

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA**

**“Estado actual del conocimiento de las *Cyanophyceae*  
de la Faja Volcánica Transmexicana”**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE BIOLOGA**

**P R E S E N T A :**

**MARIA LUISA ORTEGA SANCHEZ**

**DIRECTOR DE TESIS: M. en C. GUADALUPE OLIVA MARTINEZ**

**LABORATORIO DE BOTANICA DE LA UNIDAD DE MORFOLOGIA Y FUNCION**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIAS

A mi Madre:

Por todo tu apoyo económico, moral y entusiasmo que me diste durante la carrera, por tu esfuerzo, pero sobre por todo tu amor a tu manera hacia mí, quiero decirte que este logro también es tuyo, gracias.

A mi Padre:

Por ser una persona admirable que has salido adelante con todos tus impedimentos, por mostrarme toda la lealtad y nobleza que surgen de ti, por que sin tu reto, no hubiera realizado esta meta, gracias.

A mi Hermana Celia:

Por ser mi amiga, por cuidarme desde pequeña, por guiarme y tratar siempre de protegerme, por estar siempre cuando te necesito, por compartir conmigo los momentos más difíciles de mi vida y los más alegres, por todo tu apoyo incondicional que me has brindado y por todo tu amor, gracias Flaquita, te quiero mucho, este esfuerzo también es tuyo.

A mi Hermano Paco:

Te quiero tal como eres y pese a todo.

A mis sobrinas (os):

Zeltzin, Jetzarely, Joselyn y Diego, por que esto sea un motivo de superación en el futuro, gracias por su cariño los quiero mucho (bodocas y bodoques).

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de una formación profesional de alta calidad, por los profesores asignados en esta trayectoria desde mi nivel bachillerato a hasta mi nivel superior y ser mi alma mater.**

**A mi asesora la M. en C. Guadalupe Oliva Martínez, por ser una admirable persona, por darme su apoyo, paciencia, por compartir conmigo su conocimiento y amistad.**

**A las profesoras M. en C. Gloria Garduño Solórzano, M. en C. Ma. Elena Hidobro Salas, Biól. Ma. de los Ángeles García Gómez y Biól. Martha Gaytan Herrera por el tiempo y los comentarios valiosos para la realización de este trabajo.**

**Al Ing. Químico José Luis Gutiérrez Ríos, por todos los consejos buenos, duros pero realistas que me has dado, por las orientaciones laborales y la amistad leal que ha surgido entre nosotros.**

**Al Biól. José Gabriel Ramírez Martínez, por los viajes compartidos y por tu amistad.**

**A Mónica (Moni), Catriona (Cati) y Lidia, por hacer las tardes-noches más agradables en la Unidad de Morfología y Función.**

**A Juanita, Emma y Miriam, por compartir conmigo su amistad durante la carrera.**

## INDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	6
Objetivos Generales.....	8
Objetivos particulares.....	8
Área de estudio.....	9
Material y Métodos.....	10
Resultados.....	13
Discusión y análisis.....	23
Conclusiones.....	27
Bibliografía general.....	29
Bibliografía para la Faja Volcánica Transmexicana.....	33

## RESUMEN

Las *Cyanophyceae* son un grupo de algas de importancia económica y ecológica. Los hábitats en que se desarrollan son preferentemente acuáticos, continentales o marinos, distribuidos en diferentes zonas de importancia en nuestro país, como la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Los registros de algas verde-azules en esta zona se desconocen, por lo cual se revisó el acervo bibliográfico perteneciente a la Unidad de Morfología y Función y el Herbario-Izta, copilado de los años de 1894-2004. Se obtuvieron un total de 53 artículos. La información se clasificó en 7 aspectos, y se obtuvieron 62 géneros, 208 especies determinadas y 71 indeterminadas. Siendo el género *Microcystis* el que tuvo mayor distribución en esta revisión bibliográfica, se elaboró una base de datos, para ordenar, almacenar y consultar en forma rápida y práctica esta información. Por último se ilustraron los géneros más y menos abundantes.

## INTRODUCCION

Las algas constituyen un grupo de organismos que presentan gran diversidad pueden definirse como un grupo heterogéneo de fotosintetizadores, productores de oxígeno, con mecanismos propios de nutrición y reproducción (Godínez *et al.* 2000).

Entre los grupos más importantes de algas se encuentran las *Cyanophyceae*, conocidas comúnmente como algas verde-azules. De acuerdo con Bourrelly (1970) este grupo está conformado por aproximadamente 111 géneros y 1300 especies. González (1994) registró 150 géneros y 2000 especies, la mayoría de ellas son dulceacuícolas, cuya organización celular se presenta desde: unicelulares, esféricas o hemiesféricas; coloniales, globosas o huecas, que llegan a tener una extensión considerable; filamentosas, solitarias o en agregados. Se les considera como organismos primitivos, y son denominadas actualmente como Cyanoprokaryota (*Cyanophyta/Cyanobacterias*), presentan las mismas características celulares de las eubacterias, en particular de las bacterias Gram negativas, además de haber sido los primeros organismos procariontes con sistema fotosintético (Golubic *et al.* 1985 in Montejano 1998, Komárek y Anagnostidis, 1999).

La estructura unicelular simple de algunas *Cyanophyceae* es una evidencia de su naturaleza primitiva. La mayoría de las células están rodeadas por una vaina gelatinosa. No muestran un núcleo definido, ya que la región nuclear contiene un solo cromosoma circular de ADN de doble tira, sin membrana nuclear, ni nucleolo; así, el material genético se encuentra disperso en una región que ocupa generalmente el centro de la célula, que se caracteriza por presentar menos color y es conocido como centroplasma (Fogg 1973). Estas algas presentan varias inclusiones protoplasmáticas, donde almacenan diversos productos: gránulos de polifosfatos de alto peso molecular, polímeros de glucosa semejantes al glicógeno y gránulos de cianoficina esféricos o poliédricos compuestos principalmente de arginina y ácido aspártico, muchas poseen vacuolas de gas, característica peculiar que les permite regular su densidad y, con ello, controlar su flotabilidad (Lara *et al.* 1996). Presentan una pared celular, que se caracteriza por tener cuatro capas basales y una vaina fibrilar externa; de las capas basales, la más externa es rígida y está compuesta principalmente de ácido peptidoglicano, pero además contiene algunos aminoácidos, diversos azúcares y ácidos grasos. La vaina presenta a veces inclusiones de glúcidos, carbonato de calcio o hidróxidos de fierro (Lara *et al.* 1996).

Las *Cyanophyceae* carecen de organelos, como mitocondrias o aparato de Golgi (Bourrelly

1970), si presentan zonas con función de organelos, estas no están delimitadas por membranas; por ejemplo, los pigmentos celulares que llegan a presentar, no se encuentran organizados en cloroplastos; estos se distribuyen difusamente en una región periférica pigmentada, conocida como cromatoplasma (Fogg, 1973). Algunas especies de este grupo son capaces de fijar nitrógeno libre. Esta función la realizan los heterocitos, que son células incoloras, de pared muy gruesa, intercaladas entre las células fotosintéticas o terminales. Debido a esto, pueden mantener fértiles los arrozales, generando cosechas productivas, como sucede con los filamentos del género *Nostoc*, que regulan la proporción de nitrógeno y fósforo en las aguas (Lara *et al.* 1996).

Las *Cyanophyceae* se reproducen asexualmente, por fisión binaria (Fogg 1973), fragmentación de tricomas o formación de endosporas, no hay células flageladas (Lara *et al.* 1996). Los pigmentos característicos del grupo son: la clorofila a, carotenoides, ficocianina, que les da el color azul y la ficoeritrina el color rojo, también conocidos como ficobilinas (Fogg 1973). Algunas especies pertenecientes a este grupo son las responsables de la coloración del mar rojo y ocasionalmente de algunos florecimientos que resultan tóxicos para los peces y el hombre (González 1994), debido a que producen toxinas, cuya función no está aún bien determinada, pero cuyos efectos sobre los animales que las ingieren son, en ocasiones, mortales. Las toxinas producidas son de diversos tipos: neurotoxinas (*Anabaena flos-aquae*), hepatotoxinas (*Microcystis aeruginosa*) y dermatotoxinas (*Lyngbya majuscula*). Las primeras paralizan el sistema muscular y los músculos respiratorios; las hepatotoxinas, son toxinas hidrofóbicas que atacan los hepatocitos y el tejido endotelial hepático y las últimas, como su nombre lo indica, provocan irritación en la piel (Lara *et al.* 1996).

Las *Cyanophyceae* son clasificadas de distinta manera por diferentes autores. La mayoría de ellos sustentan su criterio de clasificación en los caracteres morfológicos y de reproducción que muestran los integrantes de este grupo de algas, considerándolas en una sola Clase: *Myxophyceae* o *Cyanophyceae*, siendo diferente el número de ordenes y otras categorías taxonómicas, asignadas por ellos, por ejemplo: Tilden (1910), las organiza en dos órdenes. Geitler (1932), Smith (1933), Tiffany (1952) y Drouet *et al.* (1956), en 3 órdenes. Desikachary (1959), Bourrely (1970), y el Manual de Bergey's de Sistemática Bacteriológica (1989), las agrupan en 5 órdenes, este último las asigna bajo el nombre de Cianobacterias, finalmente Anagnostidis y Kómarek (1985, 1988 y 1990), realizan una clasificación más vigente para este grupo, nombrándolas como *Cyanoprokaryota* y clasificándolas en 4 órdenes (tabla 1).

