roth) C. Agardh 1817, *Chaetophora incrassata* Hazen 1902.

Localidad: *Linares*: Baño de San Ignacio (Salcedo Martínez y Martínez Lozano, 2007).

Ambiente: indeterminado.

Género *Gongrosira* Kützing

Especie 15 **Gongrosira schmidlei* P. G. Richter 1893

Sinónimo heterotípico: *Gongrosira koppei* Budde 1929

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015. *Guadalupe*: Río Santa Catarina en Hacienda los Lerma. 03 de mayo de 2015. *Higueras*: Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015.

Ambiente: epilíton.

Género *Stigeoclonium* Kützing

Especie 16 **Stigeoclonium lubricum* (Dillwyn) Kützing 1853

Basiónimo: *Conferva lubrica* Dillwyn

Localidad: *Higueras*: Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015.

Linares: Río Pablillo, bajo el puente “ojo de agua”. 06 de abril de 2015.

Melchor Ocampo: Presa Melchor Ocampo. 08 de agosto de 2015.

Monterrey: Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: edafon, epilíton.

Familia Schizomeridaceae G. M. Smith

Género *Schizomeris* Kützing

Especie 17 **Schizomeris leibleinii* Kützing 1843

Localidad: *Monterrey*: Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: epilíton.

Orden Sphaeropleales Luerssen

Familia Hydrodictyaceae Dumortier

Género *Hydrodictyon* A. Roth

Especie 18 **Hydrodictyon reticulatum* (Linnaeus) Bory 1824

Basiónimo: *Conferva reticulatum* Linnaeus

Sinónimos homotípicos: *Conferva reticulata* Linnaeus 1753, *Byssus reticulata* (Linnaeus) F. H. Wiggers 1780.

Sinónimos heterotípicos: *Byssus cancellata* Linnaeus 1767, *Hydrodictyon utriculatum* Roth 1800, *Hydrodictyon pentagonum* Vaucher 1803.

Localidad: *Cerralvo*: Arroyo “Puente San Marcos”. 28 de julio de 2015.

Guadalupe: Río Santa Catarina en Hacienda los Lerma. 03 de mayo de 2015. *Monterrey*: Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz.

24 de junio de 2014.

Ambiente: libre, flotadora.

Género *Pediastrum* Meyen

Especie 19 **Pediastrum duplex* Meyen 1829

Sinónimos heterotípicos: *Pediastrum napoleonis* Ralfs, *Pediastrum pertusum* Kützing, *Pediastrum duplex* f. *genuinum* Arnold & Aleksenko, *Pediastrum selenaea* Kützing 1845, *Pediastrum pertusum* var. *genuinum* A. Braun 1855, *Pediastrum duplex* var. *reticulatum* Lagerheim 1882, *Pediastrum duplex* var. *clathratum* (A. Braun) Lagerheim 1882, *Pediastrum duplex* var. *genuinum* (A. Braun) Lagerheim 1882.

Localidad: **Linares:** Arroyo en Entronque “Cascajosos” cerca del Baño de San Ignacio. 06 de abril de 2015. **Monterrey:** Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton.

Género *Pseudopediastrum*

Especie 20 **Pseudopediastrum boryanum* var. *longicorne* (Reinsch) Tsarenko

Basiónimo: *Pediastrum boryanum* f. *longicorne* Reinsch

Sinónimos homotípicos: *Pediastrum boryanum* f. *longicorne* Reinsch 1866, *Pediastrum boryanum* var. *longicorne* Reinsch 1867.

Sinónimos heterotípicos: *Pediastrum duplex* var. *longicorne* Reinsch 1867, *Pediastrum muticum* var. *longicorne* Raciborski 1889, *Pediastrum glanduliferum* A. W. Bennett 1892.

Localidad: **Cadereyta:** Arroyo Castillo. 26 de enero de 2016. **Cerralvo:** Arroyo “Sardinas” bajo puente. 28 de julio de 2015. **Dr. González:** Río Salinas. 08 de febrero de 2015. **Guadalupe:** Río la Silla. 21 de enero de 2015 y Río Santa Catarina en Hacienda los Lerma. 03 de mayo de 2015. **Montemorelos:** Río Pilon bajo puente sobre carretera Nacional. 11 de enero de 2016. **Santiago:** Río Ramos en “Margaritas”. 25 de enero de 2015.

Ambiente: plancton.

Género *Stauridium* Corda, 1839

Especie 21 **Stauridium tetras* (Ehrenberg) E. Hegewald, 2005

Basiónimo: *Micrasterias tetras* Ehrenberg, 1838

Sinónimos homotípicos: *Micrasterias tetras* Ehrenberg 1838, *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs 1845.

Sinónimos heterotípicos: *Helierella renicarpa* Turpin 1828, *Stauridium bicuspidatum* Corda 1835, *Stauridium crux-melitensis* Corda 1835, *Euastrum hexagonum* Corda 1835, *Euastrum ehrenbergii* A. K. J. Corda 1839, *Stauridium obtusangulum* Corda 1839.

Localidad: *Higueras:* Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015.

Melchor Ocampo: Presa Melchor Ocampo. 08 de agosto de 2015.

Ambiente: plancton.

Familia Neochloridaceae Ettl & Komárek

Género *Golenkinia* Chodat

Especie 22 **Golenkinia radiata* Chodat 1894 emend. Korshikov 1953

Sinónimo homotípico: *Micractinium radiatum* (Chodat) Wille.

Sinónimo heterotípico: *Golenkinia radiata* var. *longispina* G. M. Smith

Localidad: *Guadalupe:* Río la Silla. 21 de enero de 2015.

Ambiente: plancton.

Familia Scenedesmaceae Oltmanns

Género *Acutodesmus* (Hegewald) Tsarenko

Especie 23 **Acutodesmus acuminatus* (Lagerheim) P. M. Tsarenko 2000

Basiónimo: *Selenastrum acuminatum* Lagerheim

Localidad: *Los Aldamas:* En un pantano, cerca de “Estación Aldama”. 29 de julio de 2015. *Monterrey:* Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton.

Subfamilia Coelastroideae

Género *Coelastrum* Nägeli

Especie 24 **Coelastrum astroideum* De Notaris 1867

Sinónimo homotípico: *Coelastrum microporum* f. *astroidea* (De Notaris) Nygaard

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015.

Los Aldamas: En un pantano, cerca de “Estación Aldama”. 29 de julio de 2015. 08 de agosto de 2015.

Ambiente: plancton.

Subfamilia Scenedesmoidea

Género *Scenedesmus* Meyen

Especie 25 **Scenedesmus ellipticus* Corda 1835

Sinónimos heterotípicos: *Scenedesmus ecornis* var. *flexuosus* Lemmermann, *Scenedesmus flexuosus* (Lemmermann) Ahlstrom, *Scenedesmus linearis* Komárek 1974.

Localidad: *Cadereyta*: Río San Juan. 26 de enero de 2016. *Higueras*: Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015. *Melchor Ocampo*: Presa Melchor Ocampo. 08 de agosto de 2015.

Ambiente: plancton.

Género *Tetradesmus* G. M. Smith

Especie 26 *Tetradesmus dimorphus* (Turpin) M. J. Wynne 2016

Basiónimo: *Achnanthes dimorpha* Turpin

Sinónimos homotípicos: *Scenedesmus obliquus* var. *dimorphus* (Turpin) Hansgirg, *Scenedesmus acutus* var. *dimorphus* (Turpin) Rabenhorst, *Achnanthes dimorpha* Turpin 1828, *Scenedesmus dimorphus* (Turpin) Kützing 1834, *Acutodesmus dimorphus* (Turpin) P. M. Tsarenko 2001

Localidad: *General Escobedo*: Granjas porcinas de la Facultad de Agronomía de la UANL (Galicia, 2015). *Monterrey*: Charca temporal, junto al Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton.

Clase Trebouxiophyceae Friedl

Orden Chlorellales Bold & M. J. Wynne

Familia Chlorellaceae Brunthaler

Género *Auxenochlorella* (I. Shihira & R. W.

Krauss) T. Kalina & M. Puncochárová

Especie 27 *Auxenochlorella pyrenoidosa* (H. Chick) Molinari & Calvo-Pérez 2015

Basionimo: *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick

Sinónimo homotípico: *Chlorella pyrenoidosa* H. Chick 1903

Localidad: Municipio indeterminado (Reyna - Martínez *et al.*, 2015).

Ambiente: indeterminado.

Clase Ulvophyceae K. R. Mattox & K. D. Stewart

Orden Cladophorales Haeckel

Familia Cladophoraceae Wille

Género *Cladophora* Kützing

Especie 28 *Cladophora glomerata* var. *crassior* (C. Agardh) Hoeck 1963

Basionimo: *Conferva crispata* var. *crassior* C. Agardh

Sinónimo homotípico: *Conferva crispata* var. *crassior* C. Agardh 1824

Sinónimo heterotípico: *Cladophora glomerata* var. *longissima* (Kützing) Wittrock, *Conferva bullosa* Linnaeus 1753, *Byssus bullus* (Linnaeus) F. H. Wiggers 1780, *Conferva crispata* Roth 1797, *Ceramium capillare* de Lamarck & De Candolle 1805, *Rothella crispata* (Roth) Gaillon 1833, *Conferva heterocladia* Kützing 1836, *Conferva fracta* var. *heterocladia* (Kützing) Meneghini 1837, *Cladophora crispata* (Roth) Kützing 1843, *Cladophora callicoma* Kützing 1843, *Cladophora heterocladia* (Kützing) Kützing 1843, *Cladophora funiformis* var. *subaequalis* Kützing 1845, *Cladophora gossypina* (Draparnaud ex Kützing) Kützing 1845, *Cladophora insignis* var. *abbreviata* Kützing 1845, *Cladophora linoides* Kützing 1845, *Cladophora longissima* Kützing 1845, *Conferva callicoma* (Kützing) Rabenhorst 1847, *Conferva longissima* (Kützing) Rabenhorst 1847, *Cladophora insignis* var. *fuscescens* Rabenhorst 1852, *Cladophora glomerata* var. *karleana* Rabenhorst 1861, *Cladophora glomerata* f. *callicoma* (Kützing) Rabenhorst 1868, *Cladophora fracta* var. *leptoderma* Lewin 1888, *Cladophora fracta* f. *dimorpha* Gay 1891, *Cladophora glomerata* var. *stagnalis* Brand 1899.

Localidad: indeterminado (Ortega, 1984; Godínez *et al.*, 2001).

Ambiente: indeterminado.

Especie 29 *Cladophora rivularis* (Linnaeus) Hoek 1963

Basiónimo: *Conferva rivularis* Linnaeus

Sinónimos homotípicos: *Conferva rivularis* Linnaeus 1753, *Byssus rivularis* (Linnaeus) F. H. Wiggers 1780, *Prolifera rivularis* (Linnaeus) Vaucher 1803, *Chantransia rivularis* (Linnaeus) de Lamarck & De Candolle 1805, *Annulina rivularis* (Linnaeus) Link 1820, *Rothella rivularis* (Linnaeus) Gallion 1820

Cladophora fracta var. *rivularis* (Linnaeus) Rabenhorst 1899.

Sinónimos heterotípicos: *Prolifera crispa* Vaucher 1803, *Chantransia crispa* (Vaucher) de Lamarck & De Candolle 1805, *Conferva crispa* (Vaucher) Dillwyn 1809, *Conferva insignis* C. Agardh 1827, *Conferva crispata* var. *brachyclados* Kützing 1833, *Conferva oligoclona* Kützing 1833, *Cladophora oligoclona* (Kützing) Kützing 1843, *Cladophora simpliciuscula* Kützing 1843, *Cladophora brachyclados* (Kützing) Kützing 1845, *Cladophora insignis* (C. Agardh) Kützing 1845, *Cladophora flotowiana* Kützing 1845, *Cladophora fracta* var. *gracilis* Kützing 1845, *Cladophora setiformis* Kützing 1845, *Rhizoclonium fontinale* var. *rivulare* Kützing 1845, *Conferva simpliciuscula* (Kützing) Rabenhorst 1847, *Conferva flotowiana* (Kützing) Rabenhorst 1847, *Cladophora calida* Kützing 1849

Cladophora fracta var. *montagneana* Kützing 1849, *Cladophora oligoclona* var. *crispata* Kützing 1849, *Rhizoclonium rivulare* (Kützing) Kützing 1849, *Cladophora sandei* Suringar 1861, *Conferva brachyclados* (Kützing) Crouan 1867, *Conferva rigida* Reinsch 1867, *Cladophora fracta* var. *oligooclona* (Kützing) Rabenhorst 1868, *Cladophora fracta* var. *flotowiana* (Kützing) Rabenhorst 1868, *Cladophora insignis* var. *rivularis* (Vaucher) Rabenhorst 1877, *Cladophora oligoclona* var. *flotowiana* (Kützing) Hansgirg 1886, *Cladophora fracta* f. *bistriata* Schmidle 1897, *Cladophora fracta* f. *flotowiana* (Kützing) Brand 1909.

Localidad: *Monterrey*: (Ortega, 1984; Godínez *et al.*, 2001).

Ambiente: indeterminado.

Familia Pithophoraceae Wittrock

Género *Dermatophyton* A. Peter

Especie 30 *Dermatophyton radians* A. Peter 1886

Localidad: Municipio indeterminado (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Orden Ulvales Blackman & Tansley

Familia Ulvaceae J. V. Lamouroux ex Dumortier

Género *Ulva* Linnaeus

Especie 31 **Ulva intestinalis* Linnaeus 1753

Sinónimos homotípicos: *Conferva intestinalis* (Linnaeus) Roth 1797, *Tetraspora intestinalis* (Linnaeus) Desvaux 1818, *Scytosiphon intestinalis* (Linnaeus) Lyngbye 1819, *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees 1820, *Fistularia intestinalis* (Linnaeus) Greville 1824, *Solenia intestinalis* (Linnaeus) C.Agardh 1824, *Ilea intestinalis* (Linnaeus) Leiblein 1827, *Hydrosolen intestinalis* (Linnaeus) C.Martius 1833, *Ulva enteromorpha* var. *intestinalis* (Linnaeus) Le Jolis 1863, *Ulva bulbosa* var. *intestinalis* (Linnaeus) Hariot 1889, *Enteromorpha compressa* var. *intestinalis* (Linnaeus) Hamel 1931.

Sinónimos heterotípicos: *Enteromorpha intestinalis* var. *bullosa* Le Jolis, *Enteromorpha intestinalis* f. *genuina* Hauck, *Enteromorpha intestinalis* f. *genuina* Ahlner, *Scytosiphon intestinalis* var. *nematodes* Wallroth 1833, *Enteronia simplex* Chevallier 1836, *Enteromorpha vulgaris* var. *lacustris* Edmondston 1845, *Enteromorpha intestinalis* f. *maxima* J.Agardh 1883, *Enteromorpha intestinalis* var. *maxima* (J.Agardh) Lily Newton 1931, *Enteromorpha intestinalis* var. *genuina* Schiffner 1938, *Enteromorpha intestinalis* var. *asexualis* Bliding 1963, *Ulva intestinalis* var. *asexualis* (Bliding) Taskin 2007

Localidad: *Linares*: Río Pablillo. 06 de abril de 2015.

Ambiente: libre, flotadora.

Infrareino Streptophyta C. Jeffrey

Phylum Charophyta Migula

Clase Charophyceae Rabenhorst

Orden Charales Dumortier

Familia Characeae S. F. Gray

Género *Chara* Linnaeus

Especie 32 *Chara haitensis* M. P. J. F. Turpin 1829

Sinónimo heterotípico: *Chara domingensis* Turpin ex Martius 1833.

Localidad: *Municipio y ambiente indeterminados* (Ortega, 1984).

Especie 33 *Chara vulgaris* Linnaeus 1753

Sinónimo homotípico: *Chara vulgaris* var. *vulgaris* (Linnaeus) R. D. Wood 1962

Sinónimos heterotípicos: *Chara elongata* K. Wallroth, *Chara magellanica* A. Braun, *Chara batrachosperma* J. L. Thuillier 1799, *Chara montana* Schleicher ex C. H. Persoon 1807, *Chara vulgaris* var. *montana* (Schleicher ex C. H. Persoon) De Candolle 1815, *Chara foetida* A. Braun 1834, *Chara refracta* Kützing 1834, *Chara polysperma* Kützing 1845, *Chara pleiospora* U. Ganterer 1847, *Chara sphagnoides* J. Wallman 1853, *Chara foetida* f. *subinermis* A. Braun 1867, *Chara foetida* var. *steudneri* A. Braun nom. nudum 1867, *Chara tholeyroniana* M. Gandoger 1875, *Chara vulgaris* var. *subinermis* W. Migula 1897, *Chara foetida* var. *gallocantae* Prósper 1910, *Chara vulgaris* var. *refracta* (Kützing) J. Groves & Bullock-Webster 1924, *Chara foetida* f. *submacrophylla* N. Filarszky 1927, *Chara foetida* f. *flagellifolia* N. Filarszky 1930, *Chara foetida* f. *heterovercillata* N. Filarszky 1930, *Chara foetida* f. *incurvata* N. Filarszky 1930, *Chara foetida* f. *diversifolia* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *flexilis* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *rivalis* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *rosariifolia* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *seminuda* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *thermalis* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *crassibracteata* N.

Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *longiarticulata* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *submucronata* N. Filarszky 1931, *Chara foetida* f. *pseudopygmaea* N. Filarszky 1932, *Chara foetida* f. *capitata* (Wahlstedt) N. Filarszky 1932, *Chara foetida* f. *compacta* N. Filarszky 1932, *Chara foetida* f. *crassior* N. Filarszky 1932, *Chara foetida* f. *virescens* N. Filarszky 1932, *Chara foetida* f. *mikrostephana* N. Filarszky 1932, *Chara foetida* f. *recurvata* N. Filarszky 1936, *Chara vulgaris* subsp. *eu-vulgaris* J. S. Zaneveld 1940, *Chara vulgaris* var. *aequibracteata* Y. Y. Li 1985.

Localidad: *Allende*: Lazarillos de Abajo, Los Aguirre. *Santiago*: San Sebastián, Corral de Piedra, Las Adjuntas, Potrero Redondo, San Isidro, Río San Juan, Arroyo Margaritas, Arroyo La Chueca. (Martínez - Lozano *et al.*, 1991). Se menciona que se colectó en el “Río Monterrey” (Ortega, 1984), que no existe y probablemente corresponda al Río Santa Catarina.

Ambiente: indeterminado.

Especie 34 *Chara zeylanica* Willdenow 1805

Sinónimos homotípicos: *Chara polyphylla* subsp. *ceylonica* (Klein ex Willdenow) A. Braun 1845, *Chara gymnopus* var. *ceylonica* (Klein ex Willdenow) A. Braun 1882.

Sinónimos heterotípicos: *Chara verticillata* W. Roxburgh 1832, *Chara gymnopus* A. Braun 1867, *Chara gymnopus* var. *delilei* A. Braun 1867, *Chara gymnopus* f. *flexibilior* A. Braun 1882, *Chara gymnopus* var. *hildebrandtiana* A. Braun 1882, *Chara gymnopus* var. *macilenta* A. Braun 1882, *Chara gymnopus* var. *podophora* A. Braun 1882, *Chara zeylanica* f. *typica* J. S. Zaneveld 1940, *Chara zeylanica* f. *macilenta* (A. Braun) F. K. Daily 1953, *Chara zeylanica* f. *hildebrandtiana* (A. Braun) V. S. Sundarlingam 1959.

Localidad: *Allende*: Lazarillos de Abajo, Los Aguirre (Martínez - Lozano *et al.*, 1991).

Ambiente: indeterminado.

Género *Nitella* C. Agardh

Especie 35 *Nitella acuminata* A. Braun 1853

Sinónimos heterotípicos: *Nitella acuminata* f. *brachyteles* T. F. Allen 1880, *Nitella acuminata* f. *brachyteles* A. Braun 1882.

Localidad: Municipio indeterminado (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Especie 36 *Nitella flexilis* (Linnaeus) C. Agardh 1824

Basiónimo: *Chara flexilis* Linnaeus

Sinónimo homotípico: *Chara flexilis* Linnaeus 1753

Sinónimos heterotípicos: *Nitella chilensis* A. Braun, *Chara furculata* H. G. L. Reichenbach 1834, *Nitella flexilis* var. *nigricans* J. Wallman 1853, *Nitella flexilis* var. *subcapitata* A. Braun 1857, *Nitella flexilis* f. *elongata* L. J. Wahlstedt 1862, *Nitella flexilis* var. *nigricans* (J. Wallman) L. J. Wahlstedt 1862, *Nitella flexilis* f. *subcapitata* Leonhardi 1863, *Nitella furculata* (Reichenbach) Nordstedt 1863, *Nitella flexilis* f. *brevifolia* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella flexilis* f. *crassa* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella flexilis* f. *longifolia* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella flexilis* f. *pusilla* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella flexilis* f. *subcapitata* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella flexilis* var. *crassa* A. Braun 1877, *Nitella flexilis* f. *brachyphylla* T. F. Allen 1880, *Nitella flexilis* f. *elongata* T. F. Allen 1880, *Nitella flexilis* var. *chilensis* A. Braun ex A. Braun & Nordstedt 1882, *Nitella temiscouatae* T. F. Allen 1892, *Nitella flexilis* f. *subnidifica* T. F. Allen 1893, *Nitella flexilis* f. *laxa* J. Vilhelm 1914, *Nitella flexilis* var. [*flexilis*] f. *colombiana* L. E. Mora 1977.

Localidad: Santiago: Arroyo la Chueca (Martínez - Lozano *et al.*, 1991).

Ambiente: indeterminado.

Especie 37 *Nitella gracillis* (J. E. Smith) C. Agardh 1824

Basiónimo: *Chara gracilis* J. E. Smith

Sinónimo homotípico: *Chara gracilis* J. E. Smith 1810

Sinónimos heterotípicos: *Nitella gracilis* f. *brevifolia* A. Braun, *Chara exilis* Barbieri ex G. B. Amici 1827, *Chara gracilis* var. *senegalensis* A. Braun *nom. nudum* 1834, *Nitella borealis* J. H. Wallman 1853, *Nitella gracilis* var. *brachyphylla* J. Wallman 1853, *Nitella gracilis* var.

bugellensis A. Braun 1857, *Nitella gracilis* f. *normalis* H. F. von Leonhardi 1864, *Nitella gracilis* f. *simplicior* H. F. von Leonhardi 1864, *Nitella gracilis* f. *brevifolia* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *condensata* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *gracillima* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *laxa* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *longifolia* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *major* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *minor* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *normalis* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *pusilla* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *simplicior* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *tenella* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *tenuior* L. J. Wahlstedt 1875, *Nitella gracilis* f. *robustior* L. J. Wahlstedt 1876, *Nitella gracilis* f. *australiensis* Nordstedt 1888, *Nitella gracilis* f. *pseudoborealis* E. C. Teodoresco 1907, *Nitella gracilis* f. *flexuosa* D. Subramanian 1981, *Nitella gracilis* f. *nana* D. Subramanian 1981, *Nitella gracilis* f. *congesta* D. Subramanian 2002, *Nitella gracilis* f. *heterothalia* D. Subramanian 2002.

Localidad: *Allende:* Las Raíces, El Porvenir, Los Aguirre. *Santiago:* Corral de Piedra, Las Adjuntas, Potrero Redondo, Río San Juan, Arroyo la Chueca (Martínez - Lozano *et al.*, 1991; Ortega, 1984; LACET, 2015).

Ambiente: indeterminado.

Especie 38 *Nitella tenuissima* (Desvaux) Kutzing 1843

Basiónimo: *Chara tenuissima* Desvaux

Sinónimo homotípico: *Chara tenuissima* Desvaux 1809

Sinónimos heterotípicos: *Chara flexilis* var. *stellata* K. F. G. Wallroth 1815, *Chara stellata* (K. F. G. Wallroth) S. F. Gray 1821, *Chara exigua* Rabenhorst 1837, *Nitella tenuissima* var. *americana* A. Braun 1845, *Nitella exigua* (Rabenhorst) J. H. Wallman 1853, *Nitella tenuissima* var. *brevifolia* T. F. Allen 1880, *Nitella tenuissima* f. *major* Migula, Sydow & Wahlstedt 1892, *Nitella tenuissima* var. *callista* J. Groves 1928, *Nitella tenuissima* var. *japonica* K. Imahori 1950.

Localidad: *Monterrey:* En un río (Ortega, 1984).

Ambiente: “agua con musgos”.

Clase Conjugatophyceae (Zygnematophyceae) Engler

Orden Desmidiaceae C. E. Bessey

Familia Closteriaceae Bessey

Género *Closterium* Nitzsch ex Ralfs

Especie 39 **Closterium lanceolatum* Kützing ex Ralfs 1848

Sinónimo homotípico: *Closterium acerosum* var. *lanceolatum* (Kützing ex Ralfs) Playfair 1914.

Localidad: *Cadereyta*: Río San Juan. 26 de enero de 2016; Río Santa Catarina. 26 de enero de 2016. *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015. *Monterrey*: Charca temporal, junto al Río Santa Catarina, a la altura de la Calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton, epipelon.

Especie 40 *Closterium lunula* Ehrenberg & Hemprich ex Ralfs 1848

Sinónimos heterotípicos: *Echinella radiosa* Acharius, *Closterium affine* F. Gay, *Closterium lunula* var. *coloratum* G. A. Klebs 1879, *Closterium lunula* f. *minus* West & G. S. West 1904, *Closterium lunula* f. *coloratum* (G. A. Klebs) Kossinskaja 1951.

Localidad: *Linares*: Baño de San Ignacio (Salcedo – Martínez y Martínez - Lozano 2007).

Especie 41 **Closterium moniliferum* Ehrenberg ex Ralfs 1848

Sinónimo heterotípico: *Lunulina monilifera* Bory 1824

Localidad: *Guadalupe*: Río la Silla. 21 de enero de 2015. *Monterrey*: Charca temporal, junto al Río Santa Catarina a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton.

Familia Desmidiaceae Ralfs

Género *Cosmarium* Corda ex Ralfs

Especie 42 **Cosmarium botrytis* Meneghini ex Ralfs 1848

Sinónimo heterotípico: *Euastrum botrytis* (Ralfs) Nägeli 1849

Localidad: *Monterrey*: Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton.

Especie 43 **Cosmarium reniforme* (Ralfs) W. Archer 1874

Basiónimo: *Cosmarium margaritiferum* var. *reniforme* Ralfs

Sinónimo homotípico: *Cosmarium margaritiferum* var. *reniforme* Ralfs 1848

Localidad: *Cerralvo*: Arroyo “Sardinas” bajo puente. 28 de julio de 2015. *Linares*: Río Pablillo. 06 de abril de 2015. *Montemorelos*: Río Pílon, bajo el “puente de fierro”; Río Pílon, bajo puente sobre carretera Nacional. 11 de enero de 2016. *Monterrey*: Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014

Ambiente: plancton.

Género *Desmidium* C. Agardh ex Ralfs

Especie 44 **Desmidium swartzii* Ralfs 1848

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015.

Ambiente: plancton.

Género *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs

Especie 45 **Micrasterias americana* Ehrenberg ex Ralfs 1848

Sinónimo heterotípico: *Micrasterias morsa* Ralfs 1848

Localidad: *Dr. González*: Río Salinas. 08 de febrero de 2015.

Ambiente: plancton.

Especie 46 **Micrasterias truncata* Brébisson ex Ralfs 1848

Sinónimos heterotípicos: *Micrasterias neodamensis* Braun 1856, *Micrasterias truncata* var. [*truncata*] f. *granulata* Raciborski 1889, *Micrasterias truncata* f. *neodamensis* (Braun) J. Dick 1926, *Micrasterias truncata* var. *neodamensis* (Braun) Willi Krieger 1939, *Micrasterias truncata* var. *truncata* C. E. Bicudo & R. M. T. Bicudo 1965.

Localidad: *Dr. González*: Río Salinas. 08 de febrero de 2015.

Ambiente: plancton.

Orden Zygnematales C. E. Bessey

Familia Zygnemataceae Kützing

Género *Mougeotia* C.Agardh 1824

Especie 47 **Mougeotia scalaris* Hassall 1842

Sinonimo homotípico: *Sphaerocarpus scalaris* (Hassall) Hassall 1843.

Sinónimos heterotípicos: *Mesocarpus scalaris* Hassall, *Zygnema scalare* Kützing.

Localidad: *Monterrey:* Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014. *Allende:* Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015; Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015. *Dr. González:* Río Salinas. 08 de febrero de 2015. *Linares:* Río Pablillo. 06 de abril de 2015.

Ambiente: libre, flotante.

Género *Spirogyra* Link

Especie 48 **Spirogyra crassa* (Kützing) Kützing 1843.

Basiónimo: *Zygnema crassa* Kützing

Sinónimo homotípico: *Zygnema crassa* Kützing

Localidad: *Allende:* Río Ramos en “Las Raíces”. 19 de agosto de 2015. *Cadereyta:* Río Ramos. 26 de enero de 2016. *Cerralvo:* Arroyo “Puente San Marcos”. 28 de julio de 2015. *Higueras:* Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015. *Juárez:* Río Santa Catarina. 03 de mayo de 2015. *Linares:* Río Pablillo. 06 de abril de 2015. *Santiago:* “Las Margaritas”. 25 de enero de 2015.

Ambiente: libre, flotadora.

Especie 49 **Spirogyra laxa* Kützing 1849

Sinónimo heterotípico: *Spirogyra laxa* var. *variabilis* Wang 1933

Localidad: *Dr. González:* Río Salinas. 08 de febrero de 2015. *Linares:* Río Pablillo y Arroyo en “Entronque Cascajosos” cerca de “Baño de San Ignacio”. 06 de abril de 2015. *Monterrey:* Río Santa Catarina, a la altura

de la calle Porfirio Díaz. 24 de junio de 2014. **Santiago**: “Las Margaritas”. 25 de enero de 2015.

Ambiente: libre, flotadora.

Género *Zygnema* C. Agardh

Especie 50 *Zygnema coeruleum* Czurda 1932

Localidad: **Linares**: Baño de San Ignacio (Salcedo – Martínez y Martínez – Lozano, 2007). **Allende**: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015. **Higueras**: Arroyo “Apartadero”. 28 de julio de 2015. **Cerralvo**: Arroyo “Sardinas” bajo puente. 28 de julio de 2015. **Melchor Ocampo**: Presa Melchor Ocampo. 08 de agosto de 2015.

Ambiente: Plancton.

Clase Klebsormiophyceae C. Hoek, D. G. Mann & H. M. Jahns

Orden Klebsormidiales K. D. Stewart & K. R. Mattox

Familia Klebsormidiaceae K. D. Stewart & K. R. Mattox

Género *Klebsormidium* P.C. Silva, K. Mattox & W. H. Blackwell

Especie 51 **Klebsormidium flaccidum* (Kütz.) P. C. Silva, K. R. Mattox & W. H. Blackwell, 1972

Basionimo: *Ulothrix flaccida* Kützing

Sinónimos homotípicos: *Ulothrix flaccida* Kützing 1849. *Hormidium flaccidum* (Kützing) A. Braun 1876, *Hormiscia flaccida* (Kützing) Lagerheim 1888. *Stichococcus flaccidus* (Kützing) Gay 1891, *Hormococcus flaccidus* (Kützing) Chodat 1902, *Chlorhormidium flaccidum* (Kützing) Fott 1960.

Sinónimo heterotípico: *Hormidium gaditanum* González-Guerrero 1946, *Klebsormidium flaccidum* var. *crassum* (Chodat) H. Ettl & Gärtner 1995.

Localidad: **Allende**: En suelo de vivienda en Colonia Valle Dorado. 06 de febrero 2015. **Pesquería**: Río Pesquería. 08 de febrero de 2015. **San Nicolás de los Garza**: en Ciudad Universitaria. Junio de 2015.

Ambiente: edafon, epiliton.

Reino Protozoa R. Owen

Subreino Eozoa Cavalier-Smith

Infrareino Euglenozoa Cavalier-Smith

Phylum Euglenophyta (=Phylum Euglenozoa) Cavalier-Smith

Subphylum Euglenoida (Bütschli) Cavalier-Smith

Clase Euglenophyceae Schoenichen

Orden Euglenales Bütschli

Familia Euglenaceae Dujardin

Género *Trachelomonas* Ehrenberg

Especie 52 *Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg 1833

Basiónimo: *Microglena volvocina* Ehrenberg

Sinónimo homotípico: *Microglena volvocina* Ehrenberg 1831

Localidad: *Galeana*: Laguna de labradores (Ortega, 1984). **General**

Escobedo: Granjas porcinas de la Facultad de Agronomía de la UANL (Galicia, 2015).

Ambiente: plancton.

