

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

708  
106  
71985

FACULTAD DE CIENCIAS

Ficoflora dinámica del suelo  
del Valle de Tehuacán, Puebla.

TESIS

para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

Eberto Novelo Maldonado

México, 1985.



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.

## CONTENIDO

Resumen

Prólogo

### I Introducción

### II Ficoflora dinámica del suelo Hacia la flora tónica

1. Ficofloras tradicionales y dinámica
2. Hacia la flora tónica de Tehuacán
3. Análisis de algunos conceptos usados en este capítulo.

### III El uso de cultivos en el estudio de las algas de suelo y sus implicaciones ecológicas. Hacia la flora tónica

1. Ambientes algales edáficos y cultivos de suelo
2. Hacia la flora típica del suelo del Valle de Tehuacán.
3. Análisis de algunos conceptos utilizados en este capítulo

### IV *Chlorosarcinopsis* sp. en el suelo del Valle de Tehuacán. Hacia la flora tónica

1. Grupos taxonómicos en un ambiente de una región
2. *Chlorosarcinopsis* sp. Procedimientos de identificación y razonamientos.
3. Análisis de algunos conceptos utilizados en este capítulo

### V Recapitulación y recomienzo

1. Flora tónica.
2. Flora típica
3. Flora tónica

Bibliografía.

## RESUMEN

Se presenta la ficoflora del suelo del Valle de Tehuacán desde las perspectivas regional, ecológica y taxonómica. La flora de la región y la participación de las algas de suelo en ella, es analizada tomando en cuenta la manifestación de crecimientos visibles y la presencia de algas en cultivos de suelo, se discute el papel que juega la resistencia a la desecación en la dinámica florística de la región. La flora de la región (flora tónica) es un proyecto a largo plazo, por lo que aquí se describen los avances a la fecha, se describen e ilustran 80 especies pertenecientes a 53 géneros de las Divisiones Chlorophyta, Chromophyta, Euglenophyta y Schizophyta (Cyanophyceae). Las descripciones de las especies hacen especial énfasis en las condiciones ecológicas y en anotaciones de tipo taxonómico.

La ecología de las algas de suelo, ficoflora tónica, parte de las delimitaciones de ambientes y las relaciones entre sus componentes (individuos, organismos, poblaciones, especies, asociaciones, comunidades). La utilización obligada de cultivos de suelo se explica ampliamente. Para este trabajo se utilizaron cultivos con un gradiente de humedad y diferentes concentraciones de nutrientes (nitratos especialmente). Los resultados muestran un claro comportamiento de germinación y desarrollo según las condiciones de humedad, las especies que germinaron se agruparon en especies hidrofíticas, subaéreas y aéreas.

Por último se describen los problemas de delimitación taxonómica de una especie de *Chlorosarcinopsis* al utilizar los criterios aceptados actualmente, se propone una manera para realizar el trabajo de tipo taxonómico que integre la biología de las especies, que participe en la realización de floras tónicas y típicas y que permita la construcción de unidades permanentes de conformación específica (flora tónica) y no sólo nombres aislados del contexto biológico de donde provienen.



## PROLOGO

Flora Ficológica de México es el Programa que se realiza desde hace once años en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias. Las líneas de investigación y los proyectos particulares que se desarrollan han llegado al nivel de presentar algunas síntesis preliminares. El eje principal del Programa y de estas síntesis es el trabajo desarrollado por Jorge González-González y presentado basicamente en forma de cursos, seminarios internos y discusiones continuas desde 1975.

El trabajo sobre algas de suelo se inició en 1977, y ha incorporado tanto en su desarrollo como en su presentación, la terminología, y, sobre todo, los procedimientos de análisis y síntesis que forman parte de la estructura del Programa. Pretende mostrar una manera de analizar la información que se genera en un área particular del Programa y de integrar en tres grandes líneas, la florística, la ecología y la taxonomía de las algas de suelo.

La información básica que se utiliza ha sido analizada con múltiples criterios, en lo general y lo particular, en lo ecológico y lo taxonómico, en lo biogeográfico y lo florístico, y por tanto, las proposiciones que se derivan de este análisis tienen por lo menos dos sentidos. De cualquier forma, el espíritu con que hemos escrito es el de una invitación para un trabajo conjunto más estrecho.

La estructura del presente trabajo considera las floras tópicas, típicas y tónicas para el suelo de Tehuacán y sus relaciones con otros ambientes.

Para la flora tónica es necesario justificar la presencia de una flora del suelo distinta a la acuática, después establecer las relaciones entre ambas floras para tratar de aclarar el papel de las algas de suelo en una región, para poder presentar la primera aproximación a este tipo de flora. En el capítulo consagrado a ello se incluyen las descripciones de las especies encontradas en Tehuacán, Puebla y se discuten los significados de algunos términos, en el contexto florístico.

El capítulo referente a la flora típica parte de las discusiones sobre resistencias y presencias de las algas en el suelo y desarrolla por un lado, la definición y delimitación del suelo como ambiente y por otro la utilización de cultivos y sus implicaciones. Se presenta un ejemplo de tipificación ambiental, que incluye la parte manifiesta-potencial de cultivos de suelo del Valle de Tehuacán y finalmente se discuten términos cuyo significado se modifica en el contexto florístico-ecológico.

Para la flora tónica se discute el caso de *Chlorosarcinopsis* sp. como ejemplo de trabajo taxonómico con clorofitas cocoides. El desarrollo no es extenso por dos razones, la primera, porque es parte de un proyecto a mayor plazo, y la segunda, porque el tratamiento debe ser más inclusivo, esto es, incorporando más ejemplos e información sobre otras clorofitas unicelulares y sus respectivas comparaciones con otras taxonomías, lo cual implica una verdadera revisión de las clorofitas unicelulares. El capítulo termina con la discusión de términos en el contexto taxonómico.

El último capítulo reúne los lineamientos más generales del proyecto sobre algas de suelo, en donde se anotan algunas perspectivas a corto, mediano y largo plazo y se hace la diferencia con los procedimientos que se siguen en la ficología predominante.

En suma, el trabajo está escrito con el ánimo de mantener la cohesión necesaria para realizar la Flora Ficológica de México.

# I INTRODUCCION

I. Viaje a Liliput  
Swift

## I INTRODUCCION

Tradicionalmente el concepto flora se refiere al inventario de las plantas de una región. Esto quiere decir que el carácter inventarial y la delimitación de la región son los principales elementos de la definición de este concepto. Los inventarios procuran la distinción de unidades para su reconocimiento posterior y permanente y esto se logra por la asignación de un nombre a los ejemplares-unidades; la delimitación regional se hace siguiendo múltiples criterios más o menos naturales. Una flora incluye, por lo común, indicaciones sobre el "arreglo" de las unidades en la región y sobre condiciones físicas en las que viven las plantas (altitud, clima, pendiente, tipo de sustrato, etc.). Se entiende que estas indicaciones permiten las comparaciones con otras regiones y las clasificaciones según formas de vida, tipos de vegetación, hábitats, etc.

En la realización de floras ficológicas también se han seguido estos criterios, aplicando concepciones, técnicas y conceptos a todo tipo de regiones y ambientes donde proliferan las algas. En el caso de las algas de suelo, los inventarios que se han hecho tienen siempre alguna aproximación o enfoque, estos son de tipo ecológico, taxonómico relacionados con formas de vida, etc. Por eso, el objetivo integrador que presupone la realización de una flora no se cumple en las ficofloras de suelo. Si tomamos como punto de partida la definición dada de flora, la presencia de algas en el suelo da por hecho la posibilidad de inventariarlas con fines florísticos, si además las delimitamos en una región, parecería que la flora es casi una realidad.

Sin embargo, en los inventarios hechos así, la presencia es considerada como si se tratara de plantas vasculares, es decir no se consideran las características que reúnen dentro del término algas a organismos que son completamente disímiles y sólo se les considera plantas. Para la concepción descrita de flora, las especies que existen y están presentes son permanentes y reconocibles siempre; los trabajos florísticos sobre algas de suelo tienen esta doble consideración estática de las floras de plantas vasculares: primero, las especies de una región están siempre presentes, las variaciones son estacionales o sucesionales; segundo, las especies siempre son reconocibles siguiendo los procedimientos "normales de identificación". Veamos con más detalle los tratamientos que se les dan a estas ficofloras edáficas.

Son muy comunes los inventarios de algas de suelo con un enfoque "ecológico" o distribucional, la lista incluye algas de suelos áridos, tropicales, de bosques, arenosos, de suelos congelados o polares, anegados, costeros, de suelos cultivados o perturbados, etc. En la mayoría de ellos los inventarios son al nivel de género, no de especies, sobre todo por las dificultades metodológicas para la determinación. En todos los casos se describen los tipos de ambientes y condiciones en los que las algas proliferan visiblemente para el colector. Generalmente incluyen datos del medio ambiente físico estudiado, y una proposición para clasificar los ambientes o "hábitats" algales. La principal limitación de este enfoque es la imposibilidad para correlacionar estos estudios con los de otras áreas afines, las escasas anotaciones taxonómicas o la falta de descripciones de las especies impiden la comparación de variaciones específicas o la certeza (confianza) en la determinación de las algas colectadas.

Otro de los sectores importantes de la bibliografía de algas de suelo lo ocupan las descripciones de especies nuevas, derivadas de "cultivos de suelo", este enfoque, que llamaremos taxonómico, es prolijo en descripciones ultraestructurales, fisiológicas y morfológicas para la delimitación específica. De este tipo de trabajos se han obtenido un gran número de especies pertenecientes a las Chlorococcales (Chlorophyta). La principal motivación es la de aumentar el conocimiento de la flora del suelo. Lo característico de este

enfoque es la falta de descripciones sobre los sitios de colecta, en el mejor de los casos sólo se nombra la localidad tipo, y la utilización de procedimientos bacteriológicos en la caracterización específica.

Algunos investigadores de las algas de suelo se han preocupado por las condiciones de vida de estos organismos; así, estudian cómo es posible la presencia de algas dentro de rocas translúcidas, en grietas, en las capas profundas del suelo, en condiciones de extrema sequía, en la conformación de costras en los desiertos, etc. Este enfoque en el estudio algal abarca estudios muy precisos y sofisticados y otros sumamente superficiales; en esta gama, lo común es la imposibilidad de reconocer las algas sin la utilización de cultivos. En muchos de los trabajos se cuantifican las células algales, o la cantidad de clorofila por gramo de suelo, dando así un tratamiento homogéneo a grupos tan dispares entre sí como diatomeas y cianofitas (unicelulares y filamentosas).

Si bien estos enfoques dan una cobertura muy amplia en cuanto a las áreas de conocimiento que tenemos de las algas de suelo, todos se han derivado de tres fuentes principales de trabajo ficológico, los trabajos desarrollados en Inglaterra, en Estados Unidos y en la URSS. Esto nos lleva a considerar al conjunto de estudios de algas de suelo como parte integrante de la flora ficológica de las zonas templadas y frías del hemisferio norte y por ello la utilidad de estos trabajos para otras regiones será siempre limitada. La falta de criterios equivalentes en el tratamiento que se le da a las algas dificulta aún más la delimitación biogeográfica de las especies y la circunscripción de sus intervalos de resistencia, derivadas del análisis de los sitios o ambientes colectados, para correlacionar con las formas algales encontradas en regiones más cálidas. Esta consideración no olvida los trabajos realizados en zonas tropicales o subtropicales, pero como el enfoque utilizado por los investigadores corresponde a los mencionados, las determinaciones son relegadas al nivel genérico o para describir especies nuevas. Los problemas de correlación no sólo se complican sino que imposibilitan el trabajo biogeográfico necesario para la realización de floras regionales.

Desde otro punto de vista, las derivaciones que se tienen del estudio de las algas de suelo complican aún más este panorama. La utilización de cultivos de suelo seco, de crecimientos visibles, de suelos húmedos y de cauces o lechos secos de cuerpos de agua como punto de partida para estudios de tipo fisiológico o taxonómico, sin que el origen tenga una relación directa con el objetivo del trabajo, han creado una literatura abundante que, aunque aportan información útil y necesaria, por su autolimitación queda relegada, y sólo en revisiones posteriores o por el trabajo de especialistas que integran información, es rescatada y ubicada en un contexto más general. Así es como se van construyendo los intervalos de resistencia y las múltiples respuestas a factores ambientales de las algas presentes en el suelo.

Con tantas opciones parciales, quedan a los ficológicos tres caminos: afiliarse a una escuela y seguir añadiendo granitos de arena, negar la existencia de una flora edáfica y dedicarse a otra cosa, o empezar el trabajo desde una perspectiva distinta.

Esto último implica una revaloración total de lo hecho y de lo por hacer, y el primer problema a enfrentar es decidir los criterios de valoración, de rescate y puesta en orden de toda la información que se ha generado. La valoración de esta información empieza en el reconocimiento de los objetivos que persiguen los trabajos analizados; de la consistencia de las líneas de investigación en las que se incluyen estos trabajos y en el análisis de la utilización de conceptos e ideas propios o prestados para la construcción de un discurso y gestación de un conocimiento dado.

Desde el punto de vista del formalismo científico, la búsqueda de antecedentes es un paso indispensable en el planteamiento de todo proyecto. En nuestro caso (y en casi todos los casos), como hemos visto, los antecedentes no sólo no



antecedentes sino más bien entorpecen la proyección a largo plazo. Las informaciones sueltas posibilitan tal cantidad de opciones de integración que para no tejer en el vacío, se siguen los 'cánones' preestablecidos o se construye un sistema de relaciones distinto.