**Tabla 1. Diferentes clasificaciones y sus autores**

AUTORES									
CATEGORIAS TAXONOMICAS	TILDEN 1910	GEITLER 1932	SMITH 1933	TIFFANY Y BRITTON 1952	DROUET 1956	DESIKACHARY 1959	BOURRELY 1970	STANLEY 1989	ANAGNOSTIDIS Y KOMAREK 1985 – 1990
<b>DIVISION</b>	Cyanophyta	Cyanophyta	Cyanophyta	Myxophyta	Cyanophyta	Cyanophyta	Cyanophyta	Archea	Cyanoprokariota
<b>CLASES</b>	Myxophyceae Cyanophyceae	Cyanophyceae	Cyanophyta	Myxophyceae	Cyanophyceae	Cyanophyceae	Cyanophyceae	Cianobacteria	Cyanophyceae
<b>ORDENES</b>	Coccogoneae  Hormogoneae	Chroococcales Chamaesiphonales Oscillatoriales	Chroococcales Chamaesiphonales Oscillatoriales	Chroococcales Chamaesiphonales Oscillatoriales	Chroococcales Chamaesiphonales Pleurocapsales	Chroococcales Chamaesiphonales Pleurocapsales Nostocales Stigonematales	Chroococcales Pleurocapsales Chamaesiphonales Stigonematales Nostocales	Chroococcales Pleurocapsales Oscillatoriales Nostocales Stigonematales	Chroococcales Oscillatoriales Nostocales Stigonematales

Las *Cyanophyceae* se caracteriza por ser cosmopolita, Fogg (1973), cita a Geitler, Gregory, Hess y Stewar, ponderando estas cualidades, es decir, se distribuyen en todo el mundo, abarcando una gran variedad de habitats, entre los que se encuentran zonas polares como la Antártica, zonas desérticas, en donde llegan a soportar altas temperaturas (51°C), lo que resalta su resistencia a la desecación en condiciones adversas, permitiéndoles su adaptación y desarrollo en diferentes habitats como son: suelo (sustrato), agua (ambientes salobres, marinos) e inclusive el aire, aunque las hay también restringidas a zonas tropicales y templadas. Los ambientes acuáticos continentales en los cuales se desarrolla este grupo, pueden ser naturales o artificiales. Dentro de los ambientes acuáticos naturales se encuentran los lagos, lagunas, charcos, pantanos, cenotes, ríos, arroyos, caídas de agua (cascadas), y manantiales; ejemplos de ambientes artificiales son: los embalses o presas, tanques, piletas, bordos, abrevaderos y estanques (Acleto y Zuñiga 1998; Ortega *et al.* 1994).

Las *Cyanophyceae* pueden ser planctónicas y bentónicas. Las primeras se encuentran suspendidas en la columna de agua; las segundas se encuentran fijas al sustrato o reposando sobre él (Acleto 1998, Ortega *et al.* 1994). Las formas planctónicas algunas veces se desarrollan en forma abundante originando un “floreamiento acuático”, tanto en aguas dulces como en los mares tropicales o subtropicales. Las formas bentónicas son epilíticas si viven sobre sustrato rocoso; epipélica sobre el limo, episámicas sobre la arena y epifíticas sobre diversas plantas u otras algas (Acleto 1998).

Las algas *Cyanophyceae* tienen importancia económica y ecológica, debido a que disminuyen la erosión del suelo, al incrementar la materia orgánica de este y permiten la formación de compuestos utilizables por las plantas superiores. Se ha visualizado la utilización de estos organismos para su consumo dentro de la dieta humana, por su alto contenido proteico y su bajo costo de elaboración (Marty y Busson 1970 in Fogg 1973). Las *Cyanophyceae* han sido utilizadas, desde la época prehispánica, para la alimentación; tal es el caso del Tecuitlatl, mejor conocido como el “cocolín” (*Phormidium tenue*), que se acompañaba con maíz tostado con las comunes tortillas, así como el “amomoxtle” (*Nostoc commune*), que era recogido de los lagos de Zumpango, Texcoco y Tláhuac, y hoy es mejor conocido como gelatina; también elaboraban con el “chilacastle” abono natural (*Anabaena azollae*). Actualmente algunas especies, pertenecientes a los géneros *Anabaena*, *Oscillatoria* y *Nostoc* son utilizadas como indicadores de la calidad de agua (Godínez *et al.* 2001).

En México las aguas continentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el

movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no solo a nivel local o regional, sino nacional y global. Los hábitats acuáticos epicontinentales son más variados en rasgos físicos y químicos que los del ambiente marino e incluyen lagos, ríos, estanques, corrientes, charcos, los pantanos (agrupados tradicionalmente como humedales), así como el agua acumulada en las cavidades de los árboles. Las diferencias en la química del agua, transparencia, velocidad o turbulencia de la corriente, así como de profundidad y morfometría del cuerpo acuático, contribuyen a la diversidad de los recursos biológicos que se presentan en estas aguas. En el año 2000, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad (CONABIO), realizó un estudio nacional que incluyó todas las masas epicontinentales y su biodiversidad, determinando 11 provincias, entre las cuales, se distingue, la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), también conocida como Región de la Cordillera Neovolcánica, que se extiende a lo largo de la porción central del país. De todas las regiones biológicas en que México está dividido, la FVTM es una de las zonas más importantes, por la biodiversidad que alberga.

La FVTM es la zona de contacto y transición de las 2 regiones biogeográficas del Continente Americano: Neártica y Neotropical. Su compleja topografía, variabilidad de altitudes, clima, posición geográfica del país y su historia geológica provee un mosaico de hábitats y microhábitats que la hace uno de los principales centros de endemismos y riqueza de especies de algunos organismos tales como mamíferos, encinos y otros grupos de plantas (Fa y Morales 1993, Nixon 1993, Rzedowski 1993).

Dentro del área que abarca la Faja Volcánica Transmexicana, existen algunas zonas hidrológicas prioritarias, declaradas así en 1998 por la CONABIO, por la ubicación y diversidad biológica que representan (Arriaga *et al.* 1998), como lo son la Cuenca del Lerma - Santiago, la Cuenca de México y la Cuenca de Oriental.

En la cuenca Lerma - Santiago, se encuentran algunos ambientes acuáticos como son: las 7 lagunas de Zempoala en Morelos, los lagos cráter del Valle de Santiago en Guanajuato, los lagos de Jalisco y Michoacán (particularmente Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro). En la cuenca de México, se encuentran el lago de Texcoco, Xochimilco y México, ese último seco y cubierto por la Ciudad de México (Alcocer y Escobar, 1992). Sin embargo todavía existen algunos lagos pequeños como Zumpango, Nabor Carrillo y Chapultepec. La mayoría de ríos y arroyos han sido represados para crear numerosos embalses alrededor de la Ciudad de México. La cuenca Oriental, se ubica en la colindancia de los estados de Puebla, Tlaxcala y una pequeña porción de Veracruz; se encuentra conformada por corrientes temporales, seis - lagos cráter y dos lagos playa. Unos de estos lagos - playa (Tepeyahualco), se encuentra seco en la actualidad y

algunas porciones están dedicadas a la agricultura. El otro, Totolcingo o El Carmen, es ahora un lago de llenado episódico. Debido a que la mayor parte de la cuenca está dedicada a la actividad agrícola y en menor medida a la ganadería, las represas son una característica común del paisaje semiárido de Puebla y Tlaxcala. En la Faja Volcánica Transmexicana, existen cuerpos lóticos como ríos, arroyos, algunos de ellos son: el río Lerma, Zitácuaro, Amacuzac, Tembebe, Chinameca, Magdalena, Papalote y Piedra grande (Arriaga, 2000).

## ANTECEDENTES

Los estudios que se tienen registrados para las *Cyanophyceae* en nuestro país, están relacionados con el conocimiento de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, ríos, lagos cráter, etc.) y su estado trófico en el que se encuentran (oligotrófico, mesotrófico, eutrófico, hipertrófico), lo que implica conocer su composición tanto en el plancton como en el bentos. Así mismo surgen investigaciones acerca del contenido proteico que presenta este grupo para la alimentación de organismos acuáticos (crustáceos, peces) y el ser humano. Sin embargo, a pesar de todos los estudios en diferentes aspectos de este grupo, el conocimiento queda restringido principalmente en las áreas de la limnología y acuicultura en nuestro país.

Dentro del área experimental, por mencionar algunos trabajos, se encuentran: el de Chávez (1989) quien realizó una estandarización de las condiciones de cultivo para propagar a organismos del grupo de las *Cyanophyceae* que son usados en la maricultura. Solís (1996) realizó un estudio para conocer la calidad del agua en el estado de Morelos, utilizando a los géneros *Anabaena* y *Oscillatoria* como indicadores de la calidad del agua. Hernández (1998) realizó la propagación de tres microalgas -entre ellas *Spirulina sp.*-, en condiciones de laboratorio, obteniendo su biomasa por ml y su cinética poblacional. Sánchez (1998), realizó un estudio bacteriano y fitoplanctónico en cinco sistemas característicos del noroeste de Quintana Roo encontrando tres especies de *Cyanophyceae*: *Aphanocapsa koordersi*, *Chroococcus dispersus* y *C. minimus*.

Los trabajos relacionados al grupo de las *Cyanophyceae* son pocos, de los cuales podemos mencionar a: Carmona y Montejano (1993) quienes hicieron un estudio ficológico en la cuenca baja del sistema hidrológico el Pánuco, registrando a los géneros *Xenococcus*, *Homeothrix*, *Hyella*, *Plectonema*, *Pleurocapsa*, *Schizothrix*, *Stichosiphon*, *Blenothrix*, *Chamaesiphon*, *Chamaecalyx*, *Myxosarcina*, entre otros; Montejano *et al.* (1993) realizaron una descripción de Cyanoprokariotes epifíticas de la parte central de México, pertenecientes a los géneros *Cyanocystis* y *Xenococcus*, encontrando a *Cyanocystis mexicana*, *Xenococcus willei* y *Xenococcus bicudo*, que aparecen comúnmente en aguas de ríos, arroyos, en los estados de Morelos, Puebla y San Luis Potosí; Carmona *et al.*, (1994) realizaron un estudio sobre organismos pertenecientes al género *Capsosira*, en el estado de Veracruz; sin embargo, al realizar la descripción de estos, encontraron diferencias morfológicas, estructurales y de hábitat, por lo cual, los autores reubican a los organismos en el género *Stauromatonema*, y lo registran como nuevo para México, y el resto de Norteamérica; Gold-Morgan *et al.* (1996) estudiaron la ficoflora de habitats lóticos en la parte central de México, encontrando *Cyanophyceae* epifitas de los géneros *Chamaesiphon*, *Geitleribactron* y *Chamaecalyx*; Montejano *et al.*, (1997) realizaron

un estudio sobre cyanoprokariontes pertenecientes al género *Stichosiphon* de la parte central de México; al hacer la revisión de los organismos, los autores utilizaron morfotipos que les ayudaron a determinarlos dado que este género no se tenía registrado para nuestro país, identificando a *Stichosiphon regularis*, *S. sansibaricus*, *S. filamentosus*, *S. cf. gardneri*, *S. cf. himalayensis*, *S. skujae* y a *S. exiguus* como nueva especie. En cuanto a los trabajos de tesis, podemos mencionar el estudio taxonómico de Montejano (1998) sobre *Cyanoprokaryota* en la región central de México, reafirmando la taxonomía del Orden Chroococcales.