Imperio Prokaryota Allsopp

Reino Eubacteria Cavalier-Smith

Subreino Negibacteria Cavalier-Smith ex Cavalier-Smith

Phylum Cyanobacteria Stanier ex Cavalier-Smith

Clase Cyanophyceae Schaffner

Subclase Nostocophycidae Hoffmann, Komárek &

Kastovsky

Orden Nostocales Borzi

Familia Aphanizomenonaceae Elenkin

Género *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet &

Flahault) P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek

Especie 53 *Dolichospermum flosaquae* (Brébisson ex Bornet & Flahault)

P. Wacklin, L. Hoffmann & J. Komárek, 2009

Basiónimo: *Anabaena flosaquae* Brébisson ex Bornet & Flahault

Sinónimo homotípico: *Anabaena flosaquae* Brébisson ex Bornet & Flahault 1886

Localidad: *Aldama*: En Zona pantanosa. 08 de agosto de 2015 (Ortega, 1984; Godínez et al., 2001; LACET, 2015).

Ambiente: indeterminado.

Familia Nostocaceae Eichler, 1886

Género *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault, 1886

Especie 54 *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault, 1888

Sinónimos heterotípicos: *Nostocella communis* Gaillon, *Tremella nostoc* Linnaeus 1753, *Ulva pruniformis* Linnaeus 1753, *Nostoc kurzianum* Zeller 1873.

Localidad: *Galeana*: en pastizal con suelos gipsófilos y carbonatos de calcio (Molina *et al.*, 2013).

Ambiente: Edafon.

Familia Rivulariaceae Frank

Género *Calothrix* C. Agardh ex Bornet & Flahault

Especie 55 *Calothrix parietina* Thuret ex Bornet & Flahault 1886

Sinónimo heterotípico: *Schizosiphon parietinus* Nägeli, 1849

Localidad: *Linares*: Río Pablillo (Ortega, 1984). Río Pablillo. 02 de abril de 2015. *Montemorelos*: Río Pílon bajo el “Puente de Fierro” y bajo puente sobre la carretera Nacional. 11 de enero de 2016.

Ambiente: epilíton

Familia Scytonemataceae Rabenhorst ex Bornet & Flahault

Género *Scytonema* C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886

Especie 56 *Scytonema hofmannii* C. Agardh ex Bornet et Flahault 1886

Sinónimo heterotípico: *Scytonema hansgirgianum* Richter 1884

Localidad: *Monterrey*: M. M. Lacas, *San Nicolás de los Garza*: El Nogalar, *Santa Catarina*. (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Subclase: Oscillatoriothecidae L. Hoffmann, J. Komárek & J. Kastovsky

Orden Chroococcales Schaffner

Familia Aphanothecaceae (J. Komárek & Anagnostidis) J. Komárek, J. Kastovsky, J. Mares & J. R. Johansen

Género *Aphanothece* C. Nägeli

Especie 57 *Aphanothece stagnina* (Sprengel) A. Braun 1863.

Basionimo: *Coccochloris stagnina* Sprengel

Sinónimo homotípico: *Coccochloris stagnina* Sprengel 1807

Sinónimos heterotípicos: *Palmella mooreana* Harvey 1841, *Aphanothece prasina* A. Braun 1863, *Aphanothece piscinalis* Rabenhorst 1865, *Aphanothece mooreana* (Harvey) Lagerheim 1883, *Aphanothece tuberculosa* Forti 1907, *Anacystis rupestris* var. *prasina* (A. Braun) F. E. Drouet & W. A. Daily 1942.

Localidad: *Linares:* Baño de San Ignacio (Salcedo – Martínez y Martínez – Lozano, 2007). *Melchor Ocampo:* Estanque frente a Presa Nogalitos (cuerpo de agua artificial). 08 de agosto de 2015. *Santa Catarina:* “Isla” en Río Santa Catarina. 16 de agosto de 1944 (Ortega, 1984).

Ambiente: plancton.

Familia Chroococcaceae Rabenhorst

Género *Chroococcus* Nägeli

Especie 58 **Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli 1849

Basionimo: *Protococcus turgidus* Kützing 1843

Sinónimo homotípico: *Protococcus turgidus* Kützing 1846, *Gloeocapsa turgida* (Kützing) Hollerbach 1937.

Sinónimo heterotípico: *Trochiscia dimidiata* Kützing 1834, *Chroococcus dimidiatus* (Kützing) Nägeli 1849, *Anacystis dimidiata* (Kützing) Drouet & Daily 1952.

Localidad: *Cerralvo*: Arroyo “Sardinas” bajo puente. 28 de julio de 2015. *Montemorelos*: Río Pílon, bajo puente sobre carretera Nacional. 11 de enero de 2016.

Ambiente: plancton.

Familia Cyanothrichaceae Elenkin

Género *Johannesbaptistia* G. De Toni

Especie 59 *Johannesbaptistia pellucida* (Dickie) W. R. Taylor & Drouet 1938

Basionimo: *Hormospora pellucida* Dickie

Sinónimo homotípico: *Hormospora pellucida* Dickie 1874

Localidad: *Linares*: Baño de San Ignacio (Salcedo-Martínez y Martínez-Lozano, 2007).

Ambiente: indeterminado.

Orden Oscillatoriales Schaffner

Familia Microcoleaceae O. Strunecky, J. R. Johansen & J. Komárek

Género *Microcoleus* Desmazières ex Gomont

Especie 60 *Microcoleus calidus* (Gomont ex Gomont) Strunecky, Komárek & J. R. Johansen 2013

Basionimo: *Phormidium calidum* Gomont ex Gomont 1982.

Sinónimo homotípico: *Phormidium calidum* Gomont ex Gomont 1892.

Sinónimos heterotípicos: *Oscillatoria calida* C. Agardh 1822, *Oscillatoria tenuis* var. *calida* (C. Agardh) Mougéot & Roumégère 1887.

Localidad: *Monterrey*: Rancho El Topo. En un ojo de agua (Ortega, 1984; Godínez *et al.*, 2001).

Ambiente: indeterminado.

Especie 61 *Microcoleus vaginatus* Gomont ex Gomont 1892

Sinónimos heterotípicos: *Oscillatoria vaginata* Vaucher 1803, *Conferva vaginata* (Vaucher) Sprengel 1806, *Trichophorus vaginatus* (Vaucher) Desvaux 1809, *Vaginarina vulgaris* S. F. Gray 1821, *Vaginarina terrestris*

Bory 1831, *Oscillatoriaella vaginata* Gaillon 1833, *Vaginarium vaginata* (Vaucher) Kuntze 1891, *Oscillatoria sandbergii* Skuja 1964, *Geitlerinema sandbergii* (Skuja) Anagnostidis 2001.

Localidad: *San Nicolás de los Garza: Río* pesquería, 07 de julio de 2014.
Pesquería: Río pesquería en el paraje “Paso las cucharas”. 02 de abril de 2015.

Galeana: Providencia, Junio de 1964. **Santiago**, Febrero de 1946 (Ortega, 1984)

Ambiente: edafon, epilíton.

Familia Oscillatoriaceae Engler

Género *Blennothrix* Kützing ex Anagnostidis & Komárek

Especie 62 *Blennothrix lyngbyacea* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988

Basionimo: *Hydrocoleum lyngbyaceum* Kützing ex Gomont

Sinónimo homotípico: *Hydrocoleum lyngbyaceum* Kütz. ex Gomont, 1892.

Localidad: *General Terán:* Rancho Vaquería, Julio de 1947 y **Santiago**, Julio de 1947 (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Género *Phormidium*

Especie 63 *Phormidium retzii* Kützing ex Gomont 1892

Sinónimos heterotípicos: *Oscillatoria retzii* C. Agardh 1812, *Conferva retzii* (C. Agardh) Sommerfelt 1826, *Microcoleus retzii* (C. Agardh) Rabenhorst 1847, *Lyngbya retzii* Hansgirg 1892.

Localidad: Municipio Indeterminado: Arroyo del Guardado: Julio de 1947 (Ortega, 1984). Municipio indeterminado (LACET, 2015).

Ambiente: indeterminado.

Subclase Synechococcophycidae L. Hoffmann, J. Komárek & J. Kastovsky

Orden Pseudanabaenales L. Hoffmann, J. Komárek & J.

Kastovsky

Familia Schizotrichaceae Elenkin

Género *Schizothrix* Kützing ex M. Gomont

Especie 64 *Schizothrix arenaria* Gomont 1892

Sinónimo heterotípico: *Scytonema arenarium* Berkeley 1839

Localidad: *China:* 12 millas al O de china. Febrero de 1944, **General Terán:** Rancho Vaquería. Julio de 1947 (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Especie 65 *Schizothrix calcicola* Gomont 1892

Sinónimos heterotípicos: *Oscillatoria calcicola* C. Agardh 1812, *Anabaena calcicola* C. Agardh ex Fries 1835, *Leptothrix calcicola* (C. Agardh) Kützing 1843, *Hypheothrix calcicola* (C. Agardh) Rabenhorst 1865, *Gliothrix tenerrima* Zopf 1882, *Lyngbya calcicola* (C. Agardh) Hansgirg 1885.

Localidad: **Galeana:** Providencia; 30 millas al SO de Nuevo Laredo. Junio de 1964, **San Nicolás de los Garza:** El Nogalar, al N de Monterrey. Agosto de 1994 (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Especie 66 *Schizothrix mexicana* Gomont 1892

Localidad: **Santa Catarina:** Ojo de Agua Caliente al E de Santa Catarina. Febrero de 1946 (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Especie 67 *Schizothrix rubella* Gomont 1892

Localidad: **Santa Catarina:** Cañón de Huasteca, cerca de Santa Catarina; 30 millas al SE de Nuevo Laredo: junio de 1964 (Ortega, 1984).

Ambiente: indeterminado.

Orden Synechococcales L. Hoffmann, J. Komárek & J.

Kastovsky

Familia Merismopediaceae Elenkin

Género *Limnococcus* (Komárek & Anagnostidis)

Komárková, Jezberová, O. Komárek &
Zapomelová

Especie 68 **Limnococcus limneticus* (Lemmermann) Komárková,
Jezberová, O. Komárek & Zapomelová 2010

Basiónimo: *Chroococcus limneticus* Lemmermann 1898.

Sinónimos homotípicos: *Chroococcus limneticus* Lemmermann 1898,
Gloeocapsa limnetica (Lemmermann) Hollerbach 1938, *Anacystis*
limnetica (Lemmermann) Drouet & Daily 1952.

Sinónimos heterotípicos: *Chroococcus limneticus* var. *carneus* (Chodat)
Lemmermann 1904, *Anacystis thermalis* f. *major* (Lagerheim) Drouet &
Daily 1956.

Localidad: *Juárez:* Río Santa Catarina. 03 de mayo de 2015. *Pesquería:*
Río pesquería en el paraje “Paso las cucharas”. 02 de abril de 2015.

Ambiente: plancton.

Género *Merismopedia* Meyen

Especie 69 **Merismopedia convoluta* Brébisson ex Kützing 1849

Sinónimo homotípico: *Pseudoholopedia convoluta* (Brébisson) Elenkin
1938

Sinónimo heterotípico: *Merismopedia willei* N. L. Gardner 1927

Localidad: *Monterrey:* Río Santa Catarina, a la altura de la calle Porfirio
Díaz. 24 de junio de 2014.

Ambiente: plancton.

Familia Pseudanabaenaceae K. Anagnostidis & J.

Komárek

Género *Pseudanabaena* Lauterborn

Especie 70 **Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek 1974

Basiónimo: *Oscillatoria limnetica* Lemmermann.

Sinónimo homotípico: *Oscillatoria limnetica* Lemmermann 1900.

Localidad: *Allende*: Río Ramos en “Paso de los Lozano”. 06 de febrero de 2015. *Dr. González*: Río Salinas. 08 de febrero de 2015. *Guadalupe*: Río Santa Catarina en Hacienda los Lerma. 03 de mayo de 2015. *Linares*: Río Pablillo, bajo puente “Ojo de Agua”. 06 de abril de 2015. *Montemorelos*: Río Pilón bajo puente sobre Carretera Nacional. 11 de enero de 2016. *Pesquería*: Río Pesquería. 08 de febrero de 2015.

Ambiente: edafon, plancton.

7.6.2 Nuevos registros para el estado de Nuevo León

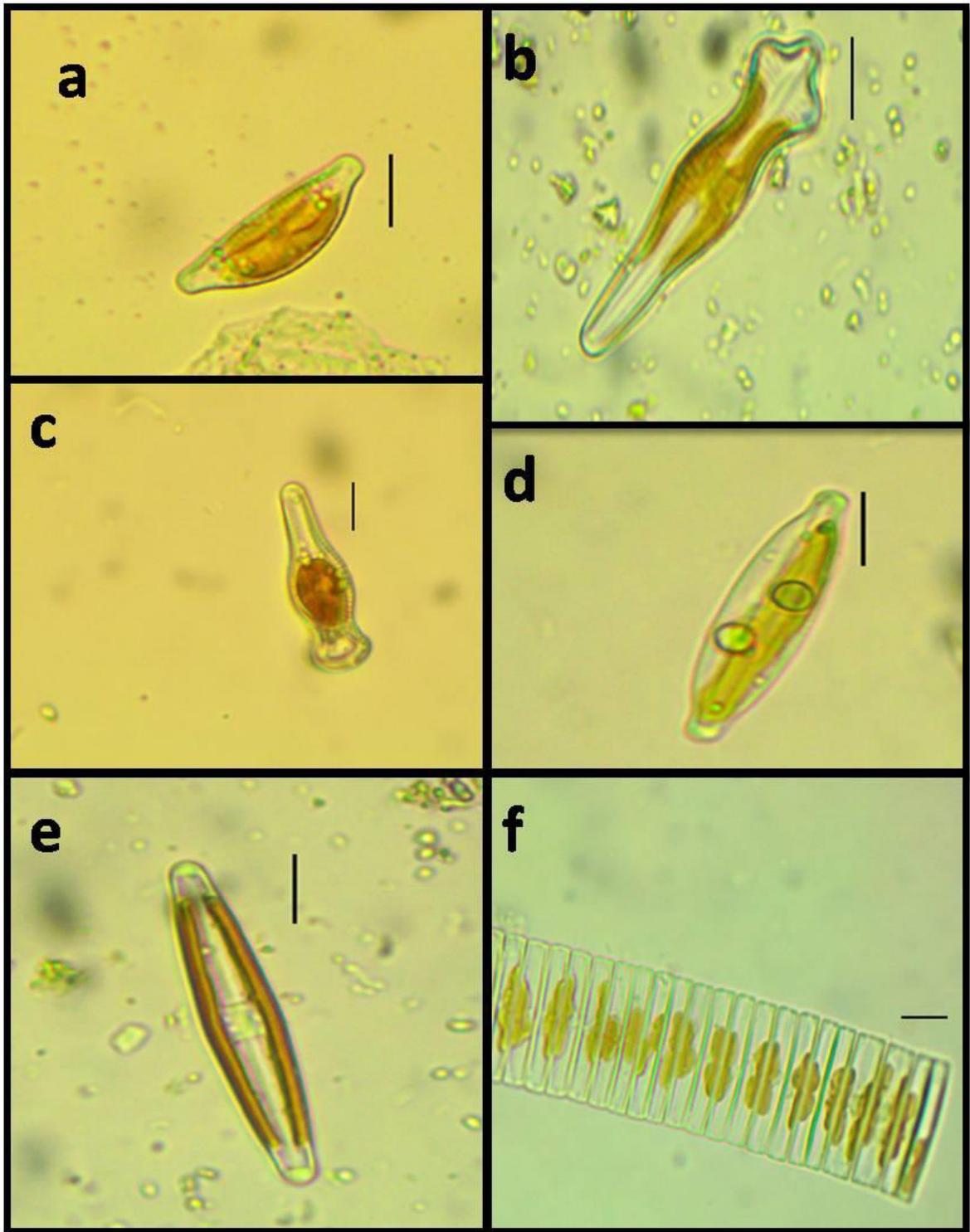


Lámina 1

a)- *Cymbella affinis*, b)- *Gomphonema acuminatum*, c)-*Gomphonema truncatum*, d)-*Navicula caroliniae*, e)- *Craticula cuspidata*, f)- *Fragilaria capucina*. Escala: 10 μ m.