Los cánones que establecen las diferentes escuelas están dictados por las trayectorias, tradiciones, 'excelencias' y metas científicas particulares. Lo común a ellas es la veneración a las rutinas científicas reproducibles y estrechamente relacionadas a las técnicas y tecnologías modernas. El apego a un método de pensamiento, dirige, así, las líneas de trabajo y los alcances teóricos que se puedan lograr con un trabajo particular. La autocensura a la proyección y la sumisión a una política científica mediatizan, en aras del método, las relaciones teóricas (y prácticas) del trabajo científico cotidiano.

Los trabajos de algas de suelo podemos agruparlos en cuatro escuelas principales: dos de origen estadounidense, una inglesa y otra soviética. En todas se dirigen los trabajos con los enfoques mencionados anteriormente, con diferente peso en cada una de ellas. La distinción de estas escuelas es un paso importante para ubicar y definir los objetivos que persiguen los trabajos particulares, y sobre todo para la búsqueda de tipos de información necesarias para un proyecto distinto. De esta manera, sabemos que los trabajos estadounidenses son básicamente sobre análisis ecológico tradicional (relaciones entre elementos abióticos y bióticos) y descripciones ultraestructurales y fisiológicas de nuevas especies de suelo. La escuela inglesa analiza, en general, a las comunidades del suelo como un todo, (lo que la hace obtener resultados que cuestionan muchos de los postulados ecológicos tradicionales) y la escuela soviética es más bien descriptiva del funcionamiento y diversidad de las comunidades del suelo, haciendo énfasis en los temas relacionados con productividad biológica y fijación de nutrientes, aunque para nosotros, el principal inconveniente de la escuela soviética es el idioma, pues cuando no publican en ruso lo hacen en ucraniano, checo, húngaro, polaco o alemán.

Así, la bibliografía existente tiene que analizarse a múltiples niveles de profundidad y con criterios bien definidos para obtener los elementos, que desde nuestra perspectiva, sean incorporables a nuestros proyectos y que también puedan servir como vínculos entre esa ficología y la nuestra.



II FICOFLORES DINAMICAS  
DEL SUELO,  
HACIA LA FLORA  
TOPICA

II. Viaje a Brodiñag

Swift

## 1. FICOFLORES TRADICIONALES Y DINAMICA.

Las floras ficológicas, como hemos visto, no son sino una lista de reportes. Podemos decir que el concepto de flora ficológica ha sufrido todos los achaques de las floras de otros tipos de plantas sin haber nacido cabalmente.

Las condiciones de los ambientes acuáticos en los que proliferan las algas son tan diversos que su recuento y descripción para fines florísticos parecen detalles demasiado especializados para tomarse en cuenta en una flora; al aislar al reporte de las condiciones ambientales o generalizarlas para fines descriptivos menores, quedan sólo nombres, con autoridad y todo. Las algas que "aparecen" en cultivos o tienen la suerte de ser "descubiertas" en colectas posteriores, se añaden a la lista previa. El honor de anotar un primer reporte para un país relega la importancia de la especie misma; todo reporte posterior se justifica si se añade a una lista que posea reportes nuevos. Las listas de especies encontradas en un país se convierten rápidamente en la flora del mismo. El "Gran Inventario Nacional de Algas" de un país es una empresa que apenas la han realizado soviéticos, estadounidenses, polacos, chinos e ingleses, unos desde hace mucho y otros más recientemente.

La realización de estos inventarios, es y ha sido, para los ficólogos de países que no tienen antecedentes, un aliciente, un "deber de honor nacional" para competir y figurar en la escena ficológica internacional. Sin embargo, aunque es un magnífico entrenamiento escolar y científico, como sigue patrones de desarrollo, criterios y tipos taxonómicos exteriores a la región, el primer resultado es que las nuevas listas florísticas no son más que un rearrreglo de las listas de otros lados; el segundo resultado es que los ejemplares que no concuerdan con aquellas descripciones consultadas tienen que ser (por una transposición entre deber y tener, entre ser y haber) nuevas especies.

Los trabajos en los que el recuento florístico incluye descripciones de las especies poseen, además, otros elementos de deformación; las descripciones transcriben, generalmente en forma acrítica, las descripciones originales, algunas veces sólo se traducen, otras se les da un formato distinto, pero siempre con la misma información. Son muy pocos los autores que describen los ejemplares de la región que estudian y menos los que discuten la validez de su determinación con respecto a las descripciones utilizadas para ello. Queda a los usuarios hacer acto de fe en las descripciones y creer en los buenos profetas, algunos sistemáticos rigurosos, haciendo menos a los falsos profetas, creadores de especies y compiladores de catálogos acríticos y transcriptores de diagnosis y descripciones.

La realización de una flora debe tener varias razones. Aparte de la identidad nacional implícita por demás importante del trabajo, el conocimiento de la diversidad del objeto de estudio por conocer, añadido a la belleza natural e inmediata de las algas puede ser un motivo suficiente y estimulante para trabajar una flora; la presencia simultánea de patrones estructurales y niveles de organización completamente disímiles en una muestra de agua es tan absorbente, que cuando el investigador estusiasmado concluye su tarea, cree haber logrado la flora de una localidad. De cualquier manera, el conocimiento de la existencia de algas (no importa cuáles) en una región sirve como referencia a los trabajos posteriores, incluso en la búsqueda y certificación de especies para múltiples fines dentro de las disciplinas ficológicas.

Las floras ficológicas son así, la meta y el punto de partida para otros trabajos ficológicos. Son meta y por tanto son finitas dentro del esquema y

aparato científico predominante: la lista es única y atemporal, los "descubrimientos" de nuevas especies o reportes sólo certifican, validan, al conjunto y no lo alteran en su calidad. Una vez realizada la flora, el investigador se dedica a otra cosa y por ello es el punto de partida; las variaciones estacionales, la sucesión ecológica, los cambios en la composición, etc., podrán explicarse con relativa facilidad, adjudicando los cambios a las variaciones en los factores abióticos en general o en particular; en esta explicación la flora como concepto permanece estático, sin variación. En todo caso (en todos los casos) lo importante es la acumulación de datos, evidencias, que demuestren los aciertos sobre la variación en la flora y cuando no son demostrables, entonces esperar a que se reúnan más evidencias.

Las comparaciones entre floras de regiones distintas y su evaluación ha sido parte de los postulados teóricos de otra disciplina, la biogeografía, que por ser de carácter integrador requiere de un manejo de la información bastante más amplio que en el caso de la florística. Todo florístico persigue con afán el convertirse en biogeógrafo, y su punto de partida son las monografías de taxones más o menos inclusivos. Las comparaciones florísticas se limitan a comparaciones de algunos taxa (familias, géneros, especies) "representantes" de las regiones que se comparan; la presencia de especies comunes o exclusivas restringe o amplía las consideraciones geográficas y la distribución de las especies (o los taxa); luego por inversión en el argumento se construyen especies, asociaciones y formaciones típicas de algún ambiente o región, y de aquí salen las floras acuáticas típicas, de la región templada, de la zona de turberas, de márgenes de charcos, etc.

La existencia de algas en el suelo, ya sea formando crecimientos conspicuos o como células aisladas ha sido considerada, por cuestiones metodológicas, aparte de las floras ficológicas acuáticas de una región. Esta separación, pone en duda la posibilidad de incorporar las algas de suelo a la flora regional y por tanto la posibilidad de la existencia de una flora edáfica.

Puesto que los crecimientos visibles están siempre ligados a condiciones de humedad relativamente alta respecto del resto del suelo, éstos son incluidos como parte de flora acuática. Por su parte, en los trabajos sobre algas de suelo, los autores no son muy estrictos para delimitar las condiciones de humedad y prácticamente reportan algas de suelos secos (o con la menor humedad relativa en la zona de estudio). Sin embargo, las especies reportadas para el suelo son en su mayoría también reportadas para ambientes acuáticos, aunque son muchos los casos que sólo se han encontrado en suelo. La proporción de algas acuáticas presentes en el suelo, en forma de estructuras de resistencia o formando crecimientos visibles, obliga a relacionar ambos ambientes por encima de los tratamientos florísticos que se les han dado.

Muchos autores niegan la existencia de una flora edáfica (Round, 1973, por ejemplo), arguyendo que los métodos de cultivo alteran las condiciones naturales y favorecen el crecimiento de algas acuáticas, y que las algas que crecen conspicuamente lo hacen porque existe suficiente humedad para ello. Independientemente de estos argumentos, lo cierto es que existen algas en el suelo, en estado latente o no, y que al conjunto de ellas podemos considerarlas como parte de la flora de una región. El hecho de hacer germinar un cierto número de especies a partir de suelo seco añadiendo un medio nutritivo líquido, no necesariamente implica que sean sólo "especies acuáticas" o "especies edáficas", sólo significa que esas especies están en la región y que, evidentemente, es la conjunción suelo-medio nutritivo lo que permite su germinación y crecimiento y por ello, son especies que se comportan como acuáticas y como edáficas. Lo mismo puede decirse de las especies que forman crecimientos visibles, son algas que proliferan en las interfases agua-suelo-aire por lo que pueden considerarse ni acuáticas ni edáficas, sino subaéreas. Desde este punto de vista, la flora algal edáfica puede relacionarse teóricamente con la flora acuática. Las relaciones las enmarcan las especies comunes que hasta ahora han sido tratadas en forma separada.



Tomando al conjunto, las relaciones florísticas no son solamente las especies comunes sino la variación en proporción y condiciones de crecimiento en ambos ambientes (incluyendo las condiciones de cultivo extrapolables a las condiciones del campo). Las especies comunes a dichos ambientes son también, desde el punto de vista metodológico, la relación que se establece entre dos aproximaciones: la colecta directa y los cultivos líquidos por un lado y los cultivos de suelo en condiciones húmedas por otro. Esta relación metodológica, a partir de especies comunes, invalida la objeción a la existencia de una flora algal edáfica.

Si partimos entonces de la existencia cierta de una flora algal en el suelo, sus relaciones con los ambientes acuáticos cobran una importancia distinta que la descrita hasta ahora. Tomando a la región en estudio como una unidad, el suelo y la afinidad de condiciones de humedad que posee, son el punto de unión (el vínculo) entre cuerpos de agua. La gradación de humedad en sus orillas, más las condiciones de humedad en el suelo que los separa, permiten la comunicación directa entre las comunidades de dichos cuerpos de agua. (Ver esquema 1). El suelo es por así decirlo, mediador entre dos ambientes, es a la vez, por sus condiciones, selector para las especies estrictamente acuáticas y reservorio para las especies resistentes a la desecación. (Ver esquema 2).

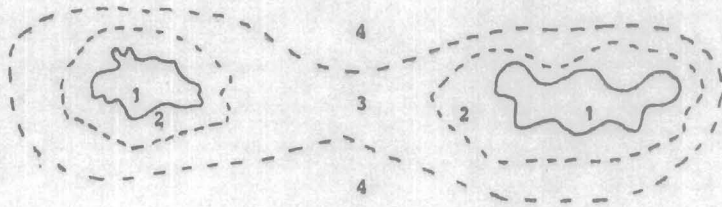
Por otra parte, como las regiones no son unidades discretas (sino sólo para fines analíticos), el significado teórico que puede tener el estudio de la dinámica del suelo es mayor considerando la continuidad entre ambientes algales de regiones distintas y como filtro o barrera geográfica en la distribución de especies con distintos requerimientos de humedad. Esta consideración implica la necesidad de delimitaciones regionales de floras ficológicas tomando en cuenta, además de los ambientes algales acuáticos y las comunicaciones hidrológicas, los ambientes algales edáficos y las comunicaciones entre distintos tipos de suelo y sus condiciones mesológicas. (Ver esquema 3).

La humedad es pues uno de los principales factores que condicionan la dinámica mesológica del suelo. Está estrechamente ligada a otros factores como el aire intersticial, el intercambio iónico, la temperatura, la solubilidad de sales y el pH. Esta íntima relación está condicionada en múltiples vías (es decir, no es una condición primordial que desencadene los cambios) y su análisis es parte de la edafología. El punto importante para nosotros es que en esta multiplicidad de condiciones las algas existen y sobreviven, la expresión biológica de estos cambios es la flora que se manifiesta en ella (tanto en tiempo como en espacio). La expresión biológica de ellas no es más que la capacidad de vivir "sobre-vivir" a cierto tipo de condiciones multicombinadas; seleccionada naturalmente y delimitada en primer análisis en la unidad IOPE\*. No hay mejor ejemplo de las discontinuidades en las condiciones ambientales finas que las discontinuidades florísticas manifiestas en un momento y en un lugar dado.

Pero si las discontinuidades florísticas (espaciales o temporales) demostrarían las discontinuidades ambientales, lógicamente la homogeneidad florística de una región demuestra la homogeneidad ambiental o la capacidad fisiológica de las algas de resistir los cambios ambientales en la región. La posibilidad lógica de una homogeneidad en la flora es solo lógica, no está apoyada en otro tipo de análisis; y en lo último del análisis, las listas florísticas son la declaración lógica de una homogeneidad florística, sin la demostración de las capacidades diferenciales de sobrevivencia (justamente las rupturas específicas, las discontinuidades, que posibilitan la "flora" de una región).