En relación con los trabajos existentes de catálogos, podemos mencionar el de Muñoz (1996), quien elaboró uno sobre las *Cyanophyceae* bentónicas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Para la región de la Faja Volcánica Transmexicana, los trabajos son escasos, y abarcan otros grupos algales, como el de Pérez (2003) quien realizó un estudio de las *Chlorophyta* epicontinentales de la FVTM, documentado a partir de 41 publicaciones, con 1300 registros; Ramírez (2003) estudio las diatomeas epicontinentales de la FVTM, citando 472 especies, pertenecientes a 77 géneros.

Las investigaciones realizadas acerca de algas microscópicas son variadas, sin embargo, aún no son suficientes, tal es el caso de las *Cyanophyceae* de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), que se presentan en una gran diversidad de ambientes acuáticos. Por otro lado, los registros sobre *Cyanophyceae* de la Faja Volcánica Transmexicana no se encuentran catalogados y organizados en una forma sencilla de consulta, por lo cual se ha considerado la formación de un banco de datos, acerca de este grupo tan importante desde el punto de vista taxonómico, ecológico y biotecnológico. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es:

## **OBJETIVO GENERAL**

- Analizar la información bibliográfica registrada para la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), en el período 1884 - 2004, y determinar el estado actual del conocimiento de las *Cyanophyceae* de esta región.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Ordenar la información registrada de las *Cyanophyceae*, para la Faja Volcánica Transmexicana, en los siguientes aspectos: alimenticio, descriptivos, ecológicos, experimentales, ficoflorísticos, fisiológicos, taxonómicos.
- Elaborar un listado a nivel de género, de las *Cyanophyceae* que se tienen registradas en la FVTM, en el período de 1884 – 2004.
- Elaborar una base de datos, de la información obtenida para la FVTM, en el período antes mencionado.
- Ilustrar los géneros más representativos registrados en la FVTM, colectados en algunos ambientes pertenecientes a esta región.

## AREA DE ESTUDIO

La Faja Volcánica Transmexicana es una provincia morfotectónica que atraviesa al país de costa a costa por su parte central, desde el Golfo de México al este hasta el Océano Pacífico, al oeste, localizada entre los paralelos 17° 30' y 20° 25' de la latitud Norte y los meridianos 96° 20' y 105° 20' de longitud oeste (Fig. 1), con longitud aproximada de 900 Km., y amplitudes variables, desde 50 hasta 250 Km., cubriendo parte de los estados de Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México, Distrito Federal, Jalisco, Michoacán, Colima y Nayarit (Ferrusquía-Villafranca, 1993). Su origen se debe a una recurrente y continua actividad volcánica que tiene lugar en el Plio-cuaternario (Arriaga *et al.* 2000). Morfológicamente la FVTM esta formada por una serie de planicies escalonadas, pequeños grupos de volcanes y grandes cadenas montañosas volcánicas (Lugo, 1984). Sus máximas elevaciones se ubican entre los paralelos 19° y 20° de la latitud norte, donde se levantan los picos montañosos más altos del país: Cofre del Perote, Pico de Orizaba, la Malinche, el Iztaccihuatl, el Popocatepetl, el Nevado de Toluca y el Nevado de Colima (Reyes-Matamoros y Martínez-Moreno, 2003). La serranía está constituida por materiales ígneo-extrusivos, es una importante estructura que ha tenido influencia en numerosos fenómenos físicos, geológicos y humanos, constituye un límite altimétrico que a la vez es límite climático y biogeográfico (Tamayo 1980). Las rocas que caracterizan esta región son de origen volcánico; se presentan valles intermontanos rellenos con material piroclástico y depósitos lacustres; la infiltración del agua subterránea se presenta en las zonas fracturadas de las cadenas montañosas y circula hasta su acumulación en los valles y zonas lacustres. Debido a la alta permeabilidad de los materiales volcánicos la circulación del agua subterránea es muy rápida, por lo que en general, su calidad es excelente. Sin embargo cuando la circulación es profunda, el agua entra en contacto con las emanaciones volcánicas y adquiere una composición química particular, mientras en las zonas lacustres como la del Valle de México, la calidad del agua subterránea está marcada por los efectos de la evapotranspiración y el intercambio iónico con las arcillas de los depósitos lacustres. Los principales acuíferos ubicados en esta región, como los de los valles de México, Puebla y Toluca, entre otros, se encuentran sometidos a una explotación intensiva por la gran demanda de agua de los grandes núcleos poblacionales establecidos en ella (Arriaga *et al.* 2000).

**Fig. 1.** Mapa donde se observa la ubicación geográfica de la Faja Volcánica Transmexicana (8) en morado, tomado de Lugo, *et al.* 2003.



## MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las siguientes etapas: Bibliográfica y de Gabinete.

### I. ETAPA BIBLIOGRÁFICA

#### a) RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. La información se recopiló principalmente de las publicaciones existentes para los estados que comprenden la Faja Volcánica Transmexicana, el período de estudio considerado abarcó los años 1884-2004, en el que se encontraron un total de 143 artículos.
2. A las publicaciones, se les asignó un número de registro y se integraron a la colección bibliográfica del proyecto de investigación "Algas epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana" FES-Iztacala.
3. Se tomaron en cuenta específicamente, los artículos que presentaron información de *Cyanophyceae*.
4. Se catalogaron los artículos publicados de acuerdo a los siguientes aspectos: ecológico, alimenticio, taxonómico, experimental, fisiológico, ficoflorístico y descriptivo.

#### b) CAPTURA DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA:

1. La información proveniente de la recopilación bibliográfica, se capturó en fichas de registro, que comprenden 23 campos como se muestra a continuación (Ramírez, 2003).

**TABLA 2. FICHA DE REGISTRO DE INFORMACION BIBLIOGRAFICA**

No.cita:	No.registro:
División:	
Clase:	
Orden:	
Género:	Familia:
Especie:	
Subespecie:	
Variedad:	
Forma:	
Nombre válido:	
Entidad Federativa:	
Municipio:	
Localidad (léntica/lótica):	
Hábitat (béntico/planctónico):	
Autor:	Año:
Ilustraciones:	
Páginas:	
Observaciones:	
Aspecto:	

## **II. ETAPA DE GABINETE**

### ELABORACION DE LA BASE DE DATOS

a) 1. Fue necesaria la elaboración de un acervo electrónico mediante un formato que ayudó a organizar y simplificar su consulta. Por ello se eligió el programa de Excel, que permite almacenar en diferentes campos, ordenar cronológicamente o alfabéticamente y guardar por tiempo indeterminado, la información colectada en una base de datos.

b) 1.- Con el fin de corroborar la información bibliográfica, se obtuvo un listado de los géneros de Cyanophyceae que se encuentran registrados para la FVTM. Con la información capturada en la base de datos fue posible obtener reportes, los cuales fueron utilizados para revisar la nomenclatura de los taxones, las localidades y distribución, según a los registros obtenidos para cada entidad federativa.

2.- La validez de los nombres científicos publicados se verificó y actualizó mediante la consulta del Integrated Taxonomic Information System (2002) y con el Index Nominum Algarum (2000) y Cyano. Data base.

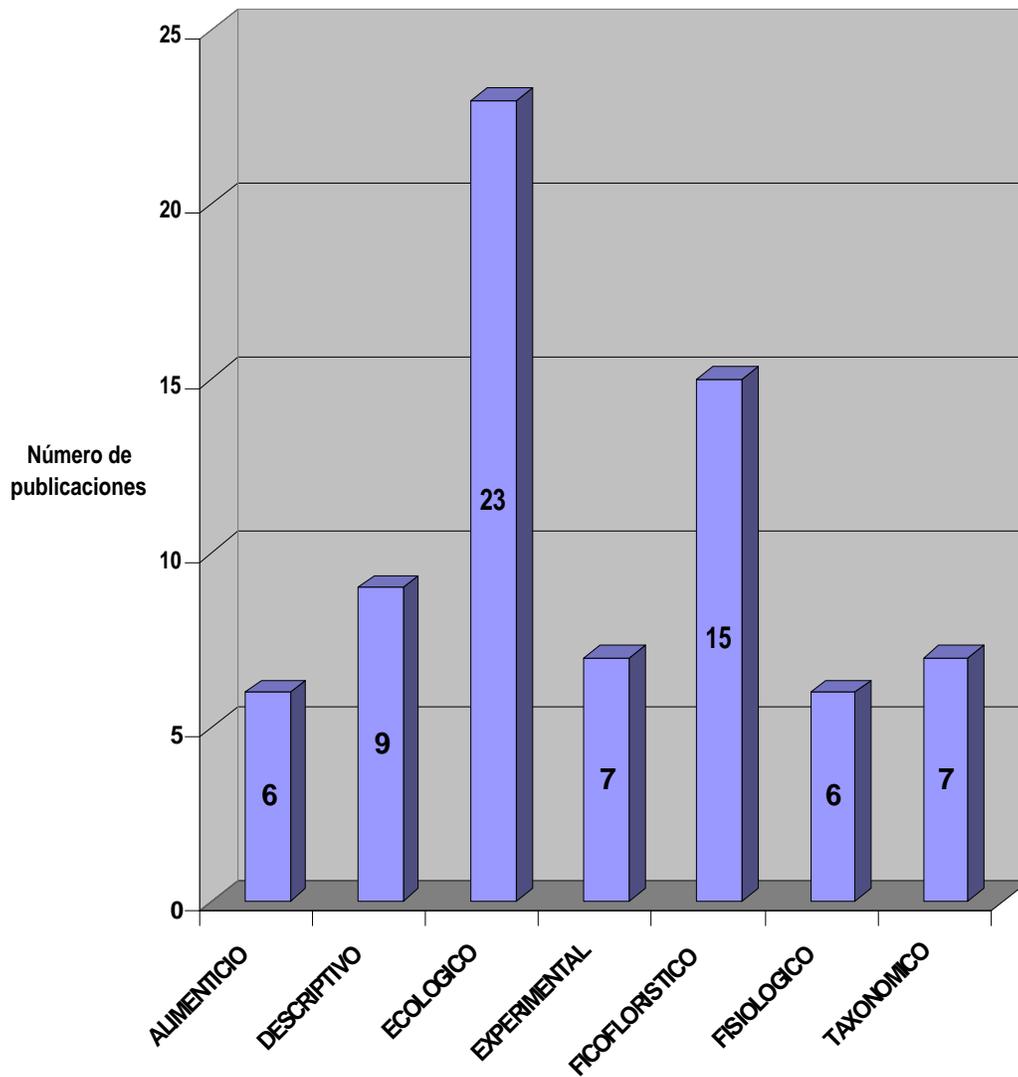
3.- Con los listados obtenidos de la información, se analizó y discutió el estado actual del conocimiento de las Cyanophyceae.