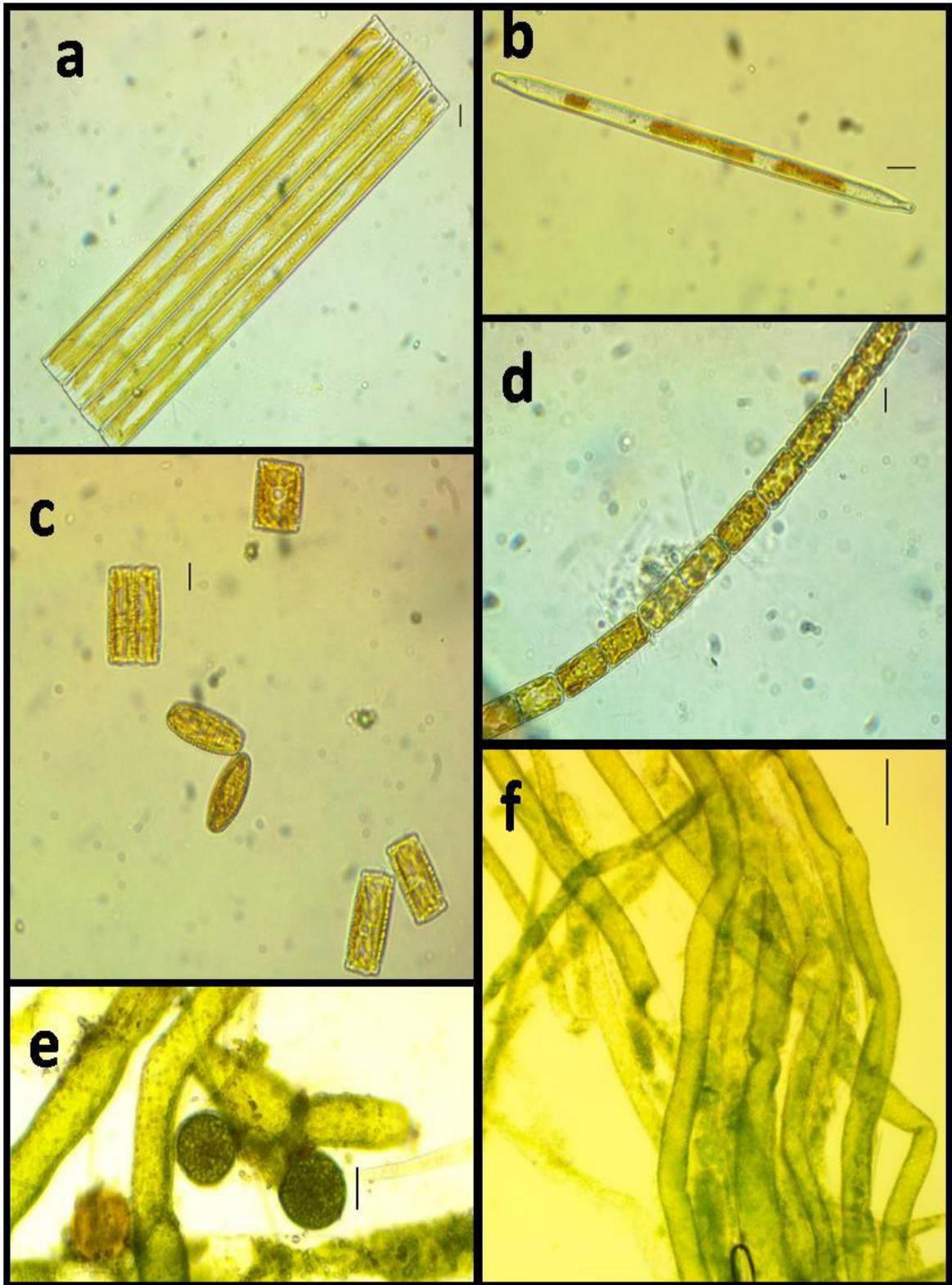


Lámina 2

a), b)- *Ulnaria ulna*, **c)-** *Diatoma vulgaris*, **d)-** *Melosira varians*, **e), f)-** *Vaucheria hamata*; **e**, estructura reproductora. Escala: a, b, c, d, 10 μm ; f, 100 μm

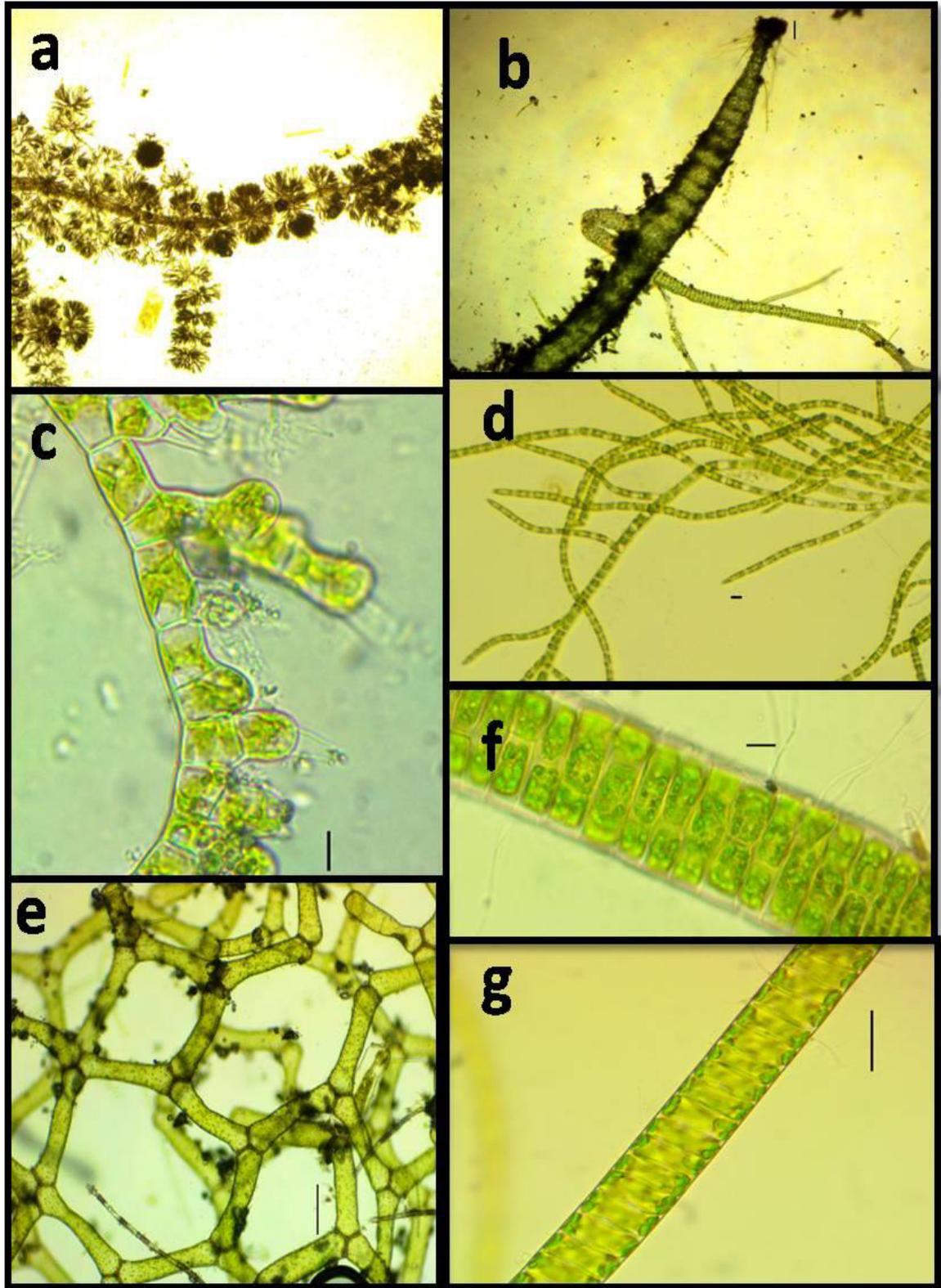


Lámina 3

a)- *Batrachospermum boryanum*, **b)**- *Compsopogon coeruleus*, **c)**- *Gongrosira schmidlei*, **d)**- *Stigeoclonium lubricum*, **e)**- *Hydrodictyon reticulatum*, **f), g)**- *Schizomeris leibleinii*. Escala: a (no disponible); b,c,d,f, 10 μm ; e, g, 100 μm .

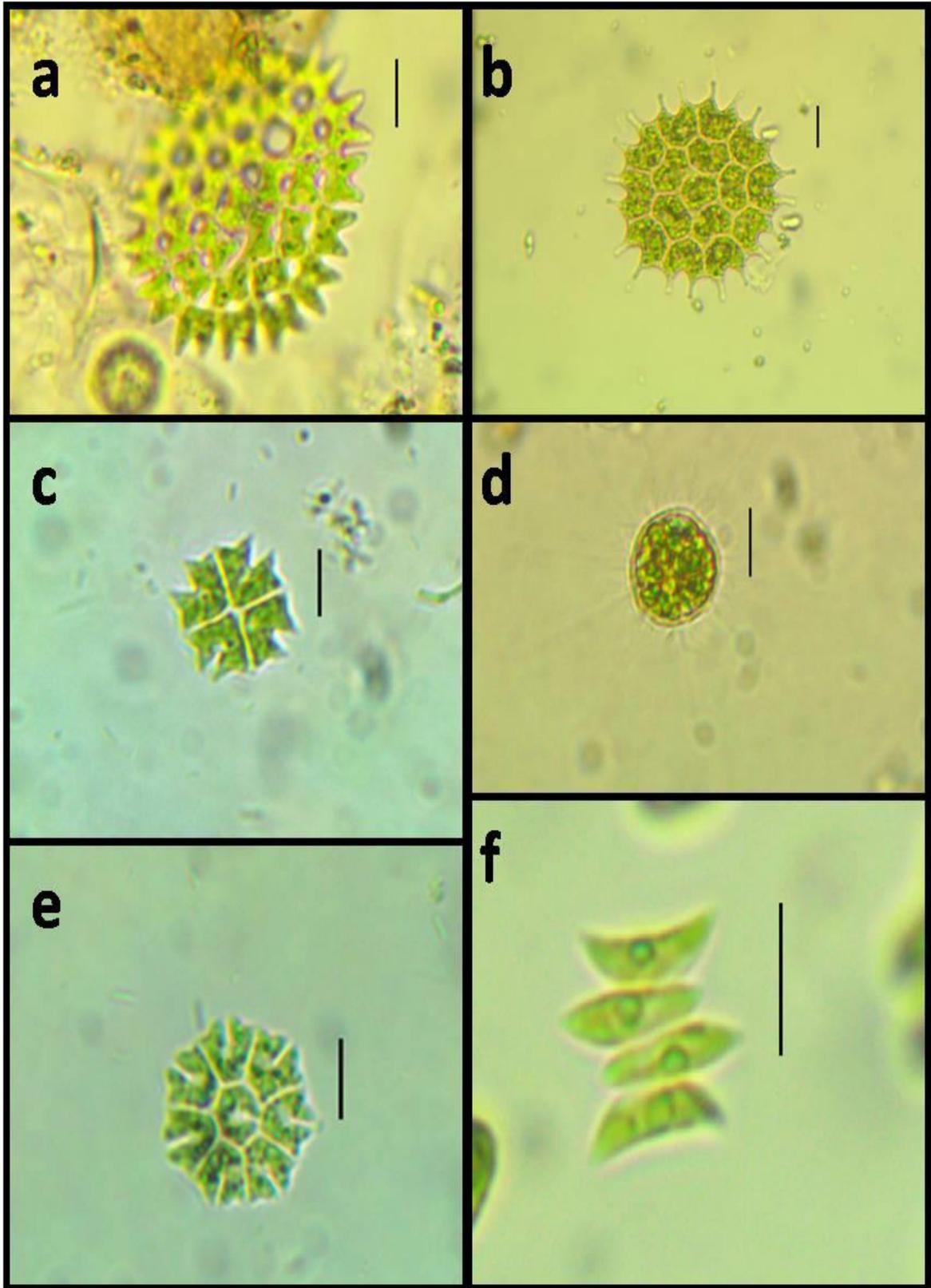


Lámina 4

a)- *Pediastrum duplex*, **b)**- *Pseudopediastrum boryanum* var. *longicorne*, **c)**, **e)**- *Stauridium tetras* **d)**- *Golenkinia radiata*, **f)**- *Acutodesmus acuminatus*. Escala: 10 μ m.

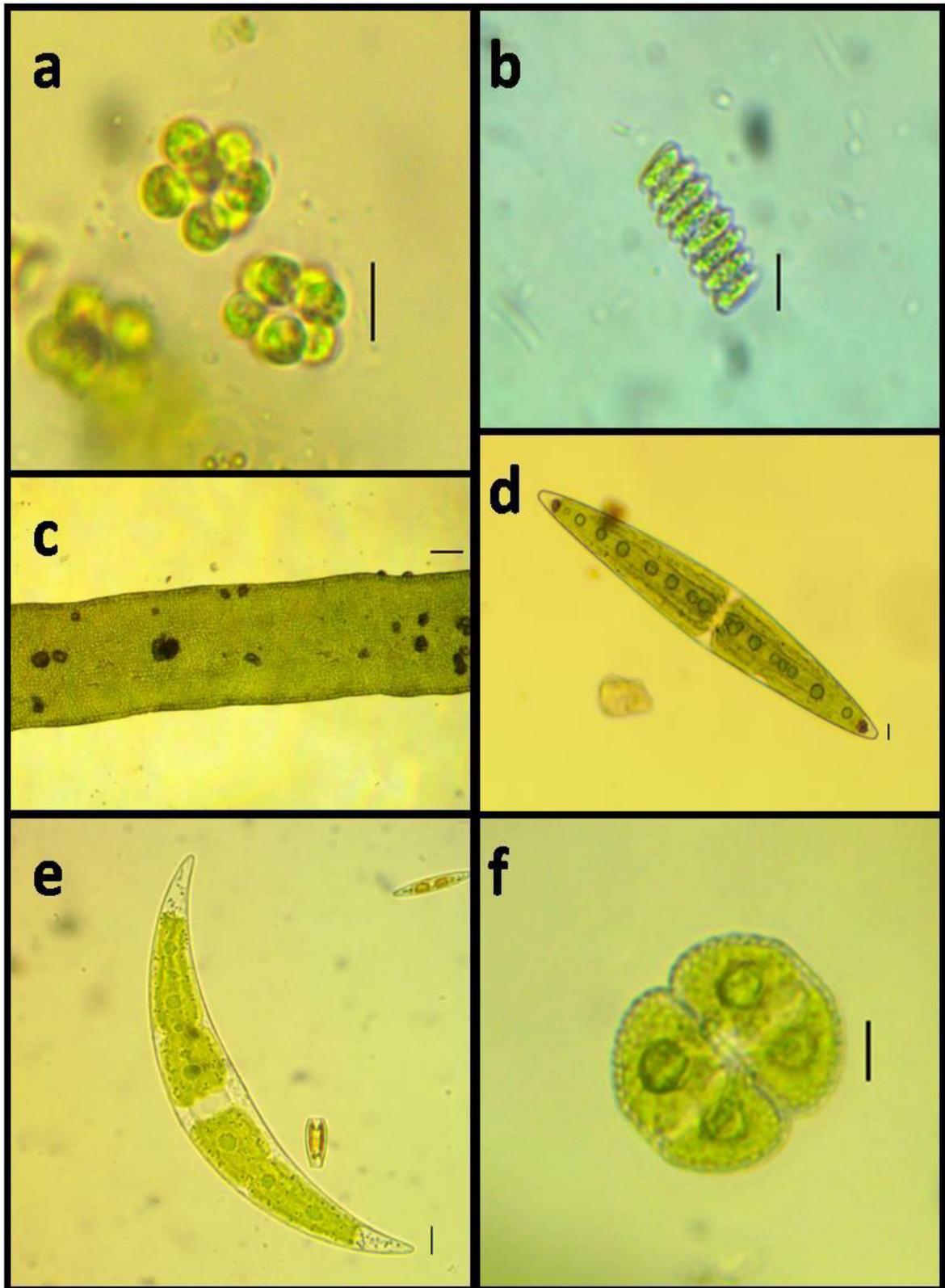


Lámina 5

a)- *Coelastrum astroideum*, **b)-** *Scenedesmus ellipticus*, **c)-** *Ulva intestinalis*, **d)-** *Closterium lanceolatum*, **e)-** *Closterium moniliferum*, **f)-** *Cosmarium botrytis*. Escala: a, b, c, d, e, 10 μm ; f, 100 μm .