---

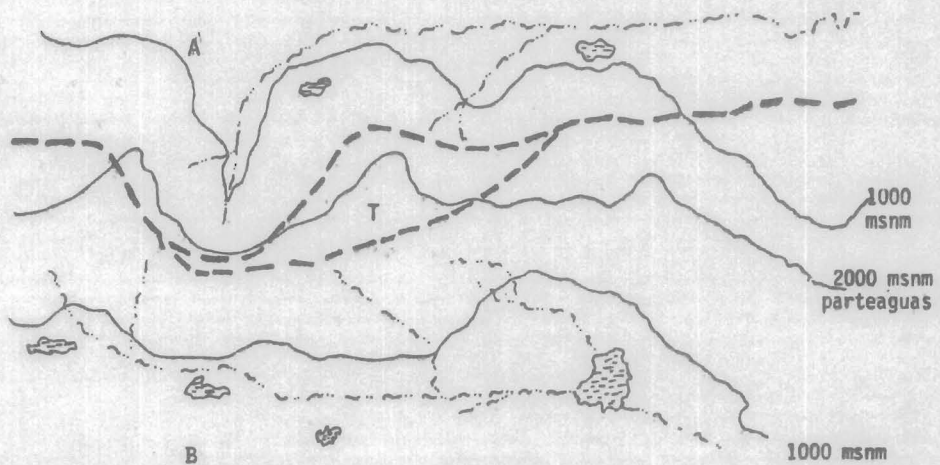
\* IOPE es la unidad biológica compuesta por el continuo entre Individuos-Poblaciones-Organismo-Especie



Esquema 1. Delimitación de ambientes algales, según la resistencia a la desecación de las especies que componen la flora de una región. 1= flora de ambientes acuáticos; 2 y 3 = flora de ambientes subaéreos; 4 = flora de ambientes edáficos.



Esquema 2. Relaciones florísticas entre dos charcos, considerando al suelo como mediador entre ellos, la mediación es selectiva según la resistencia a la desecación. Sólo hay continuidad de las especies resistentes. Las líneas punteadas indican la acción de agentes dispersores.



Esquema 3. Delimitación de dos regiones ficoflorísticas considerando la flora del suelo. El límite no es el parteaguas sino la línea punteada.  
 A = Ficoflora del suelo relacionada con la zona hidrológica norte  
 B = Ficoflora del suelo relacionada con la zona hidrológica sur.  
 T = Zona de traslape de ficofloras de suelo de ambas zonas.



Una revisión de la bibliografía sobre la capacidad de las algas para resistir condiciones adversas en el suelo arroja descripciones y reportes un tanto asombrosos, la sola descripción de existencia de algas en la multitud de ambientes es un buen ejemplo de estas capacidades. Y aunque las algas sean un grupo heterogéneo, la coexistencia de IOPEs de varias Divisiones en tales ambientes, demuestra hasta que grado la especialización a múltiples condiciones simultáneas permite agruparlas florísticamente y analizarlas como un todo\*.

La flora del suelo, desde el punto de vista fisiológico, es la intersección entre dos resultados evolutivos comunes a las algas, por un lado, la formación de estructuras de resistencia, estados de reposo, etc., es decir, la modificación metabólica general; y por otro, la capacidad del individuo-organismo, como un todo, de resistir las condiciones adversas. Estos dos resultados son evidentes con la aparición de algas acuáticas en cultivos de suelo y los crecimientos visibles, costras, etc, en suelos secos, respectivamente.

La resistencia fisiológica (momentánea o no) de las algas a condiciones adversas y la presencia en el suelo de muchas de ellas, convierten al suelo en un ambiente con elementos que inciden en la dinámica florística de una región. No es solamente la posibilidad de dispersión (que es la principal relación entre cuerpos de agua) sino también la selección y establecimiento de una flora estrechamente ligada a las condiciones ambientales más comunes en la región. La llegada y salida continuas de elementos dispersos, más el crecimiento *in situ* de algas forma el principal argumento para considerar a la flora del suelo como parte importante de la dinámica florística de la región.

Florísticamente, el suelo es al mismo tiempo fuente, depósito y filtro de las especies de una región, y no sólo espacial, sino temporalmente. El desplazamiento físico de las especies en una región y su desarrollo en forma de crecimientos visibles, distribuidos discontinuamente en ella, permiten considerar a la región como una unidad florística en la que interactúan las condiciones mesológicas generales y particulares en la presencia, distribución y abundancia de las especies. A su vez, las especies presentes interactúan en la presencia, distribución y abundancia de otras especies provenientes de fuera de la región, que de esta manera y por su historia previa pueden incorporarse o no a la dinámica florística.

La presencia conspicua de las algas en el suelo puede interpretarse en una relación bivalente que depende de las condiciones ambientales y de las especies que están presentes. Esta relación entre lo conspicuo (para el observador) y lo inconspicuo es el paso entre las floras manifiestas y potenciales de una región.

Por flora manifiesta entendemos las expresiones poblacionalmente conspicuas que modifican, por su presencia, el entorno en el que se encuentran, son el objeto de colecta y estudio principales en la realización de una flora. Desde el punto de vista espacial (es decir en una región) la flora es siempre manifiesta, aunque no todos los elementos que componen una colecta estén presentes en toda la región. Desde el punto de vista temporal, la presencia o ausencia de las especies imprime a la manifestación florística una condición potencial, relativa al cambio: la presencia de otras especies aumenta la flora inicial, la ausencia manifiesta de especies antes presentes no significa, por sí, ausencia absoluta sino relativa a las nuevas condiciones (del medio y por la presencia de otras algas). Es claro que como el punto de partida para la flora son colectas de

---

\* Para una descripción detallada de los procesos metabólicos y de sobrevivencia en condiciones adversas, resistencias a la desecación, a la salinidad, sequía, temperatura, pH, sobrevivencia a sequías, etc. ver Novelo, 1978.

crecimientos visibles, (floras manifiestas) la selección de ellos en el momento de la colecta implica la exclusión de muchas algas.

Puesto que ninguna región es homogénea en condiciones para el crecimiento de las algas, los crecimientos algales conspicuos siempre son discretos, y representan las condiciones ambientales que les posibilitan tal crecimiento. Si esas condiciones son sumamente particulares, se reflejarán en la composición del crecimiento algal que sustentan; de esta manera, crecimientos algales con composiciones singulares juegan en la región un papel diferente que los compuestos por especies con pocos requerimientos específicos indispensables o críticos. Desde el punto de vista florístico, las primeras especies (aunque no abundan) forman parte de toda la dinámica de la región, y su presencia, resultado de la historia de la región y de las especies, debe ser resaltada. Puesto que existe la posibilidad permanente de una modificación en la región que produzca ampliamente las condiciones específicas mencionadas, los crecimientos tendrían para la región una importancia mayor. Esta posibilidad de ocupar un lugar distinto, de ampliar la distribución, de reemplazar con otras especies o de convivir con ellas es la condición relativa al cambio mencionada anteriormente; es la posibilidad de permanencia espacial y temporal simultáneamente.

Al incorporar a lo anterior la capacidad de resistencia de las algas a factores adversos y por tanto la existencia permanente de elementos conspicuos de la flora, tendremos un cuadro más amplio de la potencialidad de las algas del suelo en la dinámica florística de una región. Una flora potencial no es una posibilidad teórica, es el resultado espacial, temporal y ecofisiológico de una manifestación previa. Sólo dentro de una región, las algas que están ahí son potencial y manifiestamente parte de la flora.

Las relaciones entre estas floras potencial y manifiesta son parte, a su vez, de otra relación más amplia, la que incorpora la historia de las especies, las delimitaciones taxonómicas (filogenéticas o filofenéticas) y las condiciones ambientales. Este sistema de relaciones múltiples posibilita correlacionar las floras particulares dentro de una región y con otras regiones. Estas correlaciones son la base para la delimitación de la región desde el punto de vista de sus afinidades florísticas.

En la flora algal del suelo, tanto conspicua como inconspicua, las relaciones de flora manifiesta y flora potencial son especialmente claras; en primer lugar en la manifestación, siempre como crecimientos visibles, gracias a cambios ambientales ya sean en la formación de charcos o en la desecación de los cuerpos de agua. En segundo lugar en la manifestación inducida por la utilización de cultivos. Y así como podemos observar una gradación en las condiciones de humedad (con sus respectivas manifestaciones florísticas), podemos señalar el paso gradual de flora manifiesta a flora potencial. Este paso gradual es el resultado de las capacidades de las algas para resistir cambios drásticos en múltiples factores, no sólo a la desecación.

La flora potencial no es un proceso por el que las poblaciones visibles dejan de serlo, o por el que algunos individuos pasan a un estado de latencia o reposo. Flora potencial, en el suelo, es la relación de permanencia y cambio de poblaciones y especies (mejor dicho, de IOPEs) que explica las manifestaciones florísticas en distintos tiempos y espacios simultáneamente; las relaciona tanto en su composición como en su variación. Es por una parte la mediación entre distintas floras manifiestas y por otra el efecto de la actividad de las mismas:

En las ficofloras edáficas, la viabilidad y la latencia dejan de ser conceptos útiles para explicar la permanencia de las especies; es el juego de los múltiples factores que impiden o posibilitan la expresión de las algas; y para ello hay que tomar en cuenta la dispersión, las resistencias a factores ambientales adversos, como factores intrínsecos; y la dispersión y las



condiciones ambientales (en el suelo o en los cuerpos de agua) como factores extrínsecos. Un elemento más debe añadirse, el que se refiere a los criterios utilizados para el reconocimiento de las especies, muchas de las cuales conllevan la utilización de cultivos puros. Una discusión más amplia de esto se verá en los capítulos III y IV.

Regresemos ahora al significado de la flora ficológica. La evaluación de todo trabajo florístico debe ser a la luz de su significado biológico y éste es la posibilidad de explicar el por qué y el cómo de la presencia de las especies reportadas. Incorporar la flora ficológica del suelo proporciona bases más sólidas para esta explicación; permite delimitar la región bajo estudio con más precisión, principalmente por el conocimiento de los ambientes acuáticos, subaéreos o edáficos en los que se encuentran las especies y por la posibilidad de comunicación entre ellos con intermediación del suelo.

Las floras no pueden ser, así, una lista de especies con sus respectivas descripciones "taxonómicas"; la validez (o no) de las delimitaciones específicas deben estar relacionadas con su expresión biológica real. Comúnmente la caracterización de dónde y cómo fue colectada el alga descrita ocupa dos o tres líneas de la descripción, cuando esta parte debiera resaltarse más, haciéndola equivalente con las descripciones morfológicas o taxonómicas.

La delimitación de las unidades con las que se realizan floras ficológicas tradicionales no reconoce, por un lado, ni la continuidad de las variaciones individuales dentro de una población y las variaciones poblacionales, ni por otro lado, la representación de ambas continuidades en un organismo y se delimitación específica (con respecto a otras especies o categorías infraespecíficas).

Estas continuidades dobles son integradas en el análisis ecológico y taxonómico simultáneo, en los momentos de la identificación y de la descripción. El análisis de los componentes de una región debe contemplar (y distinguir) cuándo se trabaja con individuos, poblaciones, organismos o especies y cuáles son las unidades más simples de análisis (unidades merísticas).

La construcción de la flora, puede contemplarse en tres momentos, uno espacial, uno temporal y uno sintético (espacio-temporal):  
En el momento espacial se trabaja con distribución y caracterización de los ambientes donde proliferan las algas en general y en donde se encuentra cada una de las algas en particular. En este momento se inicia el reconocimiento de las unidades merísticas que serán analizadas al reunir la información sobre las floras manifiestas. La delimitación y definición de los ambientes, en esta primera aproximación, ubica a sus componentes (IOPEs) en la región, construye las asociaciones que los constituyen y marca los límites de los IOPEs para dicha región. Es decir, se hacen las prospecciones en el campo florístico, ecológico y taxonómico; se incorpora información a la región.

En el momento temporal se construye la flora potencial de la región; se construyen unidades holísticas a partir de las unidades merísticas. Esas unidades holísticas incorporan el tiempo dimensional y el tiempo como extensión indefinida. En el primer caso, se construyen las relaciones de presencia-ausencia de las especies y su explicación para cada ambiente, relaciona las asociaciones con las comunidades en los ambientes. En el segundo caso, se construye la flora potencial como unidad regional, como posibilidad en el movimiento y dinámica de la flora (flora cinetogénica). En este caso la presencia de una especie es parte y producto de la historia florística de la región.

En el momento espacio-temporal se trabaja con las delimitaciones taxonómicas precisas, evaluadas (ponderadas) por la distribución espacial y su relevancia en la flora potencial incluye el análisis ecofisiológico de los intervalos de expresión (y resistencia) en diferentes condiciones, construye a la especie en su entorno, a las especies que son parte del entorno y al ambiente ficológico

general. Como las especies están referidas al lugar (región) bajo estudio y a la posibilidad de identificarlas con un nombre (con su respectiva delimitación y distribución), la síntesis identifica también los ámbitos generales donde se mueve cada una de ellas y su expresión en la región. Consideradas geográficamente las distribuciones de las especies delimitan, por el patrón con que se reúne, a la región bajo estudio; a la vez marcan las diferencias que poseen debidas al juego de factores intrínsecos y extrínsecos a las especies, y que las distinguen taxonómicamente unas de otras en la ponderación hecha para su caracterización. Este momento espacio-temporal se llama flora tópica y por el carácter dinámico que implica, es siempre una aproximación, no es posible de conocer en su totalidad. Al incorporar en los estudios ficoflorísticos las dimensiones ecofisiológicas de las especies (como resistencias a factores ambientales adversos y representados en crecimientos visibles y en la inducción a la germinación en cultivos), las temporales (como presencia en el tiempo 1, ausencia en el tiempo 2, presencia y/o ausencia en el tiempo 3, etc.) y espaciales (como crecimiento visible o derivado de cultivos respectivamente), el contenido de la flora por un lado se define, es decir, se construyen las relaciones entre las especies y con los ambientes presentes en la región y por otro lado, se delimita su extensión, regional y temporalmente, siempre dentro de las relaciones de los IOPEs y no geográficamente, abióticas o artificiales.