4.- Con la revisión de las muestras colectadas en algunos ambientes lénticos y lóticos del Municipio de Jilotepec, Estado de México (Pérez, 2003 y Ramírez, 2003), además de las existentes en el Laboratorio de Ficología de la Unidad de Morfología y Función, correspondientes a localidades de la FVTM se ilustraron los géneros mas representativos registrados para esta región. Las fotografías fueron tomadas con microscopio óptico Nikon Labophot-2, con filtro azul.

## RESULTADOS

De las 143 publicaciones revisadas, en 53 trabajos se encontraron registros de *Cyanophyceae*. En la gráfica 1, se muestran los 7 aspectos en que fue organizada la información bibliográfica.

GRAFICA 1. CLASIFICACION DE ARTICULOS DE ACUERDO A SU INFORMACIÓN EN DIFERENTES ASPECTOS.



De la información revisada, 16 artículos, abarcan varios de los aspectos considerados, por lo que se les agrupó como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Artículos que abarcan más de una aspecto informativo.**

No. DE ARTICULO	ASPECTOS QUE INCLUYE
13	Ecológico, ficoflorístico, taxonómico.
20	Ecológico, ficoflorístico, fisiológico.
22	Descriptivo, ficoflorístico.
23	Descriptivo, ficoflorístico.
26	Descriptivo, ficoflorístico.
39	Ficoflorístico, taxonómico.
40	Descriptivo, ficoflorístico, fisiológico.
49	Ecológico, taxonómico.
59	Alimenticio, taxonómico.
73	Ecológico, taxonómico.
86	Descriptivo, ficoflorístico, taxonómico.
94	Descriptivo, fisiológico.
104	Ficoflorístico, fisiológico.
106	Ficoflorístico, fisiológico, taxonómico.
140	Descriptivo, ficoflorístico.
143	Fisiológico, experimental.

En relación a la información que se obtuvo, para los niveles taxonómicos pertenecientes al grupo de las Cyanophyceae, los resultados se muestran en la tabla 4.

**Tabla 4. Número de géneros, especies y variedades de *Cyanophyceae* registrados en la literatura consultada para la FVTM.**

NIVEL TAXONOMICO	TOTAL
GENEROS	62
ESPECIES	208
VARIETADES	2
ESPECIES INDETERMINADAS	71

La lista de los géneros registrados para la Faja Volcánica Transmexicana se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5. Número de especies, variedades y especies indeterminadas registradas para cada género.

GENERO	ESPECIES	VAR.	INDETERMINADAS	GENERO	ESPECIES	VAR.	INDETERMINADAS
<i>Agmenellum</i>	0	0	2	<i>Leibleinia</i>	1	0	0
<i>Anabaena</i>	14	0	11	<i>Leptolyngbya</i>	2	0	2
<i>Anabaenopsis</i>	5	0	3	<i>Lyngbya</i>	10	0	2
<i>Anacystis</i>	1	0	2	<i>Mantellum</i>	2	0	2
<i>Aphanizomenon</i>	2	0	0	<i>Merismopedia</i>	9	0	3
<i>Aphanocapsa</i>	9	0	1	<i>Microcoleus</i>	4	0	0
<i>Aphanothece</i>	3	0	2	<i>Microcystis</i>	9	1	7
<i>Arthrospira</i>	3	0	0	<i>Myxosarcina</i>	2	0	2
<i>Aulosira</i>	1	0	1	<i>Nodularia</i>	1	0	0
<i>Blenothrix</i>	1	0	0	<i>Nostoc</i>	6	0	2
<i>Calothrix</i>	5	0	2	<i>Oscillatoria</i>	25	0	6
<i>Coelosphaerium</i>	3	0	0	<i>Phormidium</i>	7	0	0
<i>Cyanobium</i>	1	0	2	<i>Porphyrosiphon</i>	1	0	0
<i>Cylindrospermum</i>	2	1	0	<i>Placoma</i>	1	0	0
<i>Chamaecalix</i>	1	0	0	<i>Planktolynngbya</i>	1	0	0
<i>Chamaesiphon</i>	3	0	0	<i>Planktothrix</i>	1	0	0
<i>Chroococcidium</i>	1	0	0	<i>Plectonema</i>	2	0	0
<i>Chroococcus</i>	10	0	2	<i>Pleurocapsa</i>	1	0	0
<i>Dactylococcopsis</i>	3	0	1	<i>Pseudanabaena</i>	2	0	0
<i>Entrophysalis</i>	3	0	1	<i>Radiocystis</i>	1	0	0
<i>Eucapsis</i>	1	0	0	<i>Rivularia</i>	3	0	1
<i>Geitleribactron</i>	1	0	0	<i>Scytonema</i>	2	0	2
<i>Glifodesmis</i>	1	0	1	<i>Snowella</i>	1	0	1
<i>Gloeocapsa</i>	2	0	1	<i>Spirulina</i>	7	0	3
<i>Gloeothece</i>	1	0	1	<i>Stichosiphon</i>	5	0	0
<i>Gloeotrichia</i>	1	0	0	<i>Symploca</i>	1	0	0
<i>Gomphosphaeria</i>	3	0	1	<i>Synechocystis</i>	3	0	2
<i>Hapalosiphon</i>	2	0	1	<i>Tolypothrix</i>	2	0	0
<i>Heteroleibleinia</i>	2	0	0	<i>Trichormus</i>	2	0	1
<i>Jaaginema</i>	1	0	0	<i>Xenococcus</i>	5	0	1
<i>Johannesbatistia</i>	1	0	0	<i>Xenotholos</i>	2	0	0

Con relación a la base de datos se obtuvieron 340 registros, a partir de los artículos revisados. Para la base de datos 65 de ellas, no se tomaron en cuenta, debido a que carecen de los lugares de muestreo o localidades, bien definidos o establecidos dentro del área de la FVTM.

Las especies registradas fueron 208, se encontró que 18 se presentaron en un mayor número de localidades, como se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6. Indica las especies con mayor número de registros para la FVTM, a la derecha se anota la cantidad de las localidades en que fueron citadas.**

Nombre	Numero de localidades
<i>Anabaena spiroides</i>	3
<i>Anabaena variabilis</i>	3
<i>Aphanizomenon cf. yezoensis</i>	3
<i>Arthrospira maxima</i>	3
<i>Chamaesiphon confervicolus</i>	3
<i>Chroococcus turgidus</i>	4
<i>Merismopedia punctata</i>	3
<i>Merismopedia tenuisima</i>	3
<i>Microcystis aeruginosa</i>	11
<i>Microcystis protocystis</i>	7
<i>Nostoc commune</i>	4
<i>Oscillatoria limosa</i>	5
<i>Oscillatoria princeps</i>	3
<i>Phormidium retzi</i>	3
<i>Phormidium tenue</i>	5
<i>Planktothrix agardhii</i>	4
<i>Spirulina maxima</i>	5
<i>Stichosiphon sansibaricus</i>	3

La tabla 7 muestra el nombre de las especies que presentan mayor distribución en los estados que comprenden la Faja Volcánica Transmexicana.

**Tabla 7. Especies con mayor distribución en la FVT, a la derecha el nombre de las entidades federativas.**

<b>NOMBRE</b>	<b>ENTIDAD FEDERATIVA</b>
<i>Aphanizomenon cf. yezoensis</i>	Hidalgo, Michoacán, Puebla.
<i>Arthrospira maxima</i>	Distrito Federal, Guanajuato, Puebla.
<i>Chroococcus turgidus</i>	Estado de México, Michoacán, Morelos.
<i>Merismopedia punctata</i>	Guanajuato, Michoacán, Morelos.
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Puebla
<i>Microcystis protocystis</i>	Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Puebla.
<i>Notoc commune</i>	Estado de México, Guanajuato, Hidalgo.
<i>Oscillatoria limosa</i>	Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Michoacán.
<i>Oscillatoria princeps</i>	Distrito Federal, Estado de México, Morelos.