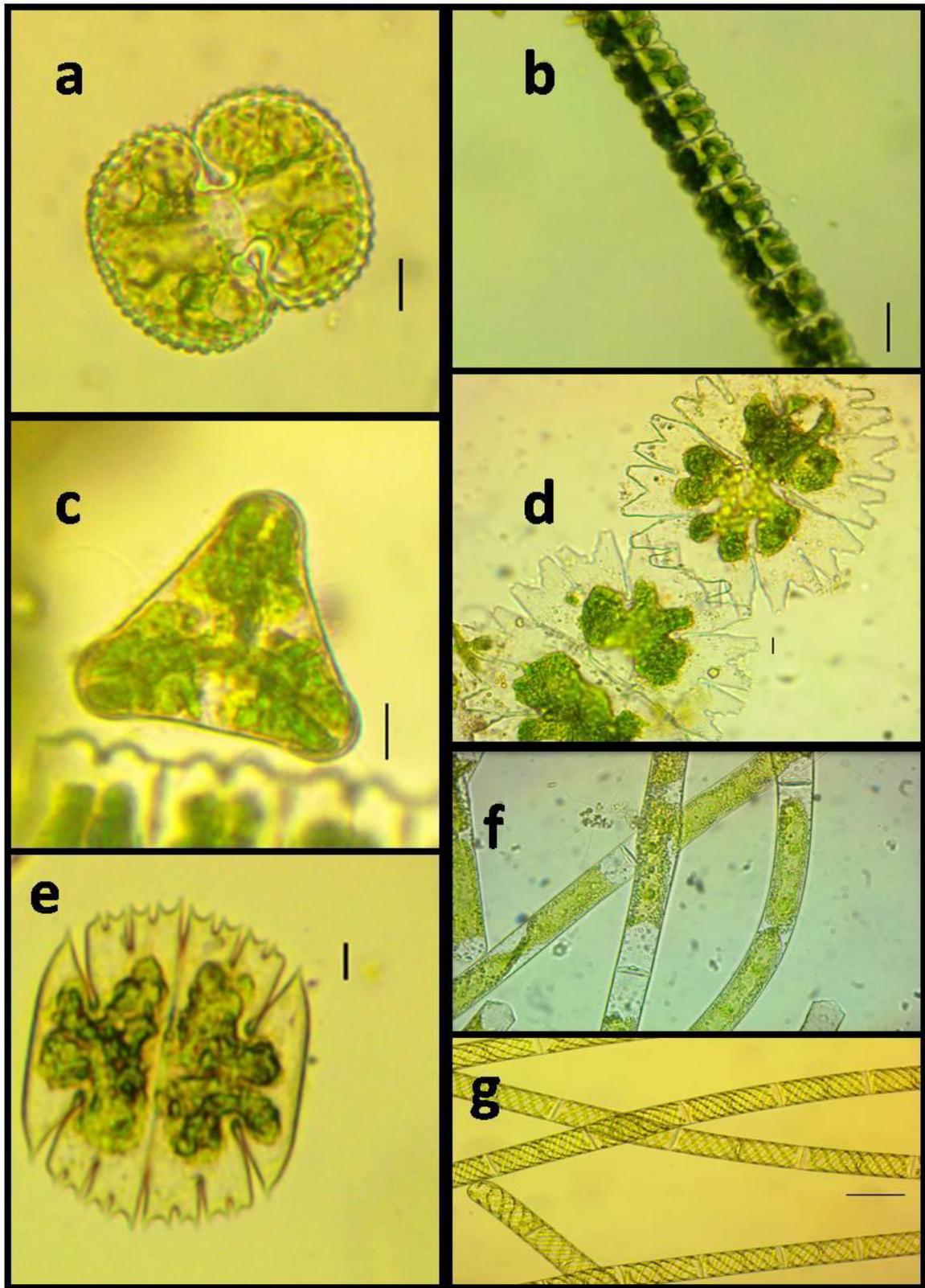


Lámina 6

a)- *Cosmarium reniforme*, b), c)- *Desmidium swartzii*, d)- *Micrasterias americana*, e)- *Micrasterias truncata*, f)- *Mougeotia scalaris*, g)- *Spirogyra crassa*. Escala: a, b, c, d, e, 10 μm ; f (no disponible); g, 100 μm .

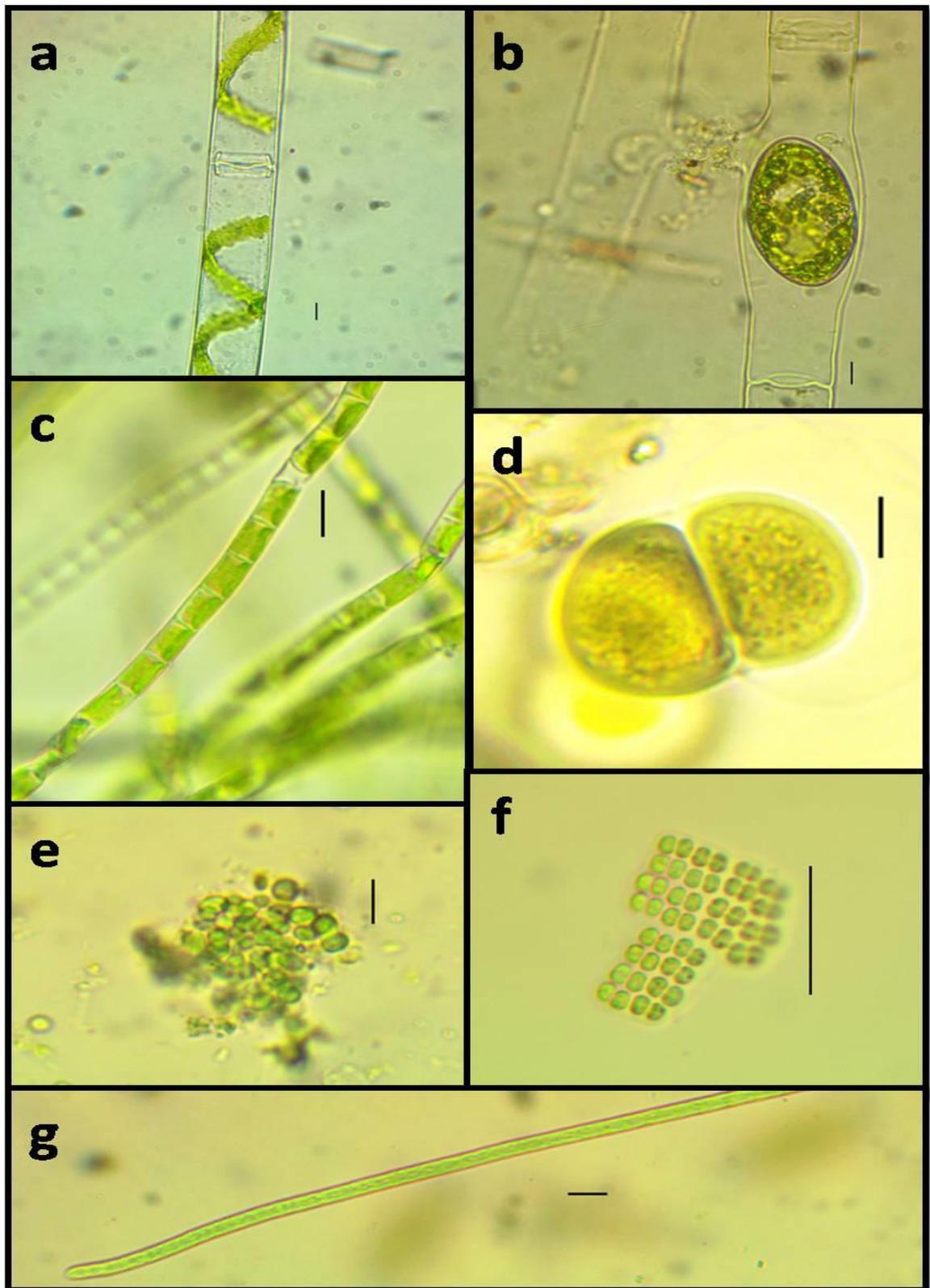


Lámina 7

a), b)- *Spirogyra laxa*, b: estructura reproductora., c)- *Klebsormidium flaccidum*, d)- *Chroococcus turgidus* e)- *Limnococcus limneticus*, f)- *Merismopedia convoluta*, g)- *Pseudanabaena limnetica*. Escala: a, b, c, d, e, g, 10 μ m, f 100 μ m.

VIII.- DISCUSIÓN

De las presentes en los cuerpos de agua muestreados, un total de 11 macroalgas se identificaron hasta especie, mientras que del resto debido a la ausencia de estructuras reproductoras, sólo se identificaron los géneros; sin embargo, ya que algunos de estos géneros presentan características ecológicas o morfológicas que permiten clasificarlas como especies probables, se asignaron estos nombres precedidos de la contracción cf., este es el caso de *Cladophora* sp.2, *Cladophora* sp.3, *Cladophora* sp.4 y *Chara* sp1, las cuáles se identificaron como cf. *Cladophora crispata*, cf. *Cladophora glomerata*, cf. *Cladophora rivularis* y cf. *Chara vulgaris* respectivamente, cuyas diagnosis se reportan en la sección **ANEXO** del presente trabajo; referente a cf. *C. rivularis* y cf. *C. glomerata*, podemos reforzar nuestra aseveración con el hecho de que ya han sido reportadas en el Estado por Ortega, (1984) y Godínez y colaboradores (2001) , lo mismo sucede con *Chara vulgaris*, mientras que *Cladophora crispata* sería un nuevo registro; cabe mencionar que según el sitio <http://www.algaebase.org> (Guiry y Guiry, 2017), ésta es una especie marina, sin embargo el espécimen encontrado en las estaciones de colecta aún sin estructuras reproductoras, presenta características muy afines a dicha especie, com por ejemplo el tamaño y forma de las células (células del eje principal cilíndricas, midiendo 50-70 µm de diámetro y de 320 a 800 µm de longitud), así como también el tipo de crecimiento de las ramificaciones (ramificaciones mostrando crecimiento apical e intercalar) (**Figura 8.1**). En este caso podría estar sucediendo lo mismo que con *Ulva intestinalis*, especie que según el mismo sitio está reportada como marina, sin embargo Novelo (2012) la reporta como una especie de aguas salobres a salinas continentales, por ejemplo en el Valle de Tehuacán, donde es muy abundante.

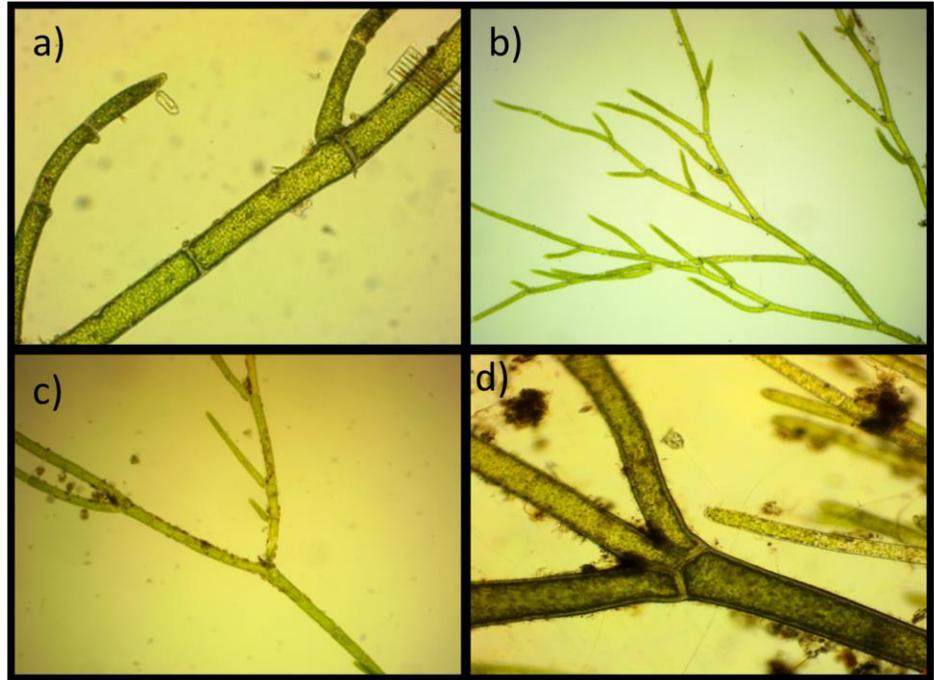


Figura 8.1. Especies probables del género *Cladophora*. **a)** y **b)**- cf. *Cladophora crispata*, **a)**- 40x, **b)**-10x. **c)**- cf. *Cladophora rivularis* (10x). **d)**- cf. *Cladophora glomerata* (40x).

El género *Cladophora* fue uno de los más representativos en las estaciones con mayor cobertura relativa, también presentó la mayor frecuencia relativa, lo que coincide con la publicación realizada por Dodds y Gudder (1992), quienes mencionan a este género como uno de los que presentan mayor distribución en aguas dulces en el mundo, incluso puede alcanzar niveles perjudiciales como resultado de la eutrofización cultural, al tolerar altos grados de contaminación. El segundo taxón de importancia fue *Mougeotia scalaris*, que también se presentó en todas las estaciones, aunque con menor cobertura. Cabe mencionar que en 5 estaciones de colecta no se observaron especies macroscópicas y por lo tanto presentaron una cobertura algal de 0% como se puede observar en la **figura 7.9**; estas estaciones fueron: E12 (Presa Cerro Prieto, Linares N.L.), E24 y 25 (río Santa Catarina y arroyo Castillo, respectivamente, en Linares N.L.) y E29 y 30 (dos estaciones distintas del río ramos en Allende N.L.).

Como se mencionó anteriormente, para las estaciones 12, 24 y 25 no se reportaron especies macroscópicas, no obstante, hubo presencia de clorofitas y cianofitas microscópicas debido al tipo de ambiente característico del sitio. La estación 12 fue la única con fondo arenoso, en el cuál no se observó ninguna especie, mientras que las estaciones 24 y 25 se caracterizaron por tener fondo rocoso y presencia de algas planctónicas y epilíticas. Debido a que nuestra estrategia de muestreo no fue dirigida hacia fondos arenosos o plancton, es probable que las poblaciones de estos ambientes no estén debidamente representadas. Sin embargo, se encontraron un gran número de epífitas generalmente microscópicas en plantas, algas macroscópicas así como en los distintos tipos de sustrato lo que aumentó el número de géneros encontrados en las estaciones muestreadas de 17 a 89 y el número de especies identificadas de 11 a 41; las especies de microalgas identificadas también forman parte del listado taxonómico presentado en este estudio. En el caso de las estaciones 29 y 30 se observó que las algas presentes en este sitio habían sido desplazadas por corrientes generadas a partir de fuertes lluvias que turbaron el ecosistema y llegada la fecha programada de colecta aún no se había recuperado la comunidad algal.

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de correlación entre los parámetros fisicoquímicos y el porcentaje de cobertura algal, estadísticamente no existe una correlación significativa; esto puede deberse a que como mencionan Zapata y Donato (2005), los factores más importantes que influyen en la cobertura algal son la velocidad de corriente, junto con los nutrientes que contiene el cuerpo de agua. Se llevó a cabo otro análisis de correlación de Pearson con el fin de correlacionar la riqueza de especies en las estaciones de colecta con los factores fisicoquímicos evaluados, en donde los resultados mostraron que estadísticamente el parámetro pH presentó una correlación con la riqueza de especies en las estaciones de colecta, altamente significativa ($P < 0.001$) e inversamente proporcional, mientras que el resto de las variables no

presentaron correlación, hecho que coincide con Novelo (2012) quien menciona que parámetros como temperatura y el pH pueden llegar a tomar un papel importante en la composición algal de un cuerpo de agua, sin embargo, también recalca que son los nutrientes que lo componen los que se presentan como factores limitantes para las especies algales y cuando las condiciones ambientales son muy cambiantes, como sucede en nuestras estaciones de colecta, promueven la proliferación de especies de un espectro ecológico amplio.

Según el análisis de similitud de Jaccard, las estaciones 27 y 28 fueron las únicas que presentaron una similitud total obteniendo el valor de 1, lo cuál tiene sentido, pues ambas estaciones pertenecen al río San Juan, en el municipio de Cadereyta, tienen condiciones ambientales similares y fueron muestreadas en la misma fecha; por otra parte, se formaron además del ya mencionado 4 clusters, el segundo grupo comprende a las estaciones 19, 6, 23, 26, 4, 1, 3, 8, 11 y 2, el tercero a las estaciones 5,7 y 9, el cuarto las estaciones 14, 22, 15, 21, 18, 16 y 17; finalmente el quinto se conformó por las estaciones 12, 20 y 10. Debido a estas agrupaciones podemos decir que las estaciones que componen cada cluster presentan una composición de especies similar.