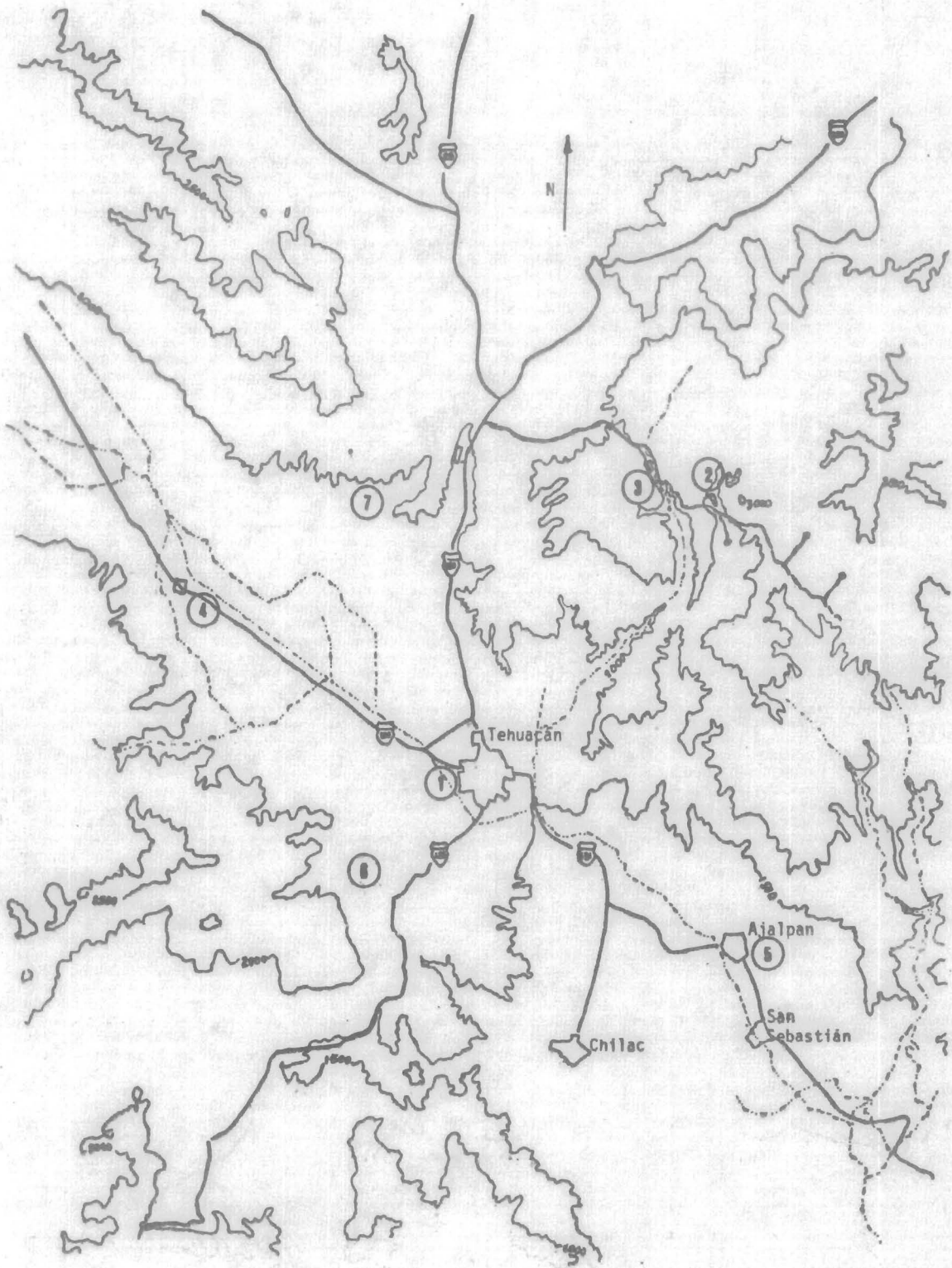
## 2. HACIA LA FLORA TOPICAL DEL VALLE DE TEHUACAN, PUE.

Las condiciones climatológicas y edáficas del Valle de Tehuacán, su situación geográfica en el territorio del país y su vínculo con la cuenca del río Papaloapan fundamentalmente, fueron las razones por las que se escogió para su estudio ficoflorístico.

El Valle se localiza entre los 18°20' y los 18°40' de latitud norte y los 97°00' y los 97°40' de longitud oeste. Su clima es de tipo Bshwq (Koeppen 1948, cit. por Fuentes, 1972). Los tipos de suelo de la región fueron descritos por Fuentes, (1972), y Flores (1974) y la vegetación por Smith (1965). Para una descripción más detallada de estas condiciones, así como de su fisiografía, ver Novelo (1978).

Las algas colectadas corresponden a crecimientos visibles en cuerpos de agua y a suelo seco distante de cuerpos de agua. La ubicación de los sitios de colecta se muestra en el mapa. Las técnicas de colecta de suelo fueron descritas previamente (Novelo y González, 1981).

Las muestras de suelo fueron cultivadas en medio basal de Bold (3N) en agar (Wayne-Nichols, 1973) y en agar simple. Las resiembras se mantuvieron en dicho medio nutritivo y en condiciones standard (2000 luxes, en fotoperiodo de 16-8 hr y 20°C ± 1°C). Pequeñas muestras de cultivos unialgales se conservaron en formol al 4%, así como las muestras de crecimientos de cuerpos de agua, ambas están depositadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias.





## FLORA MANIFIESTA DEL VALLE DE TEHUACAN

Las especies encontradas en el Valle provienen de las siguientes localidades, y en los ambientes descritos preliminarmente. El orden de las especies es según su importancia en el crecimiento en el campo. Las especies encontradas en cultivos están en orden alfabético.

### I San Lorenzo, Puebla.

Arroyo y canal a 100 metros de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada a los manantiales de San Lorenzo. En este lugar confluyen aguas de pozo destinadas al riego y desagües de manantiales. Existen remansos y charcos aislados.

Pap. 9 Crecimientos masivos de *Hydrodictyon* flotando, entremezclados con macrofitas acuáticas en corriente lenta. Temperatura del agua 25°C, pH 7.5 (19-X-79).

*Hydrodictyon reticulatum*  
*Oscillatoria formosa*  
*Spirulina nordstedtii*

Pap.12 En agua corriente rápida crecimientos semiesféricos sobre una piedra, no rugosa, fuertemente adheridos. Los crecimientos sólo en algunas piedras del fondo de la corriente. Temperatura del agua 25°C, pH 7.5 (19-X-79).

*Gongrosira lacustris*  
*Stigeoclonium nanum*  
*Oscillatoria limnetica*  
*Navicula lanceolata*

*Fragilaria capucina* var. *capucina*  
*Nitzschia amphibia*  
*Cocconeis placentula* var. *placentula*  
*Planktosphaeria* sp.

### II San Bernardino Lagunas, Puebla. (Sierra de Zongolica).

Laguna mayor, aproximadamente 300 metros de diámetro, 17 metros de profundidad. Vegetación circundante de tifa.

Pap. 188 Crecimientos floculosos de algas filamentosas de textura suave. Fijos a piedras y a madera sumergida. Temperatura del agua 21°C, pH 7. (9-VI-80).

*Mougeotia* (?) sp.  
*Cocconeis placentula* var. *placentula*  
*Fragilaria capucina* var. *capucina*  
*Oedogonium* sp.

*Dermocarpa* sp.  
*Cosmarium* sp.  
*Characium pringsheimii*

Laguna menor, aproximadamente 200 metros de diámetro, cubierta casi totalmente por tifa y gramíneas. Sustrato lodoso.

Pap. 192 Crecimientos formando una película verde-azul sobre el lodo, en la orilla de la laguna. Textura suave, consistencia rígida. Temperatura del agua 20.5°C, pH 6. (9-VI-80).

*Oscillatoria agardhii*  
*Oscillatoria geminata*  
*Oscillatoria* sp.  
*Euglena* sp.  
*Navicula cryptocephala* var. *cryptocephala*  
*Fragilaria capucina* var. *capucina*

*Nostoc* sp.  
*Scenedesmus acutus*  
*Synechococcus aeruginosus*  
*Synechocystis aquatilis*  
*Oocystis lacustris*  
*Chrysamoeba* sp.  
*Tetraedron minimum* var. *minimum*

### III Nicolás Bravo, Puebla

Arroyo de agua turbia, kilómetro 13 del camino Tehuacán-San Bernardino Lagunas. El arroyo es permanente.

Pap. 197 Crecimiento verde oscuro intenso, de textura suave, formando una película intangible que se desvanece al tacto. Sobre piedras y lodo en el fondo del arroyo. Temperatura del agua 20.5°C, pH 5.5. (9-VI-80).

*Oocystis solitaria* f. *solitaria*  
*Chlorococcal* 1  
*Scenedesmus quadricauda* var. *quadrispina*

### IV Tepanco, Puebla.

Canal de riego. Parte del sistema de irrigación que une en época de secas la Presa de Valsequillo con el Valle de Tehuacán. Kilómetro 197 de la carretera Puebla-Tehuacán. El canal mantiene, en el momento de la colecta charcos de lluvias.

Pap. 282 Colonias esféricas aisladas entre sí, de 1 milímetro de diámetro aproximadamente, entre musgos y hepáticas y sobre suelo húmedo, color verde pasto, textura suave y consistencia firme. (12-V-80).

*Chlamydocapsa ampla* *Lyngbya* sp.  
*Microcoleus paludosus* *Lyngbya allorgei*

### V Ajalpan, Puebla.

Charco en un canal de riego de sustrato limoso, que corre al este del poblado de Ajalpan-San Sebastian, con dirección a Coamecayo.

Pap. 285 Crecimientos masivos flotando en un charco, de textura suave, mucilaginoso: color verde pasto brillante a verde amarillento, con abundantes burbujas. Temperatura del agua 24°C, pH 6.5. (21-I-77).

*Spirogyra* sp. 1  
*Spirogyra* sp. 2

Canal de riego que corre norte-sur entre San Sebastian y Ajalpan. Agua de pozo proveniente de San Francisco.

Pap. 289 Exprimido de filamentos adheridos a las paredes sumergidas de un canal de riego con sustrato de tierra. Temperatura del agua 24°C, pH 7. (21-I-77).

*Vaucheria* sp. *Navicula lanceolata*  
*Oscillatoria sancta* *Navicula* sp.  
*Spirulina major* *Gyrosigma acuminatum*  
*Entomoneis ornata* *Nitzschia frustulum* var. *perpusilla*  
*Amphora* sp. *Surirella elegans*  
*Pinnularia divergens* var. *divergens*

Pap. 290 Filamentos fuertemente adheridos a las paredes de tierra húmedas de un canal de riego, de textura suave y con abundante limo entremezclado. Temperatura del agua 24°C, pH 7. (21-I-77).

*Enteromorpha intestinalis* var. *intestinalis*

Pap. 291 Filamentos de textura rasposa adheridos firmemente al sustrato limoso, formando un tapete en el fondo de un canal de riego. Temperatura del agua 24°C, pH 7. (21-I-77).

*Vaucheria* sp.

## VI El Calvario, Coapan, Puebla.

En el kilómetro 12 de la carretera Tehuacán-Huajuapán de León. El Calvario es un cerro localizado en las fladas de la Sierra de Zapotitlán. Los muestreos provienen de una zona muy expuesta, con escasa vegetación de tipo matorral desértico rosetifolio. Sumamente pedregoso. Cerca de esta localidad existen minas de cemento, yeso y cal (1977-1978).

- Muestras de suelo superficial: AA1, AA2, AA3, AA5.
- Muestras de suelo seco a 20 cm de profundidad: Aa1, Ac1, Ac2, Aa3, Aa5.
- Muestras obtenidas por exposición de cajas de Petri con agar nutritivo: AB2, AB3, AB4, AB5.
- Mixtura de muestras de suelo superficial:  
(AA1 + AC1 + AE1 + AG1 + AI1 + AK1) = A1  
(AA2 + AC2 + AE2 + AG2 + AI2 + AK2) = A2

Cultivo anegado de suelo superficial AA1 (BBM, condiciones standard de cultivo)

<i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	<i>Nostoc muscorum</i>
<i>Chlorella zofingiensis</i>	<i>Oscillatoria foreaui</i>
<i>Chloresarcinopsis</i> sp.	<i>Pleurocapsa fluviatilis</i>
<i>Chroococcus minutus</i>	<i>Pleurocapsa minor</i>
<i>Lyngbya putealis</i>	

Cultivo de suelo profundo Aa1 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*  
*Pleurocapsa fluviatilis*  
*Pleurocapsa minor*

Cultivo anegado de suelo profundo Ae1 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Scytonema bonheri*  
*Desmococcus vulgaris*

Cultivo anegado de suelo AA2 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Lyngbya diguetii*

Cultivo líquido unialgal aislado de la muestra aérea AB2 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Desmococcus vulgaris*

Cultivo líquido unialgal aislado de la muestra aérea AB2 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Chlorococcal* 2.