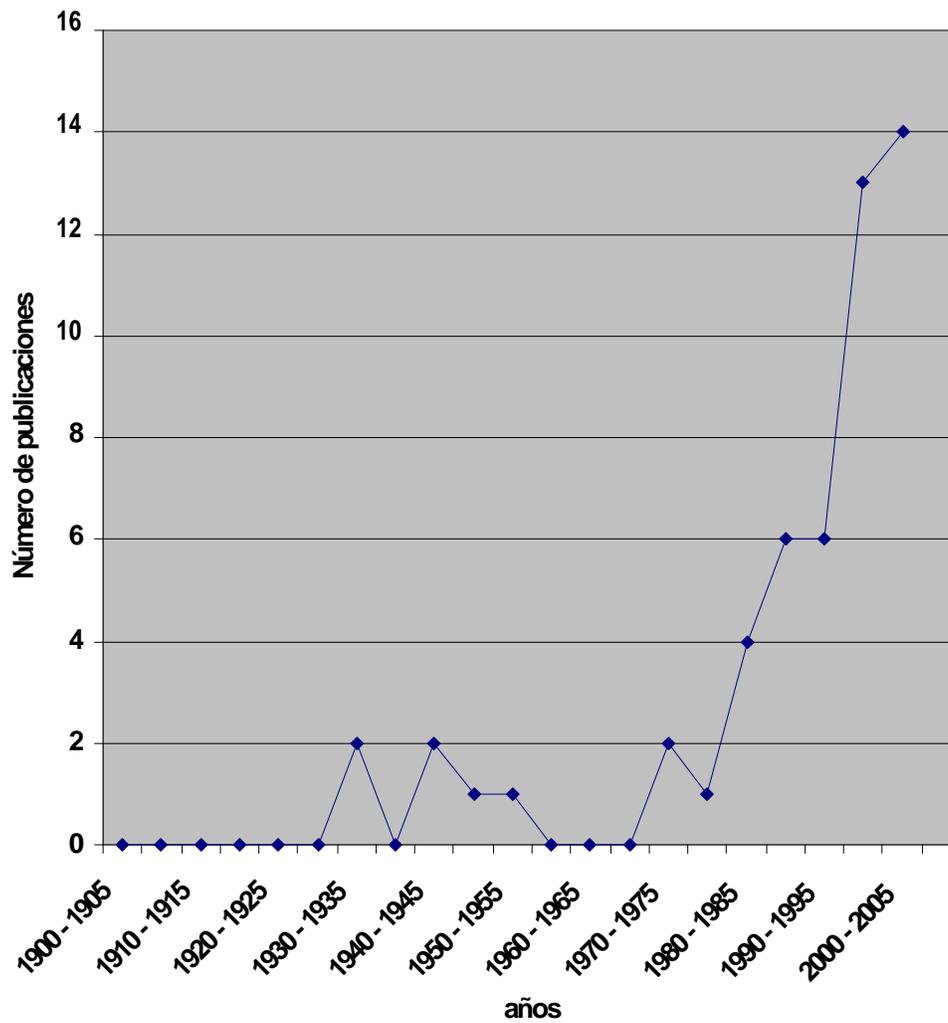
En la tabla 8 se muestra la información obtenida para las entidades federativas que pertenecen a la FVTM, con respecto a los registros de las localidades, delegaciones o municipios.

**Tabla 8. Datos numéricos de las entidades federativas para la FVTM.**

<b>ENTIDAD FEDERATIVA</b>	<b>No.DE REGISTROS EN LA BASE DE DATOS</b>	<b>NUMERO DE PUBLICACIONES</b>	<b>DELEGACION O MUNICIPIO</b>	<b>LOCALIDADES</b>
Distrito Federal	56	11	4	8
Estado de México	92	17	7	11
Guanajuato	20	5	3	6
Hidalgo	15	3	2	3
Michoacán	53	11	3	4
Morelos	74	9	3	6
Puebla	45	6	3	5
Especies sin entidad federativa	65	4		
Total	420	66	25	43

En la grafica 2 se aprecia el creciente interés en el estudio de las Cyanophyceae y el aumento de trabajos de investigación y número de publicaciones.

**GRAFICA 2. MUESTRA EL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN A TRAVES DEL TIEMPO SOBRE EL CONOCIMIENTO DE CYANOPHYCEAE EN LA FAJA VOLCANICA TRASMEXICANA-**



En la lámina 1 se muestran algunos de los géneros más abundantes para la Faja Volcánica Transmexicana.

Fig. 1 – ***Chroococcus* 250X**

San José de los Albores, Michoacán.

Fig. 2 – ***Anabaena* 512X**

Valle de Bravo, Estado de México.

Fig. 3 – ***Aphanocapsa***

[www.keweenawalgae.mtv.edu](http://www.keweenawalgae.mtv.edu).

Fig. 4 – ***Lyngbya* 512X**

Valle de Bravo, Estado de México.

Fig. 5 – ***Merismopedia* 625X**

Tezozómoc, Azcapotzalco, D.F.

Fig. 6 – ***Microcystis* 125X**

Humedales de Jilotepec, Estado de México.

Fig. 7 – ***Nostoc***

[www.dr-ralf-wagner.de/Blaualggen.html](http://www.dr-ralf-wagner.de/Blaualggen.html).

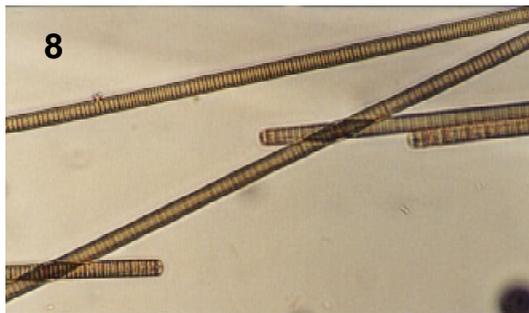
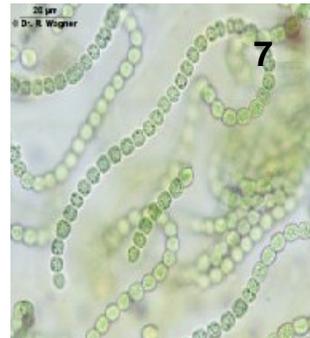
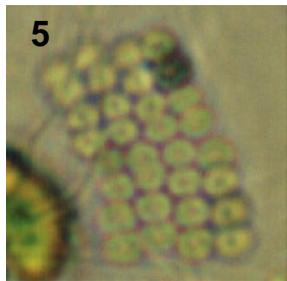
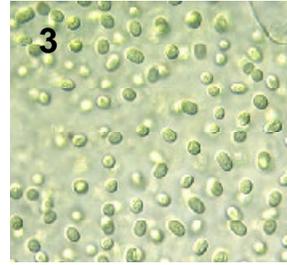
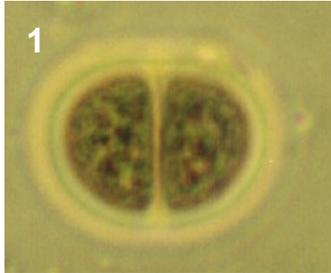
Fig. 8 – ***Oscillatoria* 62.5X**

Humedales de Jilotepec, Estado de México.

Fig. 9 – ***Phormidium* 125X**

Humedales de Jilotepec, Estado de México.

Lámina 1



En la lámina 2 se muestran algunos de los géneros menos abundantes para la Faja Volcánica Transmexicana.

Fig. 10 – ***Cylindrospermum* 250X**

Charco cercano al Nevado de Toluca, Edo. Méx.

Fig. 11 – ***Nodularia* 512X**

Lago cráter Alchichica, Puebla.

Fig. 12 – ***Gomphosphaeria* 125X**

Humedales de Jilotepec, Edo. Méx.

Fig. 13 – ***Aphanizomenon* 125X**

Embalse de Valle de Bravo, Edo. Méx.

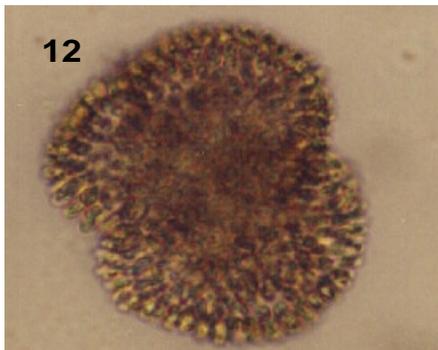
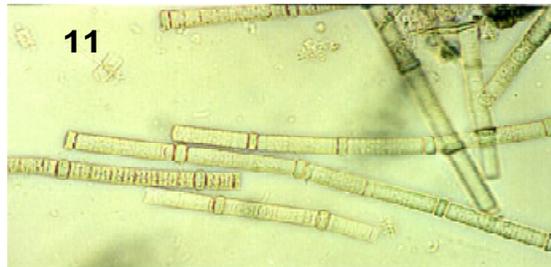
Fig. 14 – ***Arthrospira* 250X**

San José de los Albores, Michoacán.

Fig. 15 – ***Calothrix***

Perso.orange.fr.

Lámina 2



## DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.

Las *Cyanophyceae* son algas que se caracterizan por presentar una gran adaptabilidad en diferentes condiciones ambientales; por esta razón, existe una gran diversidad de ellas con distribución cosmopolita, las cuales, han despertado un enorme interés sobre su conocimiento, en distintas áreas de investigación, originando publicaciones diversas en nuestro país.

En el presente estudio se revisó la obra de Ortega *et al.* (1994), quienes registraron 137 especies, específicamente para los estados que conforman la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM), y que equivale un 15 % de la información revisada.

El 85% de información restante, correspondió a 45 publicaciones, que presentaron localidades pertenecientes a la FVTM, no contenidas en la obra de Ortega *et al.* (1994) con el fin de enriquecer el conocimiento que se tiene sobre el grupo de las *Cyanophyceae*.

Para el análisis de la información comprendida en el proyecto "Algas epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana" los artículos se clasificaron de acuerdo a los siguientes aspectos:

**Alimenticios:** Analizan el contenido químico cuantitativo y cualitativo de este grupo de algas, como es el alto contenido proteico.

**Descriptivos:** Son aquellos que mencionan alguna característica de los ambientes, formas o estructura de los organismos ayudando a discernir en su clasificación.

**Ecológicos:** Son aquellos que dan información acerca de la interacción entre los ambientes acuáticos y las especies.

**Experimentales:** Son más específicos, ya que dentro de la información, sobresale la fase experimental en un laboratorio, esto indica que todos los parámetros ambientales, físicos y químicos, se encuentran bajo control, para ser constantes y evitar variaciones que afecten el resultado del trabajo.

**Ficoflorísticos:** Cuando dan a conocer, a través de listados, los nombres de especies existentes en el lugar de estudio.

**Fisiológicos:** Son aquellos que describen o explican alguna fase o estado de crecimiento de una estructura o forma de las *Cyanophyceae* y su función.

**Taxonómicos:** Presentan la sistemática detallada de los organismos en el estudio, mencionando las claves de determinación que se ocuparon, lo que ha llevado a conocer nuevas especies.

Se mencionan 16 artículos que presentan información cruzada, esto quiere decir, que abarcaron varios aspectos en su contenido, como es el caso del trabajo de García *et.al.* (1998), donde se presenta un listado de las especies, su caracterización taxonómica, ecológica y distribución geográfica, haciendo imposible separar este trabajo en un solo contexto, otro ejemplo es el presentado por Tavera *et.al.* (1996) que explica el panorama geomorfológico, hidrogeográfico, hidrogeológico e hidroquímico del Lago de Alchichica; así mismo, describe la taxonomía, formas y estructuras de las *Cyanophyceae* presentes en ese lugar.