Referente a la calidad del agua, observando la tabla comparativa **7.8**, de la sección de resultados, se observa que los ríos Pesquería y San Juan son catalogados con contaminación moderada y el río Pílon como agua pura según los dos análisis realizados, mientras los ríos Ramos y Santa Catarina pueden catalogarse en las categorías de agua pura según el análisis de clorofila α y con contaminación moderada para el análisis por medio de organismos indicadores. Es importante mencionar que generalmente, las estaciones muestreadas en los ríos Ramos y Santa Catarina presentaron corrientes de moderadas a fuertes, mientras que las estaciones muestreadas en los demás ríos presentaron aguas estancadas o corrientes bajas; por otra parte, las especies indicadoras en los ríos ya

mencionados fueron *Hydrodyction reticulatum* y *Spirogyra crassa*, las cuales tienen la capacidad de fijarse a los sustratos o entrelazarse entre sí, lo que provocaría que estuvieran presentes en las estaciones a pesar de las corrientes fuertes, situación que no se da en el caso del fitoplancton; esto explicaría valores bajos de clorofila α en las estaciones y por ende, una categoría oligosaprobia.

Al realizar un análisis histórico de los registros de algas en el estado de NL, vemos cómo se han ido incrementando el número de especies de algas, pues hasta el 2006 se contaba con 21 especies reportadas (Novelo y Tavera 2011), las cifras se elevan hasta el 2015 a 31 especies, lo que representa en nueve años un incremento de 147.6% y al sumar las identificadas en los muestreos hasta el 2016, los registros llegan a un total de 70 especies, número que representa un 333.3 % de incremento sobre el 2006. Sin embargo comparando los registros específicos correspondientes a los tres Estados del noreste del país que son 56 para Tamaulipas, 68 para Nuevo León y 30 para Coahuila, con los de Estados aledaños como San Luis Potosí, podemos decir que esta región de México aún se encuentra inexplorada, pues el registro más alto solo comprende un 20% de la riqueza de ese Estado, el cual cuenta con 328 especies (Novelo y Tavera 2011). Este hecho se refuerza con el gran número de ejemplares detectados como diferentes por su aspecto vegetativo pero que no pudieron determinarse a especie por la ausencia de estructuras reproductoras y que pertenecen principalmente a los géneros *Spirogyra*, *Zygnema* y *Oedogonium*. Cabe mencionar que 39 de las especies identificadas en las estaciones resultaron nuevos registros para Nuevo León, lo que aumenta el área de distribución de las mismas por ocurrencia en el Estado, los nuevos registros se presentan en el listado resaltadas con un asterisco (*).

En cuanto a la distribución de las especies, basándonos en la información que aparece en la página <http://www.algaebase.org> (Guiry y Guiry,

2017), las algas de Nuevo León tienen una distribución mayormente cosmopolita, ya que 34 de las especies identificadas tienen presencia en las 6 regiones biogeográficas, mientras 17 más están ausentes sólo en una de ellas; doce de la etiópica (*Vaucheria hamata*, *Gonphonema acuminatum*, *Melosira varians*, *Stigeoclonium lubricum*, *Schizomeris leibleinii*, *Cladophora rivularis*, *Chara vulgaris*, *Nitella flexilis*, *Desmidium swartzii*, *Micrasterias americana*, *Spirogyra crassa* y *Klebsormidium flaccidum*), cuatro de la Australiana (*Acutodesmus acuminatus*, *Closterium lanceolatum*, *Microcoleus vaginatus* y *Blennothrix lynbyacea*) y una de la Indo-Malaya (*Micrasterias truncata*). No obstante, la distribución de algunas de ellas probablemente se extienda hacia estas regiones y la ausencia de registros obedece a omisiones involuntarias de reportes científicos (Ej. En la información para humedales del gobierno de Queensland <https://wetlandinfo.ehp.qld.gov.au/wetlands/> y el censo de algas de agua dulce australianas <http://plantnet.rbgsyd.gov.au/PlantNet/fwalgae.htm> se registran las especies que no encontramos enlistadas para esta región con apoyo bibliográfico). En cuanto a las especies que al encontrarlas en Nuevo León extienden su distribución se tienen a *Dermatophyton radians* anteriormente registrada sólo en la región Indo-Malaya; *Navicula caroliniae* en la Neártica entre Canadá y EUA; *Vaucheria geminata* de Europa; *Zygnema coeruleum* de las regiones Australiana e Indo-Malaya; *Chara haitiensis* de la Neártica y Neotropical y *Scenedesmus ellipticus* de la Paleártica y la Neotropical. Hay que resaltar que algunas de las no indicadas para la región Neártica ya habían sido reportadas para México por Ortega (1984) u otros autores, lo cual puede indicar que el estado cuenta con microhábitats con condiciones propicias para su desarrollo, aunque hacen falta estudios biogeográficos para esclarecer su llegada. Por último, algunas de las algas son euritéricas al encontrarse además de otras regiones, en el ártico como lo son *Aphanothec estagnina*, *Closterium affinis*, *C. botrytis*, *C. lunula*, *Cosmarium reniforme*, *Calotrix*

parietina, *Chroococcus turgidus*, *Diatoma vulgare*, *Fragilaria capucina*, *Klebsormidium flaccidum*, *Nostoc commune*, *Pseudanabaena limnetica*, *Scytonema hofmannii*, *Stauridium tetras*, *Trachelomonas volvocina*, *Schizothrix calcicola*, *S. arenaria*, *S. mexicana*, *Ulva intestinalis* y en la Antártida *D. vulgare*, *Klebsormidium flaccidum*, *Nostoc commune*, *Ulva intestinalis*, las cuales (excepto *U. intestinalis*) podrían encontrarse en agua de deshielo de las nieves perpetuas de los picos más altos de México.

Finalmente, en materia de utilidad y aplicaciones podemos observar en la tabla 7.9 de la sección de resultados de manera resumida como distintos autores coinciden en que algunas de las macroalgas más abundantes en los cuerpos de agua del estado de Nuevo León, al igual que con otras de menor incidencia tienen potencial para ser aprovechadas de manera sustentable. En el caso de géneros podemos citar a *Cladophora*, *Chara* y *Batrachospermum*, los cuales encontramos en la literatura como algas indicadoras, por otra parte, también se mencionan a *Chara* y *Cladophora* como productoras de compuestos importantes en el área médica. También existen en Nuevo León especies con propiedades útiles, por ejemplo *Hydrodictyon reticulatum* y *Spirogyra crassa*, las cuales se presentan en la literatura como especies indicadoras, y en el caso de *H. reticulatum* podemos decir, según estudios realizados anteriormente, que produce compuestos con actividad anti-cancerígena (Tabla 7.10).

IX.- CONCLUSIONES

- ❖ Se encontraron en 30 estaciones pertenecientes a cuerpos de agua del centro del estado de Nuevo León 30 géneros y 17 especies de macroalgas. 11 géneros se identificaron hasta el nivel de especie.
- ❖ El género *Cladophora* fue el más representativo en las estaciones de colecta, obteniendo los mayores valores de cobertura y frecuencia relativa.
- ❖ Los ríos Pesquería y Pablillo presentaron un mayor porcentaje de cobertura algal, mientras que el río que presentó una mayor riqueza fue Santa Catarina.
- ❖ Según el índice de correlación de Pearson no existe una correlación estadísticamente significativa entre el porcentaje de cobertura de las estaciones de colecta y los parámetros fisicoquímicos evaluados; mientras el mismo análisis indica significativamente que la riqueza de especies decrece con el aumento de pH.
- ❖ De acuerdo con el índice de similaridad de Jaccard, las estaciones 27 y 28 presentaron una similitud total obteniendo el valor de 1.
- ❖ algunas de las macroalgas más abundantes en los cuerpos de agua del estado de Nuevo León, al igual que con otras de menor incidencia tienen potencial para ser aprovechadas de manera sustentable. Las formas más viables de aprovechamiento serían en general como indicadoras o como productoras de compuestos importantes en el área médica.
- ❖ Se identificaron durante este estudio, un total de 31 familias, 89 géneros y 41 especies de algas para el estado de Nuevo León de las cuáles, 44 géneros y 39 especies son nuevos registros, logrando con la realización de este trabajo un aporte al estado del

conocimiento ficológico que generó incremento de 730.8 % en el caso de géneros y 333.3% en el caso de especies con respecto a los reportes que se tenían hasta el 2006.

- ❖ Se presenta en este estudio, el primer listado taxonómico en dónde se recopila información de las algas registradas para el Estado de Nuevo León desde 1958 hasta la fecha.

X.- PERSPECTIVAS

Se puede decir que el presente estudio puede ser tomado como punto de referencia para futuras investigaciones sobre el estado del conocimiento de las especies de algas para el Estado de Nuevo León, ya que del mismo surge la primera publicación formal sobre el tema.

Por otro lado, es importante realizar investigaciones en dónde se revise exhaustivamente la taxonomía por grupos para así lograr identificar un mayor número de especies, así mismo, sería interesante complementar estos estudios con taxonomía molecular para obtener resultados más precisos.

Finalmente, se propone realizar estudios en los que se experimente con los compuestos de valor agregado que producen los taxones identificados en este trabajo y así lograr un aprovechamiento sustentable de los mismos.

XI.- BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Cavazos, Diana Elena. 2013. “Estudio Taxonómico de Microalgas Productoras de Lípidos Intracelulares Aisladas de Agua Dulce en el Estado de Nuevo León.” Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Andersen, R. A. 1992. “Diversity of eukaryotic algae”. *Biodiversity and Conservation* 1 (4): 267–92. <https://doi.org/10.1007/BF00693765>.
- Barsanti, Laura, y Paolo Gualtieri. 2006. *Algae Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology*. New York: CRC Press.
- Berry, John P, Miroslav Gantar, Robert E Gawley, Minglei Wang, y Kathleen S Rein. 2008. “Pharmacology and toxicology of pahayokolide A, a bioactive metabolite from a freshwater species of *Lyngbya* isolated from the Florida Everglades”. *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol* 139 (4): 231–38. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2004.11.005>.Pharmacology.
- Bhagavathy, S, P Sumathi, y I Jancy Sherene Bell. 2011. “Green algae *Chlorococcum humicola*-a new source of bioactive compounds with antimicrobial activity”. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 1 (1): S1–7. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60111-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60111-1).
- Buchko, Garry W. 2009. “Handbook on cyanobacteria”. En *New York*, editado por P Gault y H Marler, 556. New York: Nova Science Publishers, Inc.
- Butterwick, C, S I Heaney, y J F Talling. 2005. “Diversity in the influence of temperature on the growth rates of freshwater algae, and its ecological relevance”. *Freshwater Biology* 50 (2): 291–300. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2004.01317.x>.

- Cambra, Jaume, Luc Ector, y Segi Sabater. 2005. “Protocolos de Muestreo y Análisis para Fitobentos”. *Metodología para el Establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua*. Zaragoza, España.
- CONAGUA. 2012. “Atlas del agua en México 2012”. Tlalpan, México, D.F. www.conagua.gob.mx.
- Cruz Suárez, L Elizabeth, Denis Ricque- Marie, Mireya Tapia -Salazar, y Claudio Guajardo-Barbosa. 2000. “Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón”. En *Avances en Nutrición Acuícola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*, 227–66. <https://doi.org/10.1038/nature10345>.
- D’Elia, Lauren, Andrew Keyser, y Craig Young. 2008. “Algae Biodiesel”. *Algae*. Worcester (Massachusetts), Estados Unidos.
- Flechtner, Valerie R, Jeffrey R Johansen, y William H Clark. 1998. “Algal composition of microbiotic crusts from the Central Desert of Baja California , Mexico”. *The Great Basin Naturalist* 58 (4): 295–311. <https://doi.org/10.2307/41713069>.
- Galicia Campos, Sanjuana Cecilia. 2015. “Microalgas Aisladas de Granjas Porcinas Para la Remoción de Ortofosfato y Amonio de Aguas Residuales”. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí.
- Garduño-Solórzano, G, M C Rodríguez-Palacio, M Martínez-García, R E Quintanar-Zúñiga, C Lozano-Ramírez, J E Campos-Contreras, y A C Monsalvo-Reyes. 2011. “Cultivos de microalgas del Lago de Catemaco , Veracruz”. *Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal* 2 (2): 67–80.
- Garibay-Hernández, Adriana, Rafael Vázquez-Duhalt, M. del Pilar Sánchez Saavedra, Leobardo Serrano Carreón, y Alfredo Martínez

Jiménez. 2009. “Biodiesel a partir de microalgas”. *BioTecnología* 13 (3): 38–61.

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Biodiesel+a+Partir+de+Microalgas#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Biodiesel+a+partir+de+microalgas#0>.

Godínez, José Luis, Martha M Ortega, Gloria Garduño, María Guadalupe Oliva, y Gloria Vilaclara. 2001. “Taditional Knowledge of Mexican Continental Algae”. *Journal of Ethnobiology* 21 (1): 57–88.

Guiry, M.D. & Guiry, G. M. 2017. “www.algabase.org”. AlgaeBase, World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2017.

Izco, J, E Barreño, M Bruges, M Costa, J A Devesta, F Fernández, T Gallardo, X C Llimona-Prada, S Talavera, y B Valdés. 2004. *Botánica*. Editado por Editorial McGraw-Hill Interamericana. 2a ed. Aravaca. Madrid.

Jesus Raposo, Maria Filomena De, Alcina María De Morais, y Rui Manuel De Morais. 2015. “Marine polysaccharides from algae with potential biomedical applications”. *Marine Drugs* 13 (5): 2967–3028. <https://doi.org/10.3390/md13052967>.

John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A. J. 2002. *The freshwater algal flora of the British Isles. An identification guide to freshwater and terrestrial algae*. Editado por British Phycological Society. Cambridge: The Natural History Museum London. Cambridge: Cambridge University Press.

Kim, Gwang Hoon, Tatyana A Klochkova, y Sung Ho Kang. 2008. “Notes on freshwater and terrestrial algae from Ny-Ålesund, Svalbard (high Arctic sea area)”. *Journal of Environmental Biology*

29 (4): 485–91.

LACET. 2017. “lacet.meridion.mx/bd.html”. Ecología y Taxonomía.

Bases de datos de algas continentales - Taxfich. 2017.

Lee, R.E. 2008. *Phycology*. 4th edition. Colorado State University, USA: Cambridge University Press.

Martínez - Lozano, S., Ochoa, P., y González, T. 1991. “Algas Caráceas (Chlorophyta) de Varias Localidades de Allende y Santiago, Nuevo León, México.” *Publicaciones Biológicas de la Facultad de Ciencias Biológicas* 5: 8–17.

Mathur, Chetna, Saumya Rai, Nikhil Sase, Suthindhiran Krish, y Mangalam Achuthanandam Jayasri. 2015. “Enteromorpha intestinalis derived seaweed liquid fertilizers as prospective biostimulant for Glycine max”. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 58 (6): 813–20. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132015060304>.

Molina, V. M., Pando, M., Jurado, E., Cantú, I., y Alanís, E. 2013. “Costras Biológicas del Suelo en Pastizales Gipsófilos del Noreste de México”. *Ciencia UANL* 15 (2): 85–96.

Morales, Eduardo A., y Sinziana F. Rivera. 2015. “Ocurrencia de *Batrachospermum macrosporum* y su fase *Chantransia* (= *Audouinella macrospora*) en la”. *Acta Nova* 7 (1): 47–60.

Moreda-Piñeiro, Jorge, y Isabel Turnes-Carou. 2017. “Estudio de las variables implicadas en la extracción de alquilfenoles en algas mediante agua sobrecalentada (PHWE)”. Universidad de la Coruña.

Novelo, E. 2012. Consideraciones Sobre las Algas del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 15(2) 85-96.

Novelo, E., y Tavera, R. 2011. Un Panorama Gráfico de las Algas de Agua dulce de México. *Hidrobiológica*, 21 (3) 333-341.

OECD: Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. — 154 pp. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development 1982.

Oliva-Martínez, María Guadalupe, José Gabriel Ramírez-martínez, Gloria Garduño-solórzano, Jaqueline Cañetas-ortega, y Martha M Ortega.

2005. “Caracterización diatomológica en tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México Diatoms of three bodies of water from wetlands Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de Mexico”. *Hidrobiológica* 15 (1): 1–26.

Ortega-Gaucin, David. 2011. “Diagnóstico sobre la Gestión y el Uso del Agua en el Sector Agropecuario de Nuevo León”. Apodaca N.L.