Cultivo líquido aislado de un cultivo anegado de suelo Ac2 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Chroococcus minor*  
*Chroococcus minutus*

Cultivo líquido aislado de un cultivo anegado de suelo AA3 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*

Cultivo líquido unialgal aislado del cultivo anegado de suelo Aa3 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Oocystis parva*

Cultivo líquido unialgal aislado de la muestra aérea AB3 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Botryosphaera sudetica*



Cultivo líquido unialgal aislado de la muestra aérea AB4 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Eutetramorus planctonicum*

Cultivo anegado de suelo AA5 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Desmococcus vulgaris*  
*Hantzschia amphioxys*

*Lyngbya putealis*  
*Oscillatoria foreaui*

Cultivo anegado de suelo Aa5 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Gloeocystis vesiculosa*  
*Lyngbya putealis*

*Pleurocapsa fluviatilis*  
*Pleurocapsa minor*

Cultivo líquido aislado de una muestra aérea AB5 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Lyngbya subtilis*

Cultivo en gradiente de humedad de una mixtura de suelo A1 (BBM 3N, condiciones standard de cultivo)

*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*  
*Chlorococcum* sp.  
*Chlorosarcinopsis* sp.  
*Gloeocystis vesiculosa*  
*Neochloris* sp.  
Chlorococcal 3  
Chlorococcal 4  
*Lyngbya allorgei*

*Lyngbya putealis*  
*Microcoleus lacustris*  
*Microcoleus sutorulosus*  
*Oscillatoria claricentrosa*  
*Oscillatoria foreaui*  
*Phormidium autumnale*  
*Phormidium inundatum*

Cultivo en gradiente de humedad de una mixtura de suelo A1 (agua destilada, condiciones standard de cultivo)

*Botryosphaera sudetica*  
*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*  
Chlorococcal 3  
*Microcoleus lacustris*

*Myxosarcina spectabilis*  
*Nostoc muscorum*  
*Phormidium laminosum*  
*Scytonema boheri*

Cultivo en gradiente de humedad de una mixtura de suelo A2 (BBM 3N, condiciones standard de cultivo)

*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*

Cultivo en gradiente de humedad de una mixtura de suelo A2 (agua destilada, condiciones standard de cultivo)

*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*

## VII Cerro Tlalcoyunque, Chapulco, Puebla.

A 21 kilómetros de la ciudad de Tehuacán, camino a Orizaba, Veracruz. A un kilómetro de la estación ferroviaria y ex Hacienda de El Carmen (ferrocarril Tehuacán-Orizaba), Al norte del cerro se encuentra la sierra de Zongolica. La vegetación de la falda norte es de hasta 1.5 m de altura; en la falda sur de más de 2 m de altura. El tipo de vegetación es matorral desértico rosetifolio. El terreno es pedregoso, con suelo de hasta 30 cm de profundidad. Las piedras son calizas. Todos los terrenos circundantes al cerro son cultivados. Muestra obtenida por exposición de una caja de Petri con agar nutritivo: BF1

Cultivo unialgal aislado del muestreo aéreo BF1 (BBM, condiciones standard de cultivo)

*Plectonema tenue*

## FLORA POTENCIAL DEL VALLE DE TEHUACAN

La tabla 1 reúne las especies en forma sistemática, tomando como base el esquema propuesto por Bourrelly (1970, 1972, 1981), por lo menos al nivel de familias. En algunos taxa se han utilizado sinónimos genéricos más recientes. Siguiendo el orden de géneros de la tabla 1 se presentan las descripciones de las especies en orden alfabético. Estas incluyen los problemas taxonómicos y variación con respecto a las descripciones de otros autores; las especies con las que se encuentran asociadas en Tehuacán; la distribución y ambientes reportados por la literatura y las referencias de identificación y ambientes.

Para la identificación, la bibliografía que proviene de otros países plantea varios problemas en la elaboración de floras típicas. La mayoría de los autores transcriben las descripciones y dibujos originales y añade sólo algunas líneas sobre el material estudiado; las discusiones o anotaciones sobre la variación específica o poblacional son nulas o raquíticas. Los sitios de colecta y la descripción del ambiente de donde provienen los ejemplares no existe; cuando más se anotan los tipos de ambiente o "hábitat" donde proliferan esas algas. La distribución mundial o regional es sumamente confusa al no haber referencia a los ambientes algales y generalmente se limita a señalar países o continentes.

Finalmente y exceptuando algunas epifitas, casi nunca se mencionan en las descripciones las especies acompañantes o asociadas, lo que da la impresión de especies aisladas entre sí.

Dos excepciones notables son los trabajos de Frémy (1929) y Komarek (1958) quienes hacen una descripción detallada de los ambientes y especies asociadas, de la variación de los ejemplares con respecto al tipo, etc.



SCHIZOPHYTA

CYANOPHYCEAE

Chroococcales

Chroococcaceae

- Chroococcus minor*
- Synechococcus aeruginosus*
- Synechocystis aquatilis*

Pleurocapsales

Chroococcidiaceae

- Myxosarcina spectabilis*

Hyllaceae

- Dermocarpa* sp.
- Pleurocapsa fluviatilis*
- P. minor*

Nostocales

Scytonemataceae

- Plectonema tenue*
- Scytonema bonheri*

Nostocaceae

- Nostoc muscorum*
- Nostoc* sp.

Oscillatoriaceae

- Lyngbya allorgei*
- L. diguetii*
- L. putealis*
- L. subtilis*
- Lyngbya* sp.
- Microcoleus lacustris*
- M. paludosus*
- M. subtorulosus*
- Oscillatoria agardhii*
- O. claricentrosa*
- O. foreau*
- O. formosa*
- O. geminata*
- O. limnetica*
- O. sancta*
- Oscillatoria* sp.
- Phormidium autumnale*
- Ph. inundatum*
- Ph. laminosum*
- Spirulina major*
- S. nordstedtii*

C H L O R O P H Y T A

EUCHLOROPHYCEAE

Tetrasporales

Asterococcaceae

*Chlamydocapsa ampla*

Chlorococcales

Chlorococcaceae

*Characium pringsheimii*

*Chlorococcum* sp.

*Planktosphaeria* sp.

*Tetraedron minimum* var. *minimum*

Chlorococcal 1

Chlorococcal 2

Chlorococcal 3

Oocystaceae

*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*

*Ch. zoofingiensis*

*Oocystis lacustris*

*O. parva*

*O. solitaria* f. *solitaria*

Radiococcaceae

*Eutetramorus planctonicum*

*Gloeocystis vesiculosa*

Chlorococcal 4

Dictyosphariaceae

*Botryosphaera sudetica*

Scenedesmaceae

*Scenedesmus acutus*

*Sc. quadricauda* var. *quadrispina*

Hydrodictyaceae

*Hydrodictyon reticulatum*

ULOTHRICOPHYCEAE

Chlorosarcinales

Chlorosarcinaceae

*Chlorosarcinopsis* sp.

Ulvales

Ulvaceae

*Enteromorpha intestinalis*

var. *intestinalis*

Chaetophorales

Chaetophoraceae

*Desmococcus vulgaris*

*Gongrosira lacustris*

*Stigeoclonium nanum*

Oedogoniales

Oedogoniaceae

*Oedogonium* sp.

ZYGOPHYCEAE

Zygnematales

Zygnemataceae

*Mougeotia* (?) sp.

*Spirogyra* sp. 1

*Spirogyra* sp. 2

Desmidiaceae

*Cosmarium* sp.

C H R O M O P H Y T A

CHRYSOPHYCEAE

Chromulinales

Chrysamoebaceae

*Chrysamoeba* sp.

XANTHOPHYCEAE

Vaucheriales

Vaucheriaceae

*Vaucheria* sp.

DIATOMOPHYCEAE

Diatomales

Diatomaceae

*Fragilaria capucina* var. *capucina*

Achnantales

Achnantaceae

*Cocconeis placentula* var. *placentula*

Naviculaceae

*Amphora* sp.

*Entomoneis ornata*

*Navicula cryptocephala* var. *cryptocephala*

*N. lanceolata*

*Navicula* sp.

*Pinnularia divergens* var. *divergens*

Nitzschiaceae

*Hantzschia amphioxys*

*Nitzschia amphibia*

*N. frustulum* var. *perpusilla*

Surirellaceae

*Surirella elegans*

E U G L E N O P H Y T A

EUGLENOPHYCEAE

Euglenales

Euglenaceae

*Euglena* sp.



### 3. ANALISIS DE ALGUNOS CONCEPTOS USADOS EN ESTE CAPITULO

El uso de términos cuyo origen está ligado al conocimiento ecológico y taxonómico no puede evitarse en los trabajos de tipo florístico; sin embargo, al trasladarlos a este contexto cambia su contenido y significación original. Al mismo tiempo, al incluir estos términos en el contexto florístico, las síntesis que se realicen tendrán significados distintos que si no se incluyeran. En este apartado se pretende explicar el sentido y extensión de algunos términos para la mejor comprensión del contexto florístico que se pretende construir. Como su utilización será constante en varios contextos, aquí se discuten las modificaciones que producen y las limitaciones de su significado.

La utilización del término "crecimientos visibles", aparte de la consideración de escala, tiene repercusión directa en varios niveles: primero, el aspecto metodológico que implica el objeto de colecta sólo se colecta lo visible, de aquí su relación con trabajos prospectivos; segundo, el aspecto relativo a la abundancia de una especie (que así conforma el crecimiento visible), con respecto a las no visibles; tercero, la expresión masiva de una especie (o especies) en un tiempo dado (el de la colecta) es un indicador de las condiciones ambientales generales, del ambiente colectado, pero no de la región en su totalidad. Al colectar crecimientos visibles y ubicarlos florísticamente en una región, sin aclarar las condiciones, se extrapolan (o minimizan) dichas condiciones.

Desde el punto de vista florístico, un crecimiento visible es punto de partida para conocer las condiciones de proliferación masiva, es parte de la definición de una región, no de su delimitación.

Para los trabajos de flora tónica, los muestreos (y cada una de las muestras) son eventos que deben evaluarse en el conjunto de relaciones posibles que establecen sus objetivos propuestos (prospección, proyección). La presencia simultánea de IOPEs en una muestra es de por sí una relación espacial y múltiples relaciones temporales (la del tiempo de la región, la de cada una de las generaciones de cada IOPE, la del conjunto o subconjuntos presentes en ese momento). La presencia simultánea de algas en varias muestras, es además de las anteriores relaciones, múltiples relaciones espaciales. Cuando los muestreos son estacionales, las relaciones que pueden establecerse son fundamentalmente espacio-temporales (además de las anteriores). Para una flora tónica cada IOPE debe ser evaluado tomando en cuenta este sistema de relaciones múltiples.

La abundancia, absoluta y relativa, juega así un papel importante en la caracterización de la región que favorece a un IOPE, en el sentido de la capacidad de desarrollo dadas las condiciones más generales que existen de región. Como la abundancia está ligada a factores intrínsecos de desarrollo (incluyendo la reproducción sexual y asexual), su peso queda limitado a la recurrencia de las condiciones que posibilitan tal desarrollo, tanto espacial como temporalmente. En otras palabras, por las limitaciones prácticas de colecta, las representaciones que hacemos de una flora están determinadas por los crecimientos abundantes, visibles, que colectamos. Al evaluar esta abundancia en términos espaciales, temporales y espacio-temporales, debe hacerse a la luz de la importancia de las otras algas presentes. Una muestra en la flora tónica tiene un solo significado que se interpreta en términos regionales: es el medio para encontrar la permanencia de grupos algales en la región. Si bien con la misma muestra se pueden construir otras floras, para ello se necesita un desarrollo del contexto previo y esto se hará más adelante.

En relación con la presencia simultánea de diversos grupos algales, un término que generalmente se introduce en los trabajos florísticos es el de asociación (en forma de eufemismos o encubrimientos como por ejemplo, "entremezclada con" "epífita sobre..."). Al utilizarlo en las descripciones de las especies muchos autores mezclan formas de vida con tipos de comunidad o con especies acompañantes y con "hábitat". El valor que se le da a las muestras, para justificar estas 'asociaciones' es nulo y así la relación interespecífica es sobreentendida en el nivel de la composición de la flora. Una flora así, es toda una asociación de especies y a la vez un conjunto de especies aisladas.

Tomando en cuenta los planteamientos sobre crecimientos visibles y muestreos las referencias temporales y espaciales que se establecen entre las algas son justamente las que consideran a estos elementos como puntos de partida para el análisis. La coincidencia en la presencia (y también en la ausencia) de especies en una región, tomadas como parte de una o todas las muestras para una colecta, no debe minimizarse o supeditarse a consideraciones sobre constancia o cierto grado de simbiosis (o dependencia). Las especies presentes en una muestra están ahí justamente por la coincidencia temporal de los múltiples tiempos considerados anteriormente. Como la coincidencia no es fortuita, sino también resultado del juego de factores extrínsecos, las especies presentes en un momento están ahí porque por lo menos existen las condiciones mínimas para el desarrollo vegetativo. Para fines florísticos ésta es la consideración más importante, la presencia simultánea es una unidad que debe tratarse con el peso suficiente para conocer los vínculos entre las especies y toda la región. Así mismo, la coincidencia de las especies establece ciertos grados de asociación (como un efecto inverso a la antibiosis) cuya unidad inicial, en el análisis, es la muestra colectada. En el proceso de análisis de una muestra no debe perderse la unidad que representa originalmente. Si bien los mecanismos de identificación no permiten mantener una coherencia absoluta (lo que se refleja en la confusión entre ejemplares identificados y flora), la integridad de una muestra debe conservarse en las descripciones tanto específicas como de la muestra misma. A esta primera integración le llamamos asociación en el contexto ficoflorístico.