En cuanto al aspecto alimenticio, sobre el valor energético que las *Cyanophyceae* pueden proporcionar, solo 3 especies: *Phormidium tenue*, *Nostoc commune* y *Spirulina maxima*, han sido estudiadas cualitativa y cuantitativamente mostrando su alto contenido en proteínas, grasas, carbohidratos (Ortega, 1972; Salcedo, 1978; Chamorro, 1987; Ahlgren, 1992) y minerales (Godínez, 1984), como buenos suplementos en la agricultura, ganadería (como forraje) y en la dieta humana. Este último aspecto, en México, ha sido documentado, debido a la presencia de culturas étnicas (Náhuatl - Maya) y la estrecha relación que generaron con los cuerpos de agua cercanos, explotando este recurso y lo que se encontraba en ellos, para su consumo, para enriquecer el suelo e inclusive en la elaboración de chinampas en esa época, como lo registran para *Trichormus azollae*, heredando esta riqueza de conocimientos a través de generaciones hasta nuestros días (Godínez *et al.*, 2001).

En los trabajos descriptivos, resaltan la estructura de los cuerpos de agua, su geografía, flora, fauna (Sámamo, 1932; De la Lanza, 1985), algunas características de su hábitat o forma de vida (Sámamo, 1933; Komárek y Novelo, 1994; Komárek, 1996; Valadez, 1996; Komárek *et al.*, 2002 y Ramírez y Cantoral 2003), la importancia económica de las *Cyanophyceae* en nuestro país y el impacto que han generado y que se ve reflejado en el aumento de su producción (Gómez, 1987).

Las indagaciones ecológicas han permitido conocer los estados de eutrofización de un cuerpo de agua (Osorio, 1941 y 1944; Alvarado, 1984; Alcocer *et al.*, 1988, Chacon *et al.*, 2000, Alcocer *et al.*, 2002), su análisis dinámico estacional cualitativo y cuantitativo que ayuda a determinar su productividad biológica, su valor económico que puede ser interpretado como la productividad económica y las causas o problemas que rodean a estos ecosistemas (Santacruz, 1948; Arredondo *et al.*, 1984, Sánchez y Vázquez, 1990; Sládecek, 1993; Lugo *et al.*, 1998;

López y Serna, 1999; Oliva *et al.*, 2001; García y Tavera, 2002; Escobar *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2002; Quiroz *et al.*, 1993; Banderas, 1997). Así mismo, las *Cyanophyceae* son importantes ecológicamente, por que forman parte de la producción primaria de los ecosistemas, por ser indicadores de la calidad del agua, debido a que existen géneros que presentan especies que solo se desarrollan en cuerpos de agua contaminados, por ejemplo: *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria agardii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena variabilis*, (Velasco *et al.*, 1993, Serna y López, 1996), o bien de ambientes hiposalinos como *Nodularia spumigena* (Oliva *et al.*, 2001) por lo que recientemente se ha incrementado su interés. Este aspecto presenta un número mayor de publicaciones, además de la estrecha relación que tiene con el aspecto ficoflorístico.

Las investigaciones de carácter experimental, fueron fáciles de determinar, debido al control estricto de los parámetros en el campo o en el laboratorio. Es importante señalar que este grupo de microalgas se ha tomado en cuenta como suplemento alimenticio, específicamente con la *Artemia* y en mamíferos como en el ratón, para introducir las posteriormente en la acuicultura y en la dieta humana respectivamente, también en la producción de pigmentos naturales aplicables en alimentos, cosméticos, productos químicos para análisis, con el fin de sustituir y disminuir los efectos que ocasionan los pigmentos artificiales, además de tratar de crear una relación de coexistencia de algunas *Cyanophyceae* tóxicas con especies de zooplancton en estanques o presas y hacer productiva esta relación (Arriaga y Re, 1997; Chamorro *et al.*, 1997; Cruz y Martínez, 1999; Olvera *et al.*, 2000, Nandini y Ramírez, 2000; Nandini, 2000).

Las publicaciones que abarcaron estrictamente el aspecto fisiológico, fueron difíciles de discernir, colocando únicamente, el trabajo de Montejano *et al.* 1981, que menciona las formas de crecimiento de *Nostoc microscopium*, para complementar información acerca del ciclo de vida de esta especie, además existen investigaciones que mencionan la morfología de algunas estructuras fisiológicas apoyándose en ellas para determinar su taxonomía o clasificación (Gold-Morgan *et al.*, 1994; Kómarek y Novelo, 1994; Tavera y Kómarek, 1996; Montejano *et al.*, 1997; Cruz y Martínez, 1999).

Generalmente las investigaciones iniciales que se han realizado para este grupo son ficoflorísticas, apreciando la gran biodiversidad que presenta y alberga nuestro país, sobre todo en organismos microscópicos, presentes en ambientes epicontinentales (Fetzmann, 1973; Mendoza *et al.*, 1985, Mendoza, 1985; Margain, 1989), sin olvidar el trabajo conjunto con la taxonomía para realizarlo (Valadez *et al.*, 1996; Montejano *et al.*, 1997; García y Tavera, 1998; Ramírez *et al.*, 2001; Kómarek *et al.*, 2002, Ramírez y Cantoral, 2003).

En cuanto a los trabajos de aspecto taxonómico, sobresale el de Gold-Morgan *et al.*

(1994), debido a que realiza una separación del género *Xenotholos* de *Xenococcus* por estrategias de ciclos de vida y características morfológicas, sin embargo el resto de publicaciones no quedan restringido a este aspecto, ya que se presenta información conjunta ecológica, ficoflorística o fisiológica (Osorio, 1941; Banderas, 1997; García y Tavera, 1998; Godínez *et al.*, 2001; Ramírez *et al.*, 2001 y Kómárek y Komárkova, 2002).

Los géneros con mayor número de especies registrados fueron: *Oscillatoria* (25) *Anabaena* (14), *Chroococcus* (10), *Lyngbya* (10), *Merismopedia* (9), *Aphanocapsa* (9) y *Microcystis* (9), son los mejor representados en la FVTM. Esto se relacionó principalmente con el estado trófico de los ambientes acuáticos en los que estos organismos fueron reportados (procesos de sucesión como: oligotrófico – mesotrófico – eutrófico – hipertrófico), indicando que algunas *Cyanophyceae* son características de estos ambientes, dependiendo de la época del año, aumentaron su población, desarrollando florecimientos o blooms, alterando de este modo las condiciones ambientales; afectando a la población del zooplancton y animales vertebrados de su entorno. (Alvarado *et al.*, 1984; López y Serna, 1999; Lugo *et al.*, 1998). Los florecimientos o blooms son más frecuentes en los lagos o reservorios eutróficos en muchas partes del mundo y son cambios evidentes relacionados con el aspecto y la calidad del agua. Tales alteraciones están asociadas principalmente con una alta concentración de nutrimentos como el fósforo y nitrógeno (Ramírez *et al.* 2004).

La base de datos nos dio a conocer las localidades en las que se ha encontrado cada una de las especies, los registros que se tienen de cada especie para las diferentes entidades federativas que conforman la FVTM, y que puede interpretarse como su distribución, tomando en cuenta solo la bibliografía revisada. *Microcystis aeruginosa* (11 y 5), *Microcystis protocystis* (7 y 6) y *Oscillatoria limosa* (5 y 4), fueron las especies que se encontraron en mayor número de localidades y estados respectivamente.

El Estado de México, Morelos, Distrito Federal y Michoacán representaron 61 % del total de los registros, además de tener un mayor número de publicaciones y localidades citadas, por lo cual se puede apuntar que son las entidades con mayor conocimiento algal de la FVTM.

Con respecto al conocimiento sobre *Cyanophyceae*, en el mundo, existen pocas referencias que abarquen zonas o áreas amplias de estudio, para nuestro país, uno de los trabajos mas completos ha sido el de Montejano (2004), realizado en la cuenca hidrológica del Panuco perteneciente a la Sierra Madre Oriental, en donde reporta 40 géneros, 47 especies determinadas, 22 especies indeterminadas, y 1 variedad, comparando estos resultados, con los obtenidos en este trabajo, se proyecta una gran diferencia numérica, la cual se explica por los estados que constituyen la FVTM, lo cual permite cubrir un mayor número de localidades,

registros y extensión territorial para este grupo.

El avance de los estudios sobre *Cyanophyceae*, ha aumentado visiblemente, proyectando el interés acerca de este grupo, a partir de 1932, empieza el crecimiento lentamente de investigaciones, en donde la ficología ha tenido más divulgación, siendo utilizada como una herramienta esencial y fundamental, después de un período de 64 años, se realizaron 23 publicaciones, que compete a la zona de la FVTM y a las *Cyanophyceae*, cotejando la información revisada con los últimos 10 años, con el período anterior, los trabajos realizados alcanzan numéricamente cifras similares con 30 publicaciones, sin embargo, la variedad de información reportada, es mucho más precisa y extensa, teniendo un incremento considerable en el conocimiento de *Cyanophyceae* en nuestro país.

De los géneros de *Cyanophyceae* registrados en este trabajo, se representaron algunos de los más y menos abundantes en especies, como se muestra en las láminas 1 y 2 respectivamente, 15 de ellos fueron observados en muestras colectadas en algunos ambientes acuáticos de distintas Entidades Federativas de la FVTM, los cuales se observaron con microscopía óptica con contraste de fases.