Ortega, M. M., Godínez, J. L., Garduño, G. y Oliva, M.G. 1995.

Ficología de México. Algas continentales. México, D.F: Editorial ACT.

Ortega, M. M. 1984. *Catálogo de Algas Continentales Recientes de México*. Instituto de Biología. México, D.F: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

Parra, Oscar. 2006. “Estado de conocimiento de las algas dulceacuícolas de Chile (Excepto Bacillariophyceae)”. *Gayana (Concepción)* 70 (1): 8–15. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382006000100003>.

Pérez-Gutiérrez, Rosa Martha. 2006. “Isolation and Identification of Antibacterial compounds from *Oedogonium capillare* leaves Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas”. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 5 (1): 15–19.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85650107%0A>.

Prescott, G. W. 1970. *How to know The Freshwater Algae*. Segunda Ed. Dubuque, Iowa. USA: Wm. C. Brown Co. Publishers.

- Radmer, Richard J. 2009. "Algal Commercial Diversity and Products
Algal New and valuable products from diverse algae may soon
increase the already large market for algal products". *BioScience* 46
(4): 263–70. <https://doi.org/10.2307/1312833>.
- Ramesh, Santhanam, Rajabalaya Rajan, y Ramasamy Santhanam. 2013.
Freshwater Phytopharmaceutical Compounds.
- Ramírez-Moreno, Liliana, y Roxana Olvera-Ramírez. 2006. "Uso
tradicional y actual de *Spirulina* sp. (*Arthrospira* sp.)". *Interciencia*
31 (9): 657–63. <http://www.redalyc.org/pdf/339/33912009.pdf>.
- Ramírez Vázquez, Mónica, Yenny Beltrán Magos, Miriam Bojorge
García, Javier Carmona Jiménez, Enrique A Cantoral-Uriza, y
Francisco Valadez - Cruz. 2001. "Flora algal del río La Magdalena,
Distrito Federal, México". *Boletín de la Sociedad Botánica
Mexicana* 68: 45–67.
- Reyna - Martínez, R, R Gomez - Flores, U López - Chukén, R González -
González, S Fernández - Delgadillo, y I Balderas - Rentería. 2015.
"Lipid Production by Pure Cultures of *Chlorella pyrenoidosa* and
Rhodotorula mucilaginosa isolated in Nuevo León México". *Applied
Biochemistry and Biotechnology* 175: 354–59.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s12010-014-1275-6>.
- Salazar, Werner. 2016. "Efecto de la aplicación foliar de fertilizantes y
extracto de algas en pepino (*Cucumis sativus* L.) y chile dulce
(*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo ambiente protegido en
Alajuela, Costa Rica Werner". UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.
- Salcedo - Martínez., S.M. &, y S Martínez - Lozano. 2007. "Los Géneros
de Algas del Área Protegida Baño de San Ignacio, Linares, N. L". En
*Tópicos selectos de botánica 3. Ecología y desarrollo sustentable,
botánica aplicada, fisiología, sistemática y florística*, editado por M

González Álvarez SM Salcedo Martínez, 171–82. Monterrey, Nuevo León, México.: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Segura-García, Virginia, Enrique A. Cantoral-Uriza, Isabel Israde, y Nora Maidana. 2012. “Epilithic diatoms (Bacillariophyceae) as indicators of water quality in the Upper Lerma River, Mexico”. *Hidrobiologica* 22 (1): 16–27.

Tomaselli, Luisa. 2004. “The Microalgal Cell”. En *Handbook of Microalgal Culture Biotechnology and Applied Phycology*, editado por Amos Richmond, first edit, 3–20. Iowa, USA: Blackwell Publishing company.

Torres-Morales, Manuel., y Lourdes. Barajas-Martinez. 2004. “Descripción de la cuenca hidrográfica del río San Juan, Presa el Cuchillo, Nuevo Leon, México.”
<http://www.bioecologia.org/docs/cuenca.pdf>.

Valadez Cruz, F., Carmona Jiménez, J., Cantoral Uriza, E. A. 1996. “Algas de ambientes lóticos en el Estado de Morelo, México.” *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67 (2): 227–82.

Valdés - Alfonso, Yalile, y Mayla F Blanco - Soto. 2008. “Introducción Algas y alimentación humana Cualidades nutritivas de las algas”. *Tecnología Química XXVIII* (3): 46–50.

Wehr, John D, y Robert G Sheath. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. USA: Acaademic press.

Whitford, L. A. y Schumacher, G. J. 1984. *A manual of fresh-water algae North Carolina*. USA: Agricultural Experiment Station.

XII.- RESUMEN BIOGRÁFICO

Diana Elena Aguirre Cavazos

Candidato para el grado de

Doctor en Ciencias con Acentuación en Administración y
Manejo de Recursos Vegetales

Tesis: TAXONOMÍA, DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DE LAS
ALGAS DE NUEVO LEÓN

Campo de estudio: Botánica

Datos personales: Nacida en Monterrey, Nuevo León, el 13 de
septiembre de 1985, Hija de Sergio Aguirre Martínez y Diana
Elena Cavazos Valdez.

Educación: Egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL
con el grado de biólogo (2003-2007).

Egresada de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL con
el grado de Maestra en Ciencias con Especialidad en
Microbiología (2011-2013).

Experiencia profesional: Empresa Ibó Centro de Aventura, Nuevo León,
México. Cargo: Ventas y guía de ecoturismo (febrero 2008-mayo
2010).

Instituto de Computación y sistemas administrativos (ICSA).
Cargo: profesora de Biología y Ecología en la modalidad de
preparatoria. (Marzo-agosto de 2008; septiembre 2009-abril de
2010).

Escuela de enfermería Linda Vista. Cargo: Profesora de
Biología, Ecología y Bioquímica (enero-junio 2013)

Anexo

ANEXO

Diagnosis de especies probables (cf.)

Cladophora glomerata (L.) Kützing 1843

Talos filamentosos muy entremezclados entre sí y con otras algas, formando matas flotantes, verde seco; filamentos individuales gruesos, muy largos, fijos a sustratos limosos y líticos, hábito no heterótrico, órgano de fijación simple o hasta un rizoides sencillo a complejo; crecimiento principalmente apical o irregular; ramificaciones abundantes a regulares, a la vez las ramas ramificadas abundantemente, principalmente en la base, la mayor densidad de las ramas se encuentra principalmente al final de las ramas de primer y segundo orden, de cada célula emergen 1-3 ramas, son diferentes en talla al eje principal, células del eje principal (27.0-) 80.4-136.0µm diámetro, 144.0-554.0µm largo, relación largo:diámetro del eje principal: 3.5-4.5 veces; inserción sub apical de las ramas; la posición del septo de las rama es vertical u oblicuo con pseudo dicotomías evidentes. Células del eje y de las ramas cilíndricas, las apicales 46.1-61.8µm diámetro, 157.9-235.4µm largo, son cilíndricas con los polos agudos o en forma de mazo; relación largo:diámetro de las células apicales: 3.4-3.9 veces; pared celular gruesa, 7.8-19.6µm grosor, estriada, lamelada. Multiplicación con zoosporangios globosos, 132.4µm diámetro, 151.1µm largo, con poro apical.

Cladophora rivularis (L.) Kützing 1891

Talos filamentosos, filamentos delgados muy mezclados entre sí y con otras algas, poco ramificados, verde seco, hábito no heterótrico, forma de fijación simple, crecimiento típicamente intercalar; ramificación sub apical, sin pseudo dicotomías, dispersa en todo el talo, regular a escasa, ramas sub apicales surgen 1-2 del eje, claramente distintas, la posición del septo en la rama es vertical. Células del eje cilíndricas, 29.0-79.0µm diámetro, 174.0-393.0µm (-

2.20 mm) largo, relación largo:diámetro del eje principal: 6-37 veces; células apicales cilíndricas, 64.0µm diámetro, 175.0-225.0µm largo, relación largo: diámetro de las células apicales: 2.7-3.5 veces, con polos agudos o en forma de mazo; pared celular gruesa, 6.0-6.7µm, lamelada.

Cladophora crispata (Roth) Kützing 1843

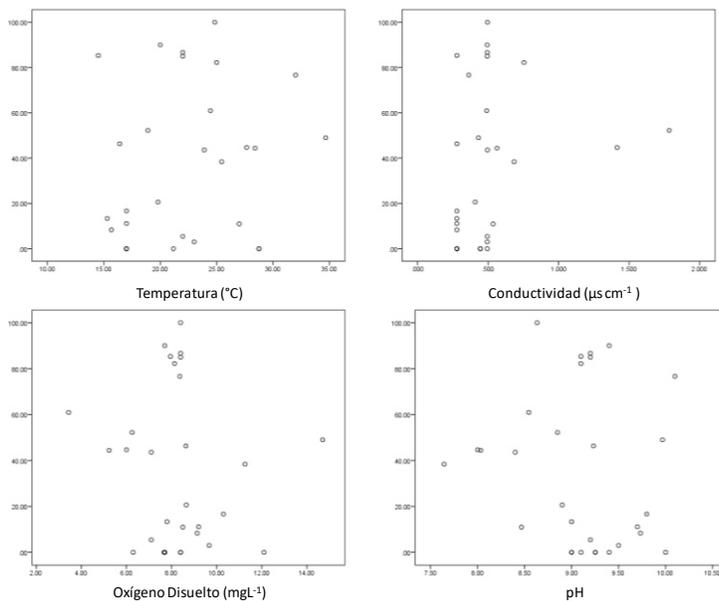
Alga multicelular filamentosa, ramificada, células del eje principal cilíndricas midiendo de 40 -75 µm de diámetro; ramificaciones laterales midiendo 20-35 µm; células gruesas con numerosas capas de celulosa, plastido reticulado con numerosos pirenoides.

Chara vulgaris Linnaeus 1753

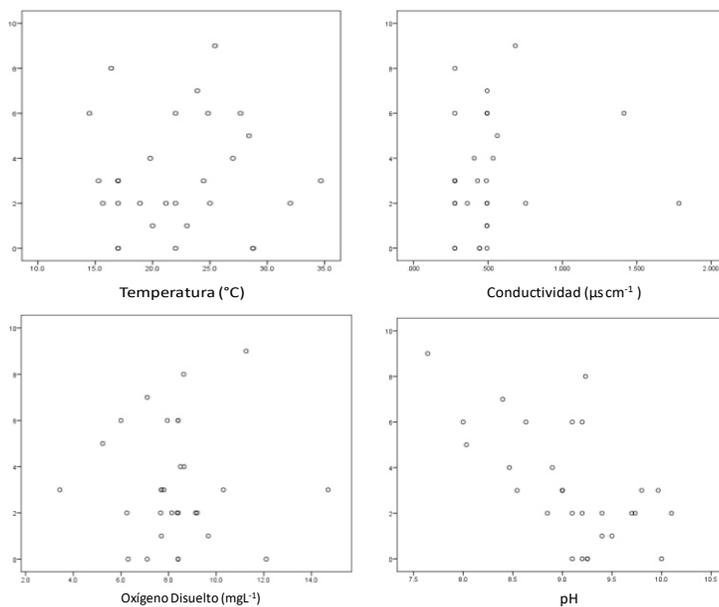
Alga dulceacuícola, con talo de unos 50 cm de longitud y 1 mm de diámetro, ramificado, de color verde - grisáceo, más rara vez verde oscuro y moderadamente calcificado, dividido en nudos y entrenudos. De cada entrenudo surgen ramas verticiladas de crecimiento limitado, unas 7-9, cada una con 6-8 segmentos de los cuales los 2-3 últimos carecen de córtex; justo bajo su origen tienen una especie de brácteas. Está cubierto por un córtex unicelular que presenta unas filas primarias que surgen de las células nodales, y unas filas secundarias entre ellas, ambas de anchura semejante. Las filas primarias son fáciles de reconocer ya que en la zona donde surgen en los nudos tienen unas espinas papilosas más o menos adpresas a las ramas y que pueden medir algo más que el ancho de la rama. La reproducción es oógama y los órganos reproductores se desarrollan en las células nodales; los masculinos o anteridios, de 500 µm, son esferoidales y los femeninos u oogonios, de 900 µm tienen una corona de 5 células espinosas que luego recorren el mismo en el sentido de las agujas del reloj a modo de envoltura protectora. Los oogonios aparecen en nudos superiores a los que se encuentran los anteridios.

Análisis de correlación de Pearson: gráficos

Gráficos obtenidos del software IBM SPSS Statistics 22: Correlación de la abundancia relativa (porcentaje de cobertura) con los factores físico-químico evaluados



Gráficos obtenidos del software IBM SPSS Statistics 22: Correlación de la riqueza de especies en las estaciones con los factores físico-químicos evaluados