Una flora es la presencia de taxa en una región, por ello, los vínculos entre la taxonomía y la florística son estrechos, al grado de parecer un continuo, y esta apariencia es la que transforma en confusión de metas y objetivos tanto el trabajo florístico como el taxonómico. Un ejemplo claro de esta confusión es el pretexto de "normalizar", reinventar, los criterios de delimitación de las especies presentes en una región, al grado de hacer floras de dos géneros (no confundir floras de dos géneros, con flora tópica, ver capítulo IV). En esos trabajos la flora es un evento que es interpretado con criterios y procedimientos que tienen una historia y desarrollo distintos al objeto de estudio (y no sólo porque la flora existe y la taxonomía es una construcción). La aplicación de conceptos de un campo a otro sin precisar los límites, contenidos y sentidos en los que son utilizados lleva a esa supuesta continuidad. En el caso de este capítulo, es necesario aclarar especialmente dos conceptos que no han sido utilizados explícitamente pero que subyacen en el desarrollo, estos son: la ponderación de caracteres y la asignación de un epíteto específico. En el contexto estrictamente taxonómico, la ponderación de caracteres lleva a la representación de los seres vivos. En el proceso de confrontación posterior, la ponderación evalúa los criterios que delimitan a ese ente con los otros y a los que son agrupados en conjuntos más o menos exclusivos. En el contexto florístico la ponderación de caracteres utiliza los criterios propuestos por otros autores y los confronta con los entes estudiados. Como no existe en las algas ningún grupo sin problemas de delimitación y definición, esta ponderación tiene dos implicaciones, una es que se toma partido por la posición de algún autor y la otra es que se detectan los problemas de delimitación de los entes que se estudian, pues la posibilidad de que éstos sean especies endémicas nunca puede descartarse del todo.

Así, la ponderación de caracteres en el trabajo florístico es una caracterización general preliminar de las unidades que serán objeto de estudio en los trabajos taxonómicos, la sutileza del asunto reside en las implicaciones hacia dentro del trabajo y sus metas. Mientras que el trabajo florístico cubre relaciones espacio-temporales, (en una dimensión), el trabajo taxonómico cubre relaciones temporales-espaciales-temporales (en múltiples dimensiones, incluyendo las primeras). Por otra parte, como el trabajo florístico relaciona grupos algales muy diversos entre sí, la ponderación de caracteres de un grupo es también una manera de evaluar los criterios utilizados para otros grupos. Esta actividad debe ser un punto de partida, no un fin, pues de otro modo el trabajo florístico se convierte en un trasplante de nombres de una región a otra.

Así, la aplicación de un nombre cobra una mayor importancia que la que se le da comúnmente. El problema inicial es a qué se le aplica el nombre. Tomando en cuenta que partimos de crecimientos visibles, la unidad inicial se confunde con la configuración teórica de una población; ésta, a su vez, con la definición de los entes involucrados en el concepto de organismo. Con la aplicación de ciertos criterios se determinan estas tres unidades, como especies.

No se trata aquí, de discutir la existencia de las especies biológicas, sino la de identificar a éstas con las especies taxonómicas (mejor dicho nomenclaturales). La identificación es un proceso reconocidamente limitante (incluso por el artículo 7 del Código de Nomenclatura Botánico. Stafleu, 1978), por tanto, la identidad entre ambas especies es más un convenio que una realidad. En función de este convenio hay tres posiciones fundamentales dentro del contexto florístico: en la primera, se reconoce esa identidad sin discusión (otra faceta de la continuidad entre florística y taxonomía); en la segunda, se reconocen más las diferencias que las semejanzas, de manera de nombrar como nuevas especies a las mínimas diferencias; en la tercera, que es la que sostiene este trabajo, se reconoce a la unidad inicial como un evento independiente de toda otra consideración teórica (no biológica en sí) y se reconocen las continuidades teóricas y reales entre individuos-poblaciones y organismos-especies. Así se construye la especie en interacción constante y como una confluencia momentánea ( si la hay), de los criterios para delimitar (organismos-especies) con la existencia discreta de un ente (individuo-población).



III EL USO DE CULTIVOS EN  
EL ESTUDIO DE LAS ALGAS  
DE SUELO Y SUS IMPLICACIONES  
ECOLOGICAS.

HACIA LA FLORA  
TIPICA

III. Viaje a Laput, Balnibarbi,  
Lunag y el Japón.

Swift

## 1. AMBIENTES ALGALES EDAFICOS Y CULTIVOS DE SUELO

El análisis ecológico de la ficoflora de una región empieza por el reconocimiento de los ambientes algales, la delimitación entre ellos y su importancia para la dinámica general de la región. El reconocimiento de un ambiente algal debe ser trabajo de ficólogos (no de limnólogos disfrazados de ficólogos). El criterio rector es la evidencia del crecimiento algal y su significado biológico (entendido éste como la generación de conceptos y relaciones teóricas con impacto en el quehacer de los biólogos para explicar la manifestación conspicua en lo general y en lo particular.

La primera aproximación a un ambiente algal formado por floras manifiestas conspicuas, resalta los factores mesológicos generales que posibilitan la expresión algal (ésta y no otra) y las unidades merísticas con las que se inicia el proceso de análisis ficológico. Estas unidades son también el punto de partida para los trabajos florísticos (vistos en el capítulo anterior) y taxonómicos (que veremos en el próximo). La correspondencia entre los factores mesológicos y cierta presencia algal no es una relación bivalente, sobre todo por la dinámica de todos los componentes; es más evidente el conjunto de procesos que alguno aislado, y aunque en ocasiones es aparente la selección de la presencia algal por algún factor mesológico, su sobrevaloración introduce una jerarquía ajena al proceso mismo (por ejemplo cuando se habla de factores primarios, fundamentales, etc) que inclina la balanza del análisis hacia los factores mesológicos y no hacia la presencia misma de las algas. No se trata de desconocer la importancia de los factores mesológicos críticos ("las presiones de selección") sino más bien de ponderar los que aparentemente no tienen gran importancia, pues lo que está en juego es la explicación de lo presente y no de lo ausente por acción de un factor. Es claro que las relaciones de las algas y su medio ambiente son más complejas de lo anotado, y su discusión está condicionada más al trabajo de tipo ecofisiológico y de análisis de conjuntos algales específicos que a un planteamiento general como éste. Por lo pronto queda establecido que la explicación de los ambientes algales se inicia por el estudio ficológico más que por los factores mesológicos.

Los crecimientos algales que constituyen unidades merísticas\*, son los elementos para la construcción de unidades teóricas más complejas, correspondientes a su condición de unidad (unidades holísticas). La primera aproximación, atemporal, es la constitución de una coincidencia interespecífica (inter IOPEs) que está enmarcada en una dinámica de especies restringida, dadas las condiciones ambientales dominantes; a la coincidencia la llamaremos asociación y a la dinámica general, comunidad. Como los límites y contenidos de ambas son difíciles de precisar, por las condiciones de colecta, de análisis y su atemporalidad, la construcción, como caracterización previa, nos lleva a elegir criterios de síntesis (simultáneos al análisis previo). La construcción que incorpora el tiempo incorpora otros criterios que veremos más adelante. Mientras tanto, la asociación y la comunidad sólo pueden definirse y delimitarse por la continuidad y discontinuidad entre los elementos que forman parte de las unidades merísticas y por la posibilidad de ir identificando factores microambientales que "expliquen" en primera instancia, la presencia de algunos IOPEs.

Al incorporar el tiempo, los principales criterios que entran en juego son las diferencias y semejanzas florísticas, tanto cualitativa como cuantitativamente. La construcción de la flora potencial de la región modifica la aproximación previa de la comunidad y define la dinámica de las asociaciones. Finalmente, la síntesis espacio-temporal posibilita las generalizaciones necesarias para la caracterización de los ambientes, en función de las modificaciones mesológicas del espacio en el tiempo, de la permanencia de condiciones en distintos espacios en uno o varios tiempos, y sobre todo en la explicación de la continuidad florística de un ambiente (continuidad en asociaciones y especies).

Este planteamiento general es claro en el trabajo con ambientes propiamente acuáticos con floras conspicuas. En el caso del suelo, la obligada utilización de cultivos modifica la aproximación y en vez de contemplar dos aspectos (la relación factores mesológicos-crecimientos algales y análisis y construcción de asociaciones y comunidades) incorpora un tercero que, obviamente, condiciona los anteriores y es la distinción de especies acuáticas o de suelo a partir de cultivos y del "comportamiento fisiológico". La delimitación del "ambiente edáfico" incorpora, así, procedimientos de la ecofisiología, la florística y la taxonomía; es una tarea compleja en la que se involucran los análisis de crecimientos visibles, de flora inconspicua y los resultados de cultivos más o menos prolongados. Y ya que las especies presentes en ambos casos pueden ser tratadas como especies acuáticas o edáficas, la valoración de su presencia depende del comportamiento en cultivos posteriores.

Las condiciones ambientales que hacen posible un crecimiento visible en el suelo tienen tres componentes: uno, la presencia de los factores físicos y químicos necesarios para sostener el desarrollo algal; dos, el desarrollo algal mismo que modifica no sólo al primero sino a sí mismo; y tres, las relaciones ecofisiológicas que coinciden, es decir, la suma (dimensional) de resistencias y potencialidades fisiológicas en la expresión momentánea y específica (como una conjunción única, derivada del juego de los primeros dos componentes).

La presencia de algunas algas acuáticas en la flora del suelo modifica estos tres componentes, lo cual lleva el análisis hacia una comparación (construcción teórica del nivel específico y sus expresiones fisiológicas) entre los ambientes terrestres y acuáticos, y hacia la capacidad de resistencia a la desecación. Suponiendo que se parta del conocimiento preliminar de la flora acuática (con el tratamiento florístico y no ecofisiológico), las comparaciones pueden iniciarse con un tratamiento selectivo de la bibliografía (en lo relativo a la información ambiental y manipulación en cultivos) y la certeza de la identificación (nuestra y de la bibliografía). Estos inicios son bastante endebles como para sostener el andamiaje de una comparación, sin embargo, entre el tratamiento florístico descrito en el capítulo anterior y la "reconstrucción" de ambientes propuesta aquí, se afianzan y modifican paulatinamente estas bases.

Por lo que respecta a la flora inconspicua del suelo, ésta sólo puede analizarse con la utilización de cultivos. La aplicación de condiciones en gradiente es una primera aproximación y en el caso de la utilización de un gradiente de humedad, se "enmarca" la expresión de las algas en una situación reconstruible a medias: como "lógicamente" se seleccionan las algas acuáticas y/o hidrofílicas, parece que no hay posibilidad de delimitación (aunque se inicie la definición); pero ya desde la colecta de suelo se separan las floras acuáticas, semiacuáticas y del cultivo de las propiamente edáficas. La condición edáfica no significa independencia absoluta del agua, más bien implica la dependencia a condiciones especiales y de un juego de condiciones acuáticas-aéreas-edáficas-luminosas; visto de otro modo, a las condiciones simultáneas de desecación, poca movilidad de iones o viceversa, altos grados de salinidad, cambios repentinos de pH y de gases disueltos, etc. Dentro de una aproximación clásica, sería necesario cuantificar y "demostrar" que lo anterior es cierto; en nuestra aproximación lo que importa es, en primera instancia, la presencia misma de las algas y aún de distintas algas cada vez.



Por último, para la delimitación de los ambientes algales edáficos, la necesaria utilización de cultivos de suelo es el medio por el que se logra la correspondencia con los crecimientos visibles. Un cultivo de suelo tiene dos significados: primero, es la posibilidad de manifestación de uno a varios IOPEs que serán objeto de análisis ecológico; segundo, es la posibilidad de manipulación de factores mesológicos como un requerimiento teórico en la explicación de la manifestación anterior. Así como en los crecimientos visibles en el campo intervienen tres componentes, en los cultivos éstos son llevados a un nivel de abstracción que en las aproximaciones clásicas se confunde con las causas de la manifestación. La manifestación en un cultivo de suelo es la confluencia de existencias simultáneas de IOPEs con diferentes tipos de metabolismos, de orígenes ambientales diversos y de las condiciones que posibilitan la expresión de dichos IOPEs en forma masiva. La presencia de una unidad individuo-población (I-P) y conformación en IOPE a partir de las condiciones del cultivo, es la unidad para conformar ámbitos ecológicos de la especie y ambientes algales donde puede existir. Pero en un cultivo de suelo no aparece un solo IOPE y la presencia de otros modifica también las maneras de conformar esos ámbitos y ambientes. Las condiciones del cultivo adquieren entonces relevancia para la distinción de sectores o intervalos en la expresión de dichos IOPEs (ahora contemplados como unidades más complejas, equivalentes a las asociaciones de los crecimientos visibles en el campo). Esta necesidad de utilizar elementos mesológicos para construir unidades no significa que se les utilice como explicación de la expresión; significa, más bien, la correspondencia entre selección hecha por el medio y la coincidencia de capacidades de germinación y expresión de uno y varios IOPEs y la modificación posterior por la presencia de los IOPEs mismos.