## CONCLUSIONES

- Los artículos revisados, se catalogaron en 7 aspectos diferentes: alimenticio, descriptivo, ecológico, experimental, ficoflorístico, fisiológico y taxonómico, siendo los de aspecto ecológico los más numerosos.
- Se presentaron 16 artículos de la colección bibliográfica con información de varios aspectos o bien información cruzada.
- Se encontraron 62 géneros en la bibliografía consultada de la FVTM, teniendo en cuenta que el Orden mejor representado fue el de las *Chroococcales* con un 47 %, el 32 % correspondió a las *Oscillatoriales*, el 19 % a las *Nostocales* y el restante 2 % a las *Stigonematales*.
- De los géneros registrados, solo 17 presentaron una especie, en una entidad federativa, siendo su distribución geográfica baja en la bibliografía consultada.
- El género mejor distribuido en toda la FVTM, por estar en más entidades federativas, fue *Microcystis*.
- En la base de datos se capturaron un total de 340 registros para la FVTM.
- En la actualización de los nombres científicos de las especies, se encontraron pocas sinonimias.
- Las *Cyanophyceae* son importantes por desempeñar diversas funciones: al formar parte integral de una cadena alimenticia, ser indicadores biológicos en la calidad de agua, como un suplemento alimenticio, buenos colorantes naturales y por su capacidad de fijar nitrógeno en fertilizadores de suelo.
- Los estudios realizados en las últimas décadas, nos reflejan el estado de conocimiento sobre las *Cyanophyceae* en nuestro país, que va en aumento, especialmente de algas epicontinentales, las cuales empiezan a ser más reconocidas por el papel que tienen en los cuerpos de agua, que puede ser benéfico o dañino, resaltando su importancia para futuros estudios en zonas específicas, como es el caso de la FVTM.
- Se ilustraron los géneros mas y menos número de registros para la FVTM.

## REFERENCIAS

- Acleto, O. C. y Zúñiga, A. R. 1998. *Introducción a las algas*. Editorial Escuela Nueva. Lima, Perú. 383 pp.
- Alcocer, J. y Escobar, E. 1992. the aquatic biota of the no now wxtinct lacustrine complejo f the México basin. *Freshwater forum* 2(3):171-183.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1985. Modern approach to the classification system of Cyanophytes.1. Introduction. *Arch.Hydrobiol./Suppl.*71. *Algological Studies* 38/39:291-302.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 3.Oscillatoriales. *Arch.Hydrobiol./ Suppl.* 80. *Algological Studies* 50/53:327-472.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 5. Stigonematales. *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 86. *Algological Studies* 59:1-73.
- Arriaga, C. L., Aguilar S. V., Alcocer, D. J., Jiménez, R. R., Muñoz, L. E., Vázquez, D. E. 1998. *Regiones hidrológicas prioritarias*. Fichas técnicas y mapa (escala 1:4,000, 000). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 142 pp.
- Arriaga, C. L., Aguilar S. V., Alcocer, D. J. 2000. *Agua Continentales y Diversidad Biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México, D.F. 327 pp
- Bourrelly, P. 1970. Les algues d'eau douce. Initiation á la systématique. III. Les algues blues et rouges. N. Boubée & Cie 3. París, Francia. 512 pp.
- Carmona, J. J. y Montejano, Z. G. 1993. Caracterización ficológica en manantiales de la cuenca baja del sistema hidrológico del Panuco, México. *Soc. Bot. Méx.* 53:21-41.
- Carmona, J. J. y Gold-Morgan, M. 1994. New report for Mexico of *Stauromatonema viride* Frémy, 1930 (Capsosiraceae, Stigonematales). *Cryptogamie Algol.* 15(4):287-296.
- Chávez, S.F. 1989. *Establecimiento de las mejores condiciones para el cultivo de las algas microscópicas Isochrysis ff galbana y Tetrasermis chuii utilizadas como alimento en la maricultura*. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México. 80 pp.
- Ciano. Data base [http:// www. Cianodb.cz/taxodeail/](http://www.Cianodb.cz/taxodeail/).
- Desikachary, T. V. 1959. *Cyanophyta*. I.C.A.R. Monographs on algae. New Delhi. 686 pp.
- Drouet, F. and Daily W. A. (1956) Revision of the coccoid Myxophyceae. *Butler Univ. bot. Stud.* 12: 1-218.
- Elliot, S. 1984. *Algae as ecological indicators*. Academic Press. Inc. Orlando, Florida. 330 pp.
- Ferrusquía – Villafranca, I. 1993. Geology of México: A sinopsis. Pp 3-103 in: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press. New York.
- Fa, J. y L. M. Morales, 1993. Mammals of México: prioritizing diversity. Pp. 319-361 in: T.P.

- Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press. New York.
- Fogg, E. G. 1973. *The blue – green algae*. Academic Press – London and New York. Great Britain. 459 pp.
- Gleitler, L. 1932. *Cyanophyceae*. Rabenh's Krypt. Fl. 14. Paris. 1196 pp.
- Godínez, O. J. L. 2000. *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. De la Lanza, E. G., Hernández, P. S., Carbajal, P. J. L. (copiladores). SEMARNAT. Comisión Nacional del Agua. UNAM. Inst. Biol. Plaza y Valdés Editores. 109-193 pp.
- Godínez, J.L., Ortega, M. M., Garduño, G., Oliva, M. G., Vilaclara, G. 2001. Traditional knowledge of mexican continental algae. *Journal of Ethnobiology* 21 (1):57-88.
- Gold-Morgan, M., Montejano, Z.G y Komárek, J. 1996. Freshwater epiphytic Chamaesiphonaceae from Central México. *Algological Studies* 83: 257-271.
- González, González, J. 1994. Las algas: sistemática de un grupo filofénético. Pp. 299-332 in *Taxonomía biológica*. Ed. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.
- Hernández, H.H.L. 1998. *Producción de tres microalgas bajo condiciones de laboratorio*. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México. 49 pp.
- Index Nominum Algarum., 2000. Página electronica. [www.128.32.104.44/e-ina.html](http://www.128.32.104.44/e-ina.html)
- Integrated Taxonomic Information System. 2002. Página electrónica [www.itis.usda.gov](http://www.itis.usda.gov).
- Komárek, J y Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 2. Chroococcales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 73/ Algological Studies* 43:157-226.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4 Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 82/ Algological Studies* 56:247-345.
- Komárek, J. y Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, ed. Gustav Fischer Jena Stuttgart Lübeck Ulm. 548 pp.
- Lara, B. M. A., Moreno, R. J. L., Amaro, M. E. J. 1996. *Fitoplancton. Conceptos básicos y técnicos de laboratorio*. Ed. Libros de texto. Manuales de prácticas y antologías. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México, D.F. 227 pp.
- Lugo, H. J., Ibarra, G. M. V., Trejo, V. R. I. (2003). *Geografía de México*. Segundo grado. Ed. Mc Graw-Hill. México, D.F. 241 pp.
- Lugo, H. J., 1984. *Geomorfología del sur de la Cuenca de México*. Serie Variat.1. Núm. 8 Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 95 p.
- Montejano, Z.G.A, Gold, M.M. and Komárek, J. 1993. Freshwater epiphytic cyanoprocaryotes from Central México. I Cyanocystis and Xenococcus. *Arch. Protisten Kd.* 143: 237-247.

- Montejano, Z.G.A, Gold- Morgan, M y Komárek, J. 1997. Freshwater epiphytic cyanoprokaryotes from Central México. III. The Genus *Stichosiphon* Geitler 1932. *Arch. Protisten Kd.* 148:3-16.
- Montejano, Z, G.A. 1998. Taxonomía de Cyanoprokariota (Cyanophyta/Cyanobacterias) epifitos del Orden Chroococcales de la región Central de México. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 271 pp.
- Nixon, C. K. 1993. The genus *Quercus* in México. Pp. 447-458. In: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press. New York.
- Oliva, M. M. G., Ramírez, M. J. G., Garduño, S. G, Cañetas, O. J., Ortega, M. M. 2005. Caracterización diatomológica en tres cuerpos de agua de los humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca, Estado de México. *Hidrobiológica*. 15(1): 1-26
- Ortega, M. M., Godínez, J. L., Garduño, S. G, Oliva, M. M. G. 1994. *Ficología de México. Algas continentales*. AGT editor, S.A. México, D.F. 221 pp.
- Pérez, M. A. 2003. *Chlorophyceae epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. 130 pp.
- Perso.orange.fr.
- Ramírez, M. J. G. 2003. *Cátalogo de Bacillarophyta de ambientes epicontinentales de la Faja Volcánica Transmexicana con atlas genérico y estudio diatomológico en el Municipio de Jilotepec, Estado de México*. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM. México. 177 pp.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the phanerogamic flora of México. pp. 129-144. in: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological Diversity of México: origins and distribution*. Oxford University Press. New York.
- Reyes-Matamoros, J. M. y D. Martínez-Moreno, 2003. *Clasificación de los tipos de vegetación de México*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Dirección General de Fomento Editorial. México. 11-20 pp.
- Sánchez, R. M. 1998. *Variación temporal de las comunidades bacterianas y fitoplanctónicas en cinco sistemas característicos de NE de Quintana Roo, México*. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. 49 pp.
- Smith, G. M. 1933. *The fresh water algae of the United States*. XII. Mc Graw-Hill Book Co. New York. U. S. A. 718 pp.
- Solís, C.J. 1996. *Estudio de la calidad del agua en los ríos Apatlaco Cuautla y Yautepec, Estado de Morelos, utilizando indicadores planctónicos de contaminación*. Tesis de licenciatura. ENEP Iztacala. UNAM. México. 109 pp.

Staley, T. J., Bryant, P. M., Pfennig, N., Holt, G. J. (Eds) 1989. *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Sección 19: Oxygenic photosynthetic bacteria*. Williams & Wilkins. Baltimore. Vol. 3, 1710-1806.

Tamayo, J. 1980. *Geografía moderna de México*. 9 ed. Trillas. México. 400 pp.

Tiffany, H. L., Britton, E. M. 1952. *The algae Illinois*. Hafner Publishing Company Inc. New York. 407 pp.

Tilden, J. 1910. The Myxophyceae of North America and adjacent regions including Central America Greenland, Bermuda. The West side Minnesota and Hawaii algae. I- IV+328.

[www.dr-ralf-wagner.de/Blualgen.html](http://www.dr-ralf-wagner.de/Blualgen.html).

[www.keweenawalgae.mtv.edu](http://www.keweenawalgae.mtv.edu).