Análisis de similitud de Jaccard

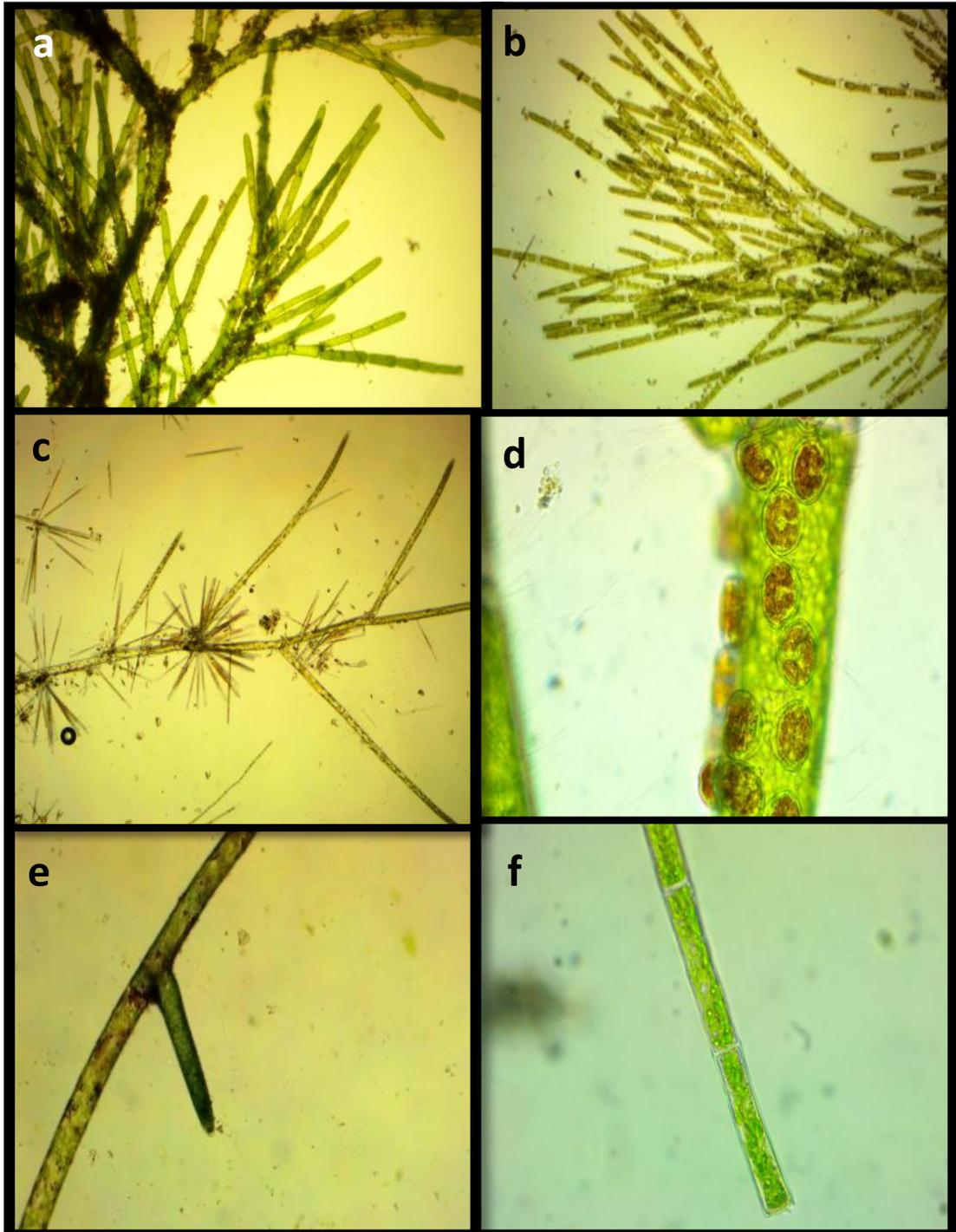
Historial de conglomeración

Historial de conglomeración

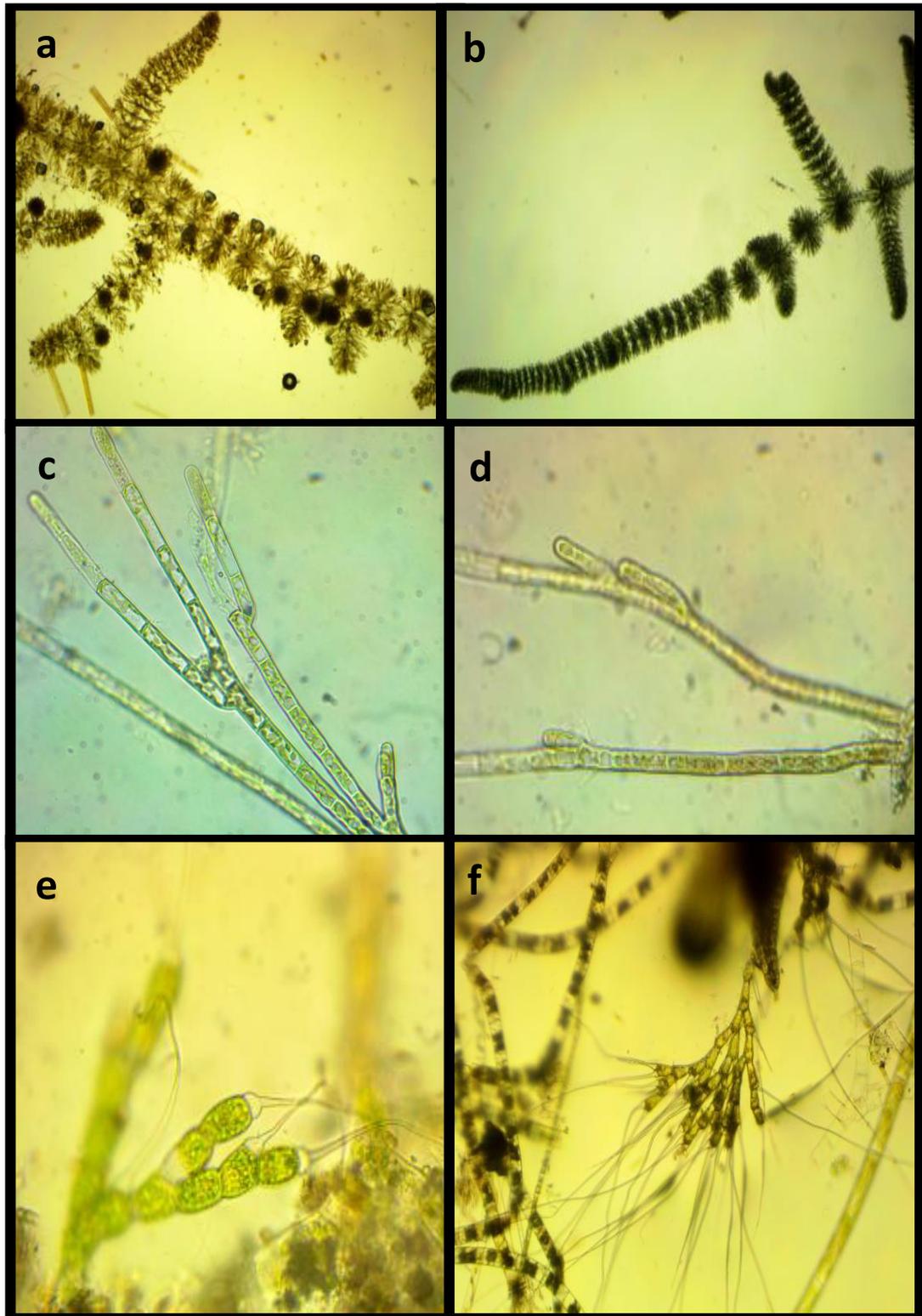
Etapa	Clúster combinado		Coeficientes	Primera aparición del clúster de etapa		Etapa siguiente
	Clúster 1	Clúster 2		Clúster 1	Clúster 2	
1	24	25	1.000	0	0	2
2	18	24	.667	0	1	9
3	22	23	.500	0	0	13
4	13	21	.500	0	0	20
5	14	20	.400	0	0	8
6	5	7	.333	0	0	17
7	1	3	.333	0	0	10
8	14	17	.292	5	0	18
9	6	18	.278	0	2	15
10	1	8	.275	7	0	14
11	12	19	.250	0	0	23
12	15	16	.250	0	0	18
13	4	22	.238	0	3	15
14	1	11	.232	10	0	16
15	4	6	.210	13	9	19
16	1	2	.198	14	0	19
17	5	9	.188	6	0	21
18	14	15	.182	8	12	20
19	1	4	.111	16	15	21
20	13	14	.108	4	18	22
21	1	5	.086	19	17	22
22	1	13	.050	21	20	23
23	1	12	.037	22	11	24
24	1	10	.018	23	0	0

Láminas adicionales

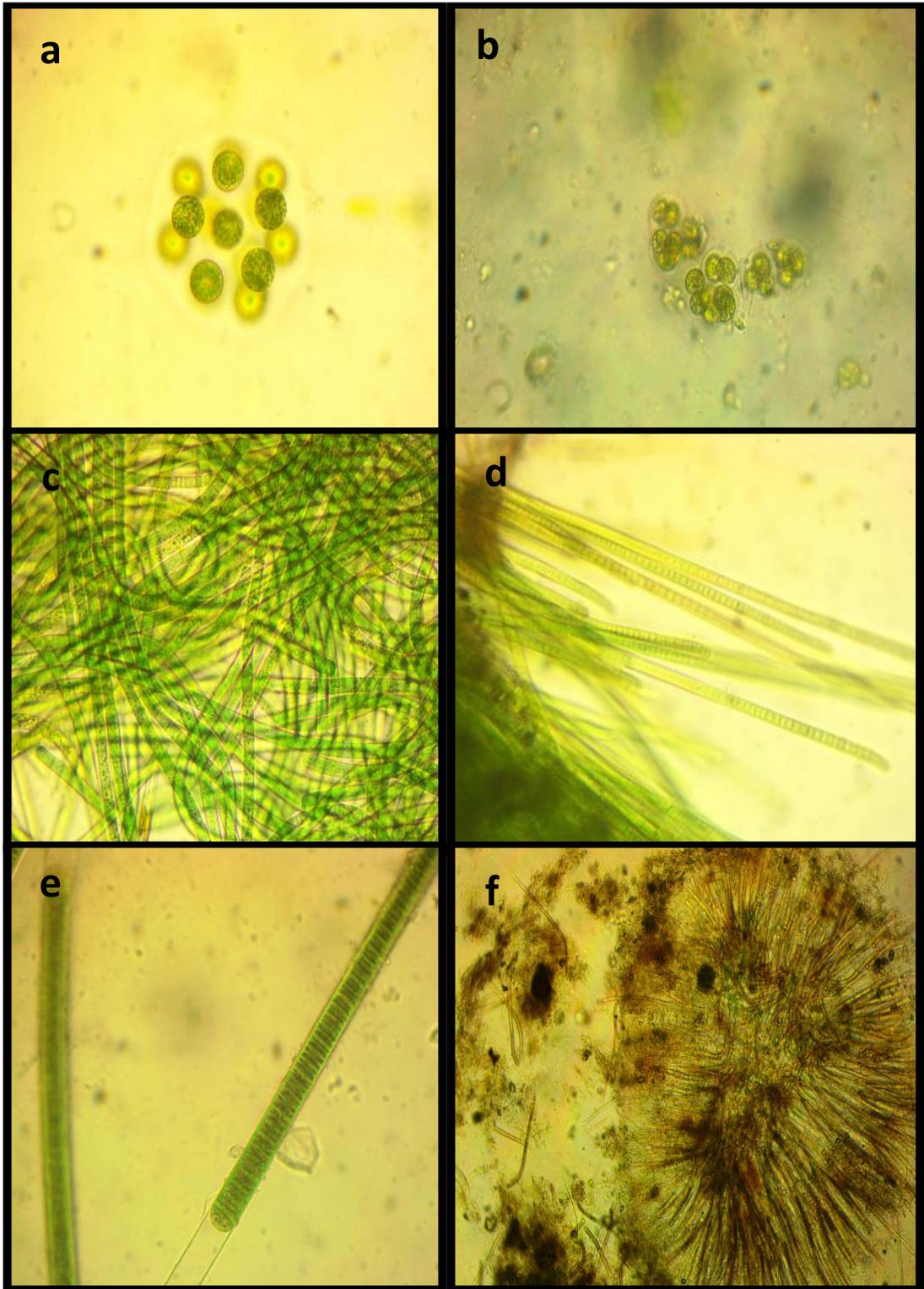
Se muestran a continuación algunas imágenes de géneros identificados y fotografías de algunos sitios de colecta.



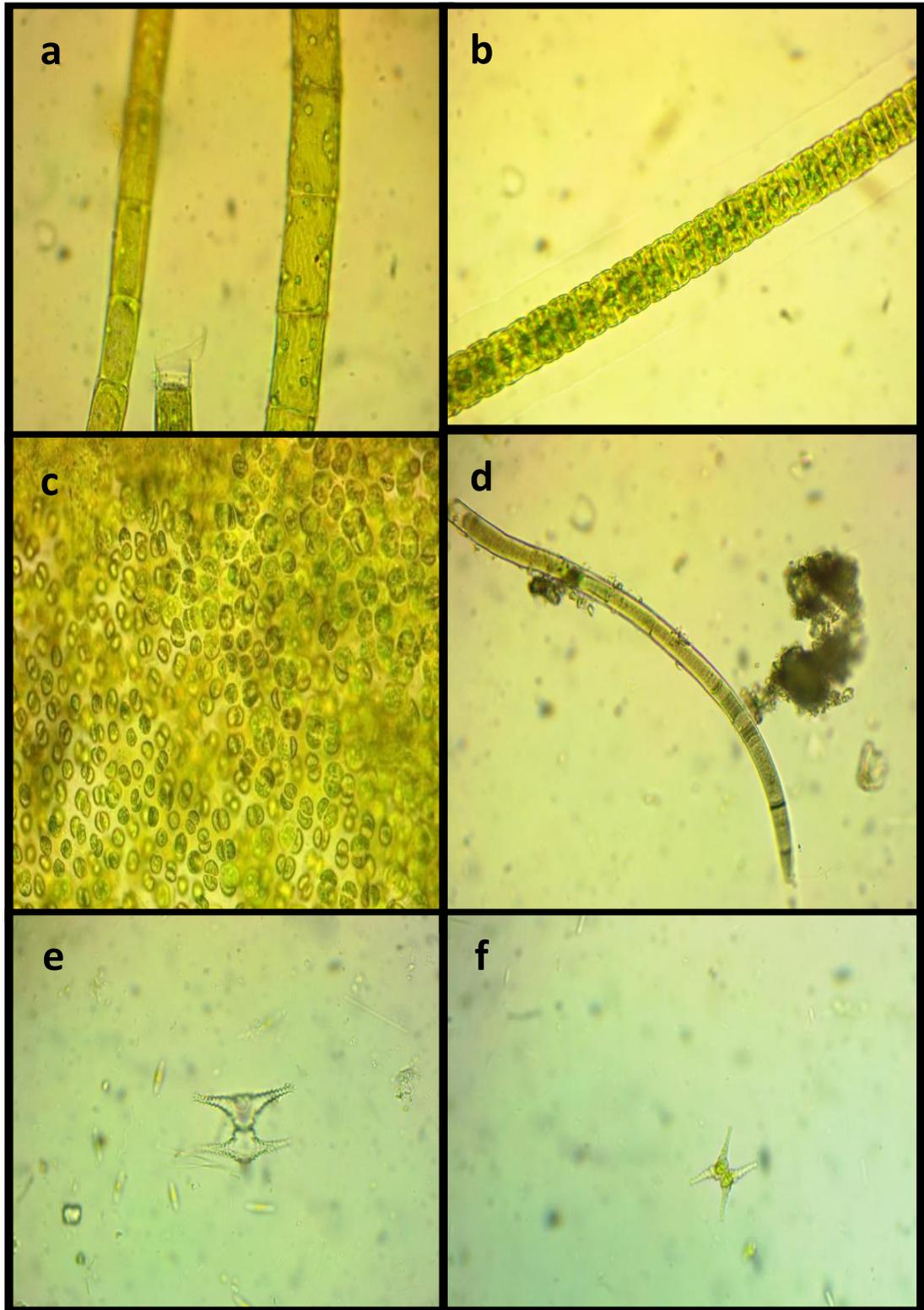
a), b), c) y d)- *Cladophora* sp., c) y d) con *Synedra ulna* y *Cocconeis* sp. como epífitas respectivamente, e) y f) *Rhizoclonium* sp.



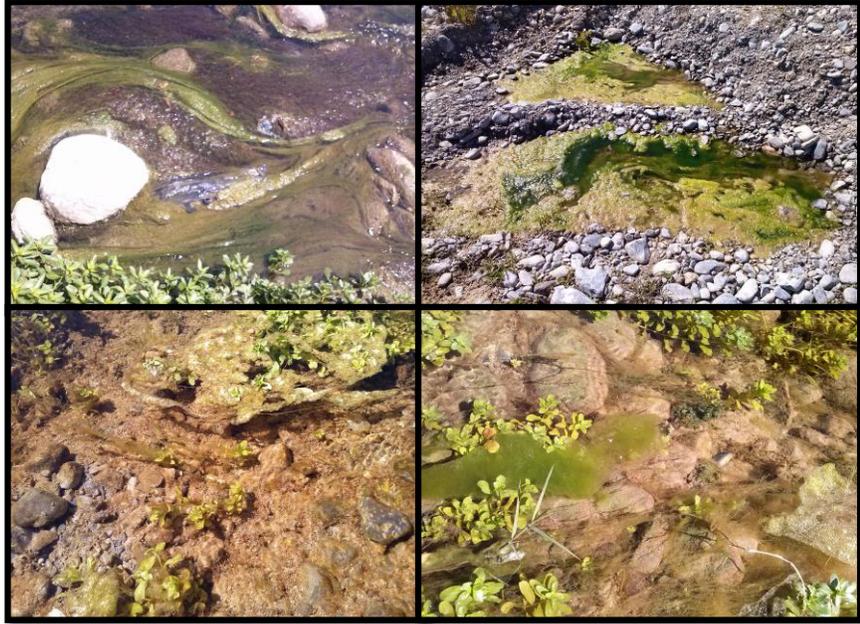
a) y b)-*Batrachospermum* sp., c) y d)- *Rhodochorton* sp., e) y f) *Bulbochaete* sp.



a)- *Gloeocystis* sp., **b)-** *Sphaerocystis* sp., **c)-** *Oscillatoria* sp., **d)-** *Microcoleus* sp.,
e)-*Phormidium* sp., **f)-** *Gloeotrichia* sp.



a)- *Oedogonium* sp., b)- *Hyalotheca* sp., c)- *Tetraspora* sp., d)- Filamento de *Gloeotrichia* sp., e) y f)- *Staurastrum* sp.



Vista macroscópica de los florecimientos algales en distintos sitios de colecta



Sitio de colecta en río Ramos en poblado de Atongo, Allende Nuevo León antes (a) y después (b) de fuertes precipitaciones que acabaron con los florecimientos algales.

Publicación derivada del presente estudio

POLIBOTÁNICA

5. Marzo. 2018

SERGIO MANUEL SALCEDO-MARTÍNEZ

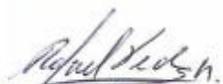
Herbario
Facultad de Ciencias Biológicas
Universidad Autónoma de Nuevo León.

PRESENTE

Por medio de este conducto me permito comunicar a usted que su artículo: **"ESPECIES DE ALGAS DE RÍOS DE NUEVO LEÓN, MÉXICO: NUEVOS REGISTROS PARA EL ESTADO"**, teniendo como co-autores a: **DIANA ELENA AGUIRRE-CAVAZOS**, y **SERGIO MORENO-LIMÓN**, ha sido revisado por parte de nuestros árbitros y estos opinan que el trabajo está bien estructurado y es una aportación importante, por lo tanto el artículo arriba mencionado se acepta para su publicación en el **Núm. 46** de POLIBOTÁNICA que saldrá en el segundo trimestre de 2018.

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente,



Dr. Rafael Fernández Nava,
Editor en Jefe de POLIBOTÁNICA

POLIBOTÁNICA



IPN