En resumen, para la delimitación de ambientes algales edáficos contamos con la posibilidad de la expresión masiva de las algas por efecto de las condiciones del cultivo. Esta expresión es la flora inconspicua que no necesariamente es edáfica; los IOPEs que se expresan, se incorporan a la dinámica del cultivo; esta dinámica es la que debe ser objeto de análisis y no las condiciones que originan el crecimiento. Y así como en las muestras de campo que forman unidades merísticas se incorporan datos mesológicos, éstos no son la explicación fundamental de tal crecimiento.

Una vez obtenido un crecimiento visible, el proceso de aislamiento y purificación necesario para la identificación y conformación del IOPE respectivo, cambia aún más drásticamente las condiciones del ambiente algal bajo estudio. Sin embargo, la identificación de las especies requiere de dicho proceso. La conformación de un IOPE debe entonces tomar en cuenta este proceso como un medio y no como un fin.

Veamos ahora que limitaciones impone la utilización de cultivos y cuáles son sus implicaciones en el trabajo ecológico.

El problema inicial es la complicación metodológica que involucra la elección de un medio nutritivo adecuado, las condiciones de cultivo, las variaciones para determinar el crecimiento óptimo o normal y la determinación de un grado de pureza satisfactorio según el objetivo del trabajo y sus implicaciones teóricas.

La elección del medio nutritivo conlleva la selección de los organismos que serán cultivados; aún los medios más generales seleccionan una gran cantidad de organismos, no sólo por la accesibilidad mediata o inmediata de los nutrientes, sino por la germinación inmediata o posterior de algunas algas. En el caso de cultivos de suelo, la proporción de nutrientes es prácticamente desconocida y por tanto la selección es más drástica.

En cuanto a las condiciones de cultivo generalmente se utilizan las llamadas standard (20-25°C, agar al 1.5-2%,  $\pm$  2000 luxes, 16-8 a 12-12 hrs. de fotoperiodo). Estas condiciones "standard" son más bien empíricas y dan buen

resultado en la mayoría de las especies, quizá porque éstas provienen de zonas templadas. Para el caso de las algas de suelo la aplicación de estas condiciones evita la manifestación de muchos IOPEs.

El crecimiento óptimo de una especie en un cultivo puro es un parámetro realtivo; el crecimiento más rápido en un tiempo dado es el crecimiento óptimo. Como las condiciones se mantienen "constantes", el tiempo es la variable independiente, entonces el crecimiento es la "variable dependiente". Para otras condiciones hay otro crecimiento óptimo, y así, el óptimo de los óptimos supone condiciones excepcionales en el cultivo. Para fines fisiológicos quizá este tratamiento y aproximación sean útiles (suponiendo que existiera alguna manera de correlacionar fisiologías potenciales). Para fines ecológicos, enmascara o elimina las relaciones entre las especies. La curva de expresión de una especie, para un parámetro, es una manipulación de la potencialidad fisiológica, no de la potencialidad florística o ecológica. Por otra parte, pensar en crecimiento óptimos en cultivos mixtos es confundir la coincidencia (y competencia) de condiciones meso y fisiológicas superpuestas para un tiempo generacional dado (puesto que estamos trabajando con poblaciones, clonales o no).

También hay que considerar el grado de pureza, ya que, el comensalismo, el mutualismo, la inhibición o la estimulación de crecimiento, están presentes en muchas algas, bacterias y hongos cuando se presentan juntos. La disponibilidad, por ejemplo, de algunos compuestos vitamínicos o carbonados simples producto de la actividad bacteriana o fúngica, estimulan el crecimiento de algunas especies e inhiben el de otras.

La utilización de cultivos de suelo trae consigo, además los problemas de delimitación espacial y temporal del ambiente edáfico. La manifestación en un cultivo de suelo puede ser debida a lapresencia, en el momento de colecta, de elementos llegados por dispersión (permanente u ocasional) de regiones más o menos alejadas, o de cuerpos de agua, o de ambientes edáficos distintos. En el desarrollo del cultivo de suelo no es posible distinguir las especies con latencia corta, hidrofílicas, de las especies con latencias largas, edáficas o subaéreas. Tampoco entre las que, por las condiciones de cultivo, cubren sus requisitos de germinación y que no existen sino en condiciones esporádicas en el campo, de las que tienen requerimientos muy bajos para su germinación.

A pesar de estas limitaciones, los cultivos de suelo permiten un análisis que de otro modo no podría realizarse; por ejemplo, en el desarrollo de cultivos mixtos se obtiene una amplia variación morfológica y fisiológica que no siempre puede reproducirse en cultivos puros. La utilización de esta variación con fines taxonómicos generalmente resuelve problemas de delimitación específica, y en el caso del análisis ecológico, establece los vínculos entre las especies, vínculos poblacionales y ecofisiológicos como un todo. También en los cultivos de suelo se resuelven muchos de los casos de ausencia de especies potencialmente presentes en la región. El paso de flora potencial a manifiesta en los cultivos permite establecer mejores puntos de contacto (o delimitación) entre floras acuáticas y edáficas. Con un tratamiento adecuado de los cultivos de suelo se puede también obtener mucha información sobre algunas capacidades de resistencia a los factores ambientales con los que se está trabajando.

En la definición del ambiente edáfico, como en su delimitación, se analizan cuatro maneras de integrar la información: la información que ofrece la bibliografía sobre la ecología, hábitats y distribución geográfica de las especies que germinan en los cultivos; el análisis espacio-temporal y su relación con las manifestaciones en el cultivo para cada una de las especies; la reconstrucción de los ámbitos y hábitats donde proliferan cada una de las especies y la circunscripción taxonómica más precisa o definida.

La información ecológica sobre las especies que puede utilizarse nos sirve para conocer los límites de resistencia a factores mesológicos, para interpretar la potencialidad fisiológica y la variación de ésta por la presencia de otras

algas y la importancia del ambiente algal donde proliferan; es decir, se incorpora información derivada de los ambientes a la construcción de un IOPE. Desgraciadamente es un tipo de información que no existe explícitamente o sólo en forma de autoecología. Los tratamientos autoecológicos, como la taxonomía de cultivos puros, aíslan las especies entre sí, la integración de esta información en el contenido del IOPE que pretendemos construir es evaluada en la elaboración de la flora tónica de la región (ver capítulo IV).

El análisis espacio-temporal de las manifestaciones algales de un cultivo pretende identificar los elementos regionales, los temporales (estacionales) y los ecofisiológicos de cada una de las especies y de los grupos de ellas que puedan hacerse: el momento de colecta marca relaciones en las presencias en cultivos, relaciones entre las especies derivadas de la dispersión y de la resistencia a factores adversos. El sitio de colecta ubica estas relaciones en un espacio, con las consideraciones mesológicas respectivas que incluyen las distinciones meso, macro y microambientales, la presencia de floras conspicuas, el perfil de colecta (muestreos de superficie y de profundidad), la cercanía de cuerpos de agua y las condiciones de humedad en el suelo y en la región.

La información anterior tiene relación con las maneras de manifestarse en los cultivos. El tiempo que tarda la germinación de cada una de las especies y las condiciones de cultivo en las que lo hacen marca las diferencias fisiológicas necesarias para la separación de grupos. Con cultivos posteriores se extienden los intervalos de expresión de dichas diferencias, para definir más precisamente dichos grupos. El desarrollo de los crecimientos en el cultivo también ofrece alguna información sobre las capacidades de las especies para ocupar ambientes; por ejemplo, crecimientos rápidos pero restringidos a condiciones precisas reflejan capacidades restringidas, mientras que crecimientos en varias condiciones de cultivo significa que se trata de especies con requerimientos menos estrictos. Un elemento más para distinguir estos tipos de crecimientos es el tipo de reproducción y de estructuras reproductoras; la presencia de zoosporas, hormogonios, etc. ayudan a conocer la capacidad de ocupar distintas condiciones del cultivo.

La reconstrucción de los ambientes donde proliferan las especies es la interpretación de la información anterior esta reconstrucción es del momento de coincidencia de factores ambientales y flora típica. Los factores ambientales son delimitados por la información sobre los intervalos de resistencia, y la flora típica, por las asociaciones presentes (más bien por las capacidades de resistencia similares), tomando en cuenta la distribución mundial de las especies. La reconstrucción de ambientes utiliza las unidades holísticas construidas previamente como IOPEs en su confluencia en las condiciones analizadas; éstas unidades son así, material para circunscripciones taxonómicas más precisas, lo que redundará en una construcción más elaborada de los ambientes algales en cuestión.



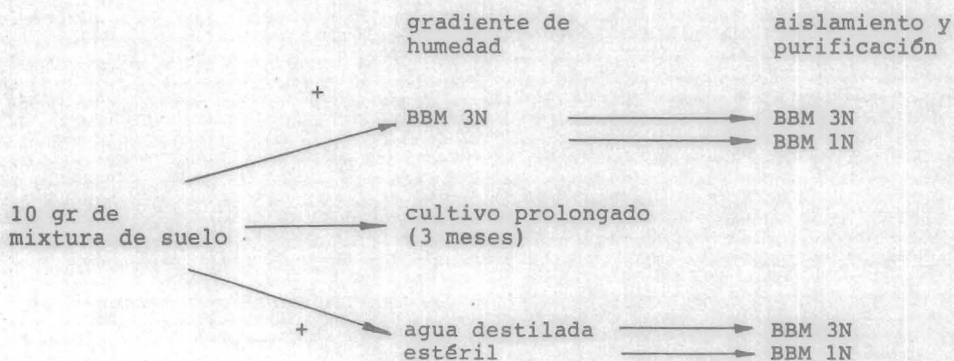
## 2. HACIA LA FLORA TIPICA DEL SUELO DEL VALLE DE TEHUACAN

Como un ejemplo de construcción de flora típica del suelo, se presentan los primeros resultados del análisis de cultivos de suelo, así como el inicio de las integraciones mencionadas anteriormente. La tipificación de la flora del suelo es una tarea a muy largo plazo y su realización es parte de varios proyectos sobre ambientes que se realizan en esta región, los cuales se refieren a ficoflora de ambientes algales en cuerpos de agua corriente y en suelos húmedos con crecimientos visibles. (Escalante y Novelo 1984; Avila y Novelo 1984).

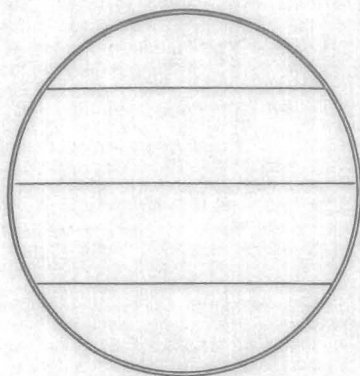
En el capítulo anterior se ha hecho mención a las características mesológicas más generales del Valle de Tehuacán y a la ubicación y características de las localidades donde se colectaron muestras de suelo. La metodología de colecta ha sido descrita en otro trabajo (Novelo y González 1981).

Para este trabajo se utilizaron cultivos de suelo con un gradiente de humedad, consistentes de una mezcla de suelo superficial de todos los puntos de colecta sobre un transecto. 10 gramos de esta mezcla se colocaron sobre agar al 3% en una caja de petri de 20 cm de diámetro. Manteniendo la caja inclinada en unos 15° se añadieron 10 ml de líquido en la parte inferior que por capilaridad generó un gradiente de humedad. Se cultivaron mezclas de dos transectos (A1 y A2). De estos cultivos se hicieron dos versiones, una con medio basal de Bold con el triple de nitrógeno (BBM 3N) y otra sólo con agua estéril. Los cultivos se mantuvieron sellados para evitar la pérdida de líquido y en condiciones standard (2000 luxes en un ciclo de 12 hrs de luz y 12 de oscuridad, una temperatura de 20-21°C). A pesar del sello, las condiciones de humedad no fueron constantes, por lo que fue necesario añadir líquido en intervalos variables. La cantidad de líquido siempre fue la misma y se aplicó sólo cuando la zona seca presentaba señales de contracción o fractura del agar.

A los crecimientos algales resultantes de estos cultivos primarios se les anotó fecha de germinación, lugar de germinación y crecimiento en la caja, velocidad de crecimiento (tiempo en germinar y/o en cubrir distintas condiciones de humedad).



El gradiente de humedad en la caja se calificó en cuatro condiciones, zona líquida, zona húmeda 1, zona húmeda 2, zona seca, según el siguiente esquema:



zona seca (S)

zona húmeda 2 (H<sup>2</sup>)

zona húmeda 1 (H<sup>1</sup>)

zona líquida (L)

Las resiembras, se han mantenido en BBM 3N con agar al 1.5%, en BBM 1N con agar al 1.5 %, en BBM 3N líquido o en BBM 1N líquido según se observara crecimiento más abundante y prolongado. Las purificaciones, hasta ahora han llegado a mantener cultivos unialgales (con bacterias). En ningún caso se ha visto una estimulación del crecimiento en los cultivos mixtos de algas y comparados con los unialgales.

Una parte de todos los aislamientos han sido conservados en formol al 4% y mantenido dentro de las colecciones de herbario del Proyecto "Flora ficológica de la cuenca del río Papaloapan".

Las especies que germinaron en los cultivos con gradiente de humedad se presentan en el cuadro 1. En él se anota dónde germinó el primer crecimiento visible de cada especie y no su desarrollo posterior.