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA PARA LA FAJA VOLCANICA TRANSMEXICANA.**

- Ahlgren, G., Gustafsson, I. B., Borberg, M. 1992. Fatty acid content and chemical composition of freshwater microalgae. *J. Phycol.* 28: 37-50.
- Alcocer, J., Kato, E., Robles, E., Vilaclara, G. 1988. Estudio preliminar del efecto del dragado sobre el estado trófico del Lago viejo de Chapultepec. *Contamn. Ambient.* 4: 43-56.
- Alcocer, J., Lugo, A., Oliva, Ma. G. 2002. Los lagos cráter del valle de Santiago, Guanajuato. Pp.193-212 in *Lagos y Presas de México*. De la lanza, G., García, C. J. L. (compiladores) AGT. 680 pp.
- Alvarado, D. J., Zubieta, R. T., Ortega, M. R., Chacón, T. A., Espinoza, R. 1984. Hipertroficación en un lago tropical somero (Lago de Cuitzeo, Michoacán, México). *Revista de la Escuela de Biología de la UMSNH*.1: 1-19pp.
- Arredondo, F. J. L., Vera, M. O., Ortiz, L. A. O. 1984. Análisis de componentes principales y cúmulos de datos limnológicos en el Lago de Alchichica, Puebla. *Biotical.* 9 (1):23-39 pp.
- Arredondo, F. J. L. 1995. Los Axalapascos de la Cuenca Oriental, Puebla in *Lagos y Presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo, AGT. 65-87.
- Arriaga, H. V. M., Re, A. A. D. 1997. Uso de microalgas vivas e inertes como alimento para *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae). *Rev. Biol. Trop.* 45(2): 803-811.
- Banderas, T. A. G. 1997. Phycoflora of the tropical high-mountain lake El Sol, Central México, and some biogeographical relationships. *Hydrobiología* 354: 17-40
- Chacón, T. A., Rosas, M. C., Alvarado, D. J. 2000. The effects of hypereutrophication in a tropical mexican lake. Pp 89-101 in M. Munawar, S. G. Lawrance, L.F. Munawar (Eds) *Aquatic ecosystems of Mexico: status and scope*. Ecovisión World Monograph Series.
- Chamorro, G., Salazar, M., Pages, N. 1987. Evaluation teratologique de la Spiruline chez le hamster. *Belgian Journal of Food Chemistry an Biotechnology.* 423(6): 188-191.
- Chamorro, G., Salazar, S., Favila, C.L., Steele, C., Salazar, M. 1997. Reproductive and peri- and postnatal evaluation of *Spirulina maxima* in mice. *Journal of Applied Phycology* 9: 107-112.
- Escobar, B. E., Cortez, A. A. M., García, R. M., Mejía, O. L. M. 2002. Structure of a pond community in Central México. *Hydrobiología* 467: 133-139.
- García, R. J. y Tavera, R. 1998. Fitoplancton del Lago de Zempoala. *Bol. Soc. Bot. México* 63:85-100.
- García, R. J., Tavera, R. 2002. Phytoplankton composition and biomass in a shallow monomictic tropical lake. *Hydrobiología* 467:91-98.
- Godínez, J. L., Ortega, M. M., Garduño, G., Oliva, Ma. G., Vilaclara, G. 2001. Traditional knowledge of mexican continental algae. *Journal of ethnobiology* 21 (1): 57-88.

- Godínez, J. L., Ortega, M. M., De la Lanza, E. 1984. Study of the edible algae of the Valley of Mexico. IV. Analysis of some inorganic elements. *Nutrition Reports International*. 30 (6): 1279-1285.
- Gold- Morgan, M., Montejano, G., Komárek, J. 1996. Freshwater epiphytic *Chamaesiphonaceae* from Central Mexico. *Algological Studies* 83, 257-271.
- Gold-Morgan, M., Montejano, G., Komárek, J. 1994. Freshwater epiphytic cyanoprokaryotes from Central Mexico. II Heterogeneity of the Genus *Xenococcus*. *Arch. Protisten*. 144: 383-405.
- Juárez, P. J. R., Palomo, M. G. G. 1987. *La acuacultura en México: Antecedentes y desarrollo alcanzado hasta 1982*. Contribuciones en Hidrobiología. UNAM. 37-89 pp.
- Komárek, J., Komárkova, L. J. 2002. Contribution to the knowledge of planktic cyanoprokaryotes from central México. *Preslia*, 74: 207-233.
- Kusel-Fetzmann, E., 1973. Beitrage zur kenntnis der Algenflora der Hochgebirge Zentralamerikas und der nordilchen Anden. *Hochgebirgsforschung*. 3:29-68.
- Komárek, J. & Novelo, E. 1994. Little known tropical *Chroococcus* species (Cyanoprokaryotes). *Preslia*. 66: 1-21.
- López, L. E. y Serna, H. J. A. 1999. Variación estacional del zooplacton del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, México y su relación con el fitoplancton y factores ambientales. *Rev. Biol. Trop.* 47 (4): 643-657.
- Lugo, A., Bravo, I. L. A., Alcocer, J., Gaytan, M. L., Oliva, Ma. G., Sánchez, Ma. del R., Villaclara, G. 1998. Effect on the planktonic community of the chemical program used to control water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Guadalupe Dam, México. *Aquatic ecosystem Health and Management* 1:3333-343.
- Mendoza, G. 1985. Estudio florístico ficológico estacional de la laguna de Victoria o de Santiago Tilapa. México. *Phytología*. 58(7): 479-488.
- Mendoza, G. C., Huerta, M. L., Flores, G. C. 1985. Estudio florístico del fitoplancton del Lago Zirahuén, Michoacán, México. *Phytología*. 59 (1): 1-8.
- Montejano, Z. G., González, G. J. 1981. Notas sobre la variación y ciclos de vida en *Nostoc*. *Phycol. lat. - amer.* 1: 47-54.
- Montejano, G., Gold-Morgan, M., Komárek, J. 1997. Freshwater epiphytic cyanoprokaryotes from Central Mexico. III The Genus *Stichosiphon* Geitler 1932. *Arch. Protisten Kd.* 148: 3-16.
- Nandini, S. 2000. Responses of rotifers and cladocerans to *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyceae): A demographic study. *Aquatic Ecology* 34: 227-742.
- Nandini S., Sarma, S. S. S., Ramírez, G. P. 2000. Life table demography and population growth of *Daphnia laevis* (Cladocera, anomopoda) under different densities of *Chlorella vulgaris* and

- Microcystis aeruginosa*. *Crustaceana* 73 (10): 1273-1286.
- Oliva, Ma. G., Lugo, A., Alcocer, J., Peralta, L., Sánchez, Ma. del R. 2001. Phytoplankton dynamics in a deep, tropical, hyposaline lake. *Hydrobiología* 466: 299-306.
- Olvera, R. R., Cañizares, V. R. O., Ríos, L. E. 2000. Selección de cepas de microalgas y cianobacterias con potencial para la producción de pigmentos naturales. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, Méx. 46 (1): 77-82.
- Ortega, M. M., 1972. Estudio de las algas comestibles del Valle de México. *Rev. Lat. Amer. Microbiol.* 14: 85-97.
- Osorio, T. F. 1941. Materiales para el estudio del microplancton del Lago de Pátzcuaro (México). I. Generalidades y fitoplancton. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx.* 2:331-383.
- Osorio, T. B. F. 1944. Biodinámica del Lago de Pátzcuaro. I Ensayo de interpretación de sus relaciones tróficas. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo. V.3-4.
- Quiroz, C. H., Molina, A. F. I., Ortega, S. A. A. Abundancia y diversidad del fitoplancton en estanques con policultivo de peces, utilizando fertilizantes orgánicos, inorgánicos y combinados. *Ciencia y Mar* 3 (8): 3-14.
- Ramírez, V. M., Beltrán, M. Y., Bojorge, G. M., Carmona, J. J., Cantoral, U. E. A., Valadez, C. F. 2001. Flora algal del río la Magdalena, Distrito Federal, México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 68: 45-67.
- Ramírez, G. P., Nandini, S., Sarma, S. S. S., Robles, V. E., Cueta, I., Hurtado, M. D. 2002. Seasonal variations of zooplankton abundance in the freshwater reservoir Valle de Bravo (México). *Hydrobiología*. 467:99-108.
- Ramírez, P., Martínez, E., Martínez M. D. y Eslaba, C. 2004. *Cianobacterias y microorganismos del fitoplancton y su relación con la salud humana*. Rosas, I., Cravioto, A. y Ezcurra, E. (copiladores). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Programa Universitario del Medio Ambiente- UNAM. 83-105.
- Rioja, E. y Herrera, S. T. 1951. Ensayo ecológico sobre limnobia de Lerma y sus alrededores. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Mex.* XXII. 2. 565-591.
- Rosas, I., Velasco, A., Belmont, A., Báez, A., Martínez, A. 1993. The algal community as an indicator of the trophic status of Lake Pátzcuaro, México. *Environmental Pollution* 80: 255-264.
- Salcedo, O. N., Ortega, M. M., Marín, G. M. E., Zavala, M. C. 1978. Estudio de las algas comestibles del valle de México. I Análisis químico comparativo. *Rev. Lat-amer. Microbiol.* 20: 211-214.
- Sámamo, B. A. 1932. Contribución al conocimiento de las algas de las fuentes termales de Ixtapan de la Sal. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx.* 3:49-51, 6.
- Sámamo, B. A. 1933. Algunas cianofíceas del Lago de Xochimilco. *An. Inst. Biol. Univ. Nac.*

*Autón. Méx.* 4:29-31. 7 Fig.

Sánchez, R. Ma. E., Vázquez, G. 1990. Estudio bioecológico de la Laguna de Azteca, Hidalgo, México. II. Análisis de la comunidad fitoplactónica. *An. Esc. Nac. Cienc, Biol.*, Méx. 33:9-19.

Santacruz, A. 1948. Estudio del proyecto de abasto de agua de Lerma y recomendaciones para su tratamiento. *Órgano Oficial de la Asoc. Interamer de Ingeniería Sanitaria*. 1:287-299.

Serna, H. J. A. y López, L. E. 1996. Una aproximación al fenómeno de sucesión fitoplactónica del embalse Ignacio Allende, Guanajuato, por métodos multivariados. *Zoología Informa.* (32): 5-17.

Sládeček, V. and Vilaclara, G. 1993. A water-bloom in Lake Pátzcuaro (Michoacán, México). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 25: 431-434.

Tavera, R. and Komárek, J. 1996. Cyanoprokaryotes in the volcanic lake of Alchichica, Puebla state, México. *Algological studies.* 83: 511-533. Stuttgart.

Valadez, C. F., Carmona. J. J., Cantoral. U. E. A. 1996. Algas de ambientes lóticos en el estado de Morelos, México. *An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. Ser. Bot.* 67(2):227-282.