En el cuadro 1 se observa que en la zona más húmeda (H<sub>1</sub>) germinaron el mayor número de especies, tanto en los cultivos con medio nutritivo como en los que carecían de él. A excepción de *Microcoleus lacustris*, *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris* y una *Chlorococcal* (3) que germinaron en varias zonas simultáneamente, el resto de las especies inició su germinación en solo una zona.

Todas las especies de cianofitas, después de un mes de cultivo, cubrieron todas las zonas, mientras que cada una de las clorofitas mantuvieron zonas de crecimiento más o menos bien delimitadas: *Chlorococcum* sp. *Neochloris* sp. ocuparon al mes de cultivo las zonas seca (s) y menos húmeda (H<sub>2</sub>). *Chlorosarcinopsis* sp., una especie sin identificar (*Chlorococcal* 3) y *Gloeocystis vesiculosa*, formaron crecimientos aislados de la zona líquida a la zona menos húmeda (H<sub>2</sub>). Una clorofita coccoide (*Chlorococcal* 4) y *Botryosphaera sudetica* sólo formaron crecimientos visibles en las zonas líquida y más húmeda (H<sub>1</sub>), respectivamente.

Tanto la primera zona de germinación, como las zonas que ocuparon al mes de cultivo nos proporcionan información sobre las condiciones que favorecen el desarrollo algal (un equivalente de las condiciones óptimas de cultivo); también sobre las "necesidades" fisiológicas en la proporción de agua y aire en el suelo para la germinación y desarrollo de cada IOPE.

CUADRO 1

ZONA DE GERMINACION DE ESPECIES EN UN GRADIENTE DE HUMEDAD

	CULTIVO CON BBM 3N			CULTIVO CON AGUA DESTILADA				
	m/S	m/H <sub>2</sub>	m/H <sub>1</sub>	m/L	a/S	a/H <sub>2</sub>	a/H <sub>1</sub>	a/L
<i>Lyngbya allorgei</i>			‡					
<i>Lyngbya putealis</i> *			‡					
<i>Microcoleus lacustris</i>	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	
<i>Microcoleus subtorulosus</i>			‡					
<i>Myxosarcina spectabilis</i>							‡	
<i>Nostoc muscorum</i> *							‡	
<i>Oscillatoria claricentrosa</i>			‡					
<i>Oscillatoria foreau</i> *			‡					
<i>Phormidium autumnale</i>			‡					
<i>Phormidium inundatum</i>				‡				
<i>Phormidium laminosum</i>							‡	
<i>Scytonema bohneri</i>							‡	
<i>Chlorococcum</i> sp.	‡							
<i>Neochloris</i> sp.	‡							
<i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> *	‡	‡	‡	‡			‡	
<i>Botryosphaera sudetica</i> *							‡	
Chlorococcal 3				‡		‡		
Chlorococcal 4				‡				
<i>Gloeocystis vesiculosa</i> *				‡				
<i>Chlorosarcinopsis</i> sp.*			‡					

\* Presentes también en cultivos de suelo anegados (1977-1978)



Las colectas de suelo fueron hechas siete años antes de su cultivo; se mantuvieron secas a temperatura ambiente y en la oscuridad en ese lapso. Los primeros crecimientos en los cultivos fueron visibles al cabo de tres a seis días, a los 15 días la zona líquida y la más húmeda se cubrieron casi totalmente de crecimientos algales. En un caso (A2) la velocidad de crecimientos y dispersión en la caja de petri fue mayor por la presencia de numerosos nemátodos. El crecimiento fúngico también se hizo evidente en estos primeros quince días, sin embargo, al cabo de un mes la presencia de las algas era predominante. Los crecimientos bacterianos, poco visibles a simple vista, fueron más evidentes dependiendo de la materia orgánica presente en las muestras; sin embargo, su diversidad y abundancia fueron muy grandes al observar los crecimientos algales al microscopio óptico.

Las condiciones en las que se mantuvieron las muestras no permiten suponer un crecimiento vegetativo durante el tiempo de guardado; por las especies que germinaron tampoco se puede pensar en estructuras especiales de perennación, pues a excepción de las cianofitas heterocísticas, las pertenecientes a Oscillatoriaceae y las clorofitas unicelulares que se obtuvieron no presentan estructuras evidentes de perennación. La capacidad de reproducirse después de siete años tiene dos componentes que juegan un papel importante en la dinámica florística y ecológica de la región; por una parte, uno fisiológico que consiste en el mantenimiento del metabolismo en un nivel mínimo por un período considerable, o utilizando fuentes directas de energía, por ejemplo de las sustancias de reserva, almacenadas o por heterotrofia; por otra, un componente ecológico: la mayoría de las algas que germinaron son componentes "habituales" del suelo (es decir, se han reportado continuamente en estudios de suelo), lo que indica que la resistencia a la desecación de estas especies es especialmente alta. Respecto a esto último habría que considerar el lugar donde germinaron las algas, y aunque la mayoría de los crecimientos se iniciaron en las zonas más húmedas del cultivo, pronto se encontraron en toda la caja.

La resistencia a la desecación tiene su contraparte en la capacidad de reproducción rápida (ciclos de vida cortos) cuando las condiciones de humedad son favorables para ello; la utilización del agua del suelo en los cultivos es sumamente rápida. Bajo las mismas condiciones, los cultivos de suelo con crecimientos algales abundantes "agotan" el agua disponible más rápidamente que aquellos donde no los hay según la tabla siguiente

cultivo	medio nutritivo	% de cubrimiento de la caja de petri	periodo de rehumidificación
A1	BBM 3N	75%	15 días
A1	-	1%	21 días
A2	BBM 3N	50%	15 días
A2	-	0%	40 días

Claro está que esta capacidad de germinación y desarrollo rápido tiene algunas condicionantes, que se explican por la fisiología propia de las algas que germinan en los cultivos. Las primeras algas en germinar y en formar crecimientos visibles fueron en los cultivos con BBM 3N miembros de la familia Oscillatoriaceae, particularmente las especies del género *Microcoleus* y algunas del de *Oscillatoria*, posteriormente aparecieron especies de Nostocaceae, como las especies de los géneros *Scytonema* y *Nostoc*. Las últimas en germinar fueron las clorofitas cocoides: tomando en cuenta la cantidad de nitratos accesibles en el medio, la secuencia no es tan sorprendente, y, es notorio que ninguno de estos crecimientos redujo su actividad (en condiciones de humedad constantes) por la presencia de los otros.

Del comportamiento descrito tenemos mayores elementos para discutir la validez de la utilización de cultivos en condiciones controladas; aún variando las cantidades de nutrientes y su "competencia" por ellos, los crecimientos algales se mantuvieron vigorosos y en expansión constante. Las transferencias para lograr cultivos unialgales, en su gran mayoría para las cianofitas y utilizando BBM 1N y BBM 3N fracasaron, el crecimiento bacteriano siempre fue más veloz que el algal. En el caso de las clorofitas, los cultivos unialgales debieron de ser manipulados secuencialmente para lograr crecimientos vigorosos en BBM 3N. La manipulación consistió en la separación física de las células y microcultivos líquidos para estimular zoosporogenesis, estas esporas fueron sembradas posteriormente en BBM 3N.

El crecimiento en las diferentes zonas de humedad tuvo el siguiente comportamiento: las cianofitas siempre aparecieron primero en las zonas H<sub>1</sub> y H<sub>2</sub>, cubriendo, al final de la segunda semana en zonas H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub> y L. Las clorofitas germinaron primero en las zonas L y H<sub>1</sub>, posteriormente, al cabo de una a dos semanas y con condiciones de humedad constantes, se encontraron en todas las zonas, aunque en la parte más seca sólo formando crecimientos aislados.

De este recuento podemos concluir que, tomando en cuenta tres dimensiones que coinciden en los cultivos, la mayoría de las especies que se reportan aquí son típicas del suelo, y que por las amplias capacidades fisiológicas que demuestran seguramente tienen importancia en el movimiento florístico de la región. Las tres dimensiones mencionadas son: el tiempo general de la flora de la región ("medido" como sobrevivencia a largos periodos de sequía); el tiempo de germinación y crecimiento ("medido" como capacidad de germinación rápida en las condiciones precisas de humedad y desarrollo en otras condiciones); y el espacio ("medido" como las especies encontradas en Tehuacán y sus capacidades fisiológicas, obtenidas en los cultivos).

La germinación de *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris* en A2 tiene implicaciones distintas que modifican las dimensiones anteriores puesto que tanto las "mediciones" como las capacidades mismas son reducidas a una especie. La tipificación de la flora de suelo, en este caso, debe considerar la heterogeneidad de la distribución de la flora en el suelo y el impacto posible en el campo, de los factores mesológicos extremos en el Valle en el periodo de enero a abril es decir, la modificación en la composición florística del suelo en una distancia de 50 metros (en un transecto de 550 metros) y en el lapso de 6 meses.

El análisis puede continuarse según el comportamiento que siguen los cultivos de suelo después de más de un mes y variando las condiciones de humedad en ellos.

Al incorporar a lo anterior los resultados obtenidos en 1978 de cultivos de suelo anegados y líquidos (cuadros 2, 3 y 4) las especies presente podemos reunir las en cuatro categorías: especies hidrófilas, especies subaéreas, especies edáficas y especies con un intervalo de resistencia muy amplio a la humedad (en ambos sentidos).

CUADRO 2

ESPECIES OBTENIDAS EN CULTIVOS DE SUELO ANEGADOS (Novelo y González, 1981)  
(BBM, condiciones standard de cultivo)

<i>Chroococcus minor</i>	<i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i> *
<i>Chroococcus minutus</i>	<i>Chlorella zofingiensis</i>
<i>Pleurocapsa fluviatilis</i>	<i>Gloeocystis vesiculosa</i> *
<i>Pleurocapsa minor</i>	<i>Oocystis parva</i>
<i>Nostoc muscorum</i> *	<i>Chlorosarcinopsis</i> sp.*
<i>Oscillatoria foreau</i> *	<i>Desmococcus vulgaris</i>
<i>Lyngbya diguetii</i>	
<i>Lyngbya putealis</i> *	<i>Hantzschia amphioxys</i>
<i>Scytonema bohneri</i> *	

\* presentes también en cultivos con gradiente de humedad (1984)

CUADRO 3

ESPECIES OBTENIDAS DE MUESTREOS AEREOS, AISLADAS EN CULTIVOS UNIALGALES (*ibid*)  
(BBM, condiciones stadard de cultivos)

*Lyngbya subtilis*  
*Plectonema tenue*  
Chlorococcal 2  
*Botryosphaera sudetica*\**Eutetramorus planctinicum*  
*Desmococcus vulgaris*\*\*

\* también obtenida en cultivos con gradientes de humedad

\*\* también obtenido en cultivos de suelo anegado



CUADRO 4

FLORA DEL SUELO DE TEHUACAN OBTENIDA EN CULTIVOS

	gradiente de humedad				C.A.	C.L.
	S	H <sub>2</sub>	H <sub>1</sub>	L		
<i>Chroococcus minor</i>					‡	
<i>Chroococcus minutus</i>					‡	
<i>Myxosarcina spectabilis</i>			‡			
<i>Pleurocapsa fluviatilis</i>					‡	
<i>Pleurocapsa minor</i>					‡	
<i>Nostoc muscorum</i>			‡ - - - - -		‡	
<i>Plectonema tenue</i>						‡
<i>Scytonema bohneri</i>			‡ - - - - -		‡	
<i>Lyngbya allorgei</i>			‡			
<i>Lyngbya diguetii</i>					‡	
<i>Lyngbya putealis</i>			‡ - - - - -		‡	
<i>Lyngbya subtilis</i>						‡
<i>Microcoleus lacustris</i>	‡ - - - -	‡ - - - -	‡ - - - -	‡		
<i>Microcoleus subtorulosus</i>			‡			
<i>Oscillatoria claricentrosa</i>			‡			
<i>Oscillatoria foreaui</i>			‡ - - - - -		‡	
<i>Phormidium autumnale</i>			‡			
<i>Phormidium inundatum</i>				‡		
<i>Phormidium laminosum</i>			‡			
<i>Chlorococcum</i> sp.	‡					
<i>Neochloris</i> sp.	‡					
Chlorococcal 2						‡
<i>Chlorella vulgaris</i> var. <i>vulgaris</i>	‡ - - - -	‡ - - - -	‡ - - - -	‡ - - - -	‡	
<i>Chlorella zofingiensis</i>					‡	
<i>Oocystis parva</i>					‡	
<i>Botryosphaera sudetica</i>			‡ - - - - -			‡
Chlorococcal 3		‡ - - - - -		‡		
Chlorococcal 4				‡		
<i>Eutetramorus planctonicum</i>						‡
<i>Gloeocystis vesiculosa</i>				‡ - - - -	‡	
<i>Chlorosarcinopsis</i> sp.			‡ - - - - -		‡	
<i>Desmococcus vulgaris</i>					‡ - - - - -	‡

S = zona seca; H<sub>2</sub> = zona húmeda; H<sub>1</sub> = zona húmeda; L = zona líquida; C.A. = cultivos anegados; C.L. = cultivos líquidos.

Las especies presentes solo en zonas líquidas (hidrófilas) son:

*Chroococcus minor*  
*Chroococcus minutus*  
*Pleurocapsa fluvialis*  
*Pleurocapsa minor*  
*Plectonema tenue*  
*Lyngbya diguetii*  
*Lyngbya subtilis*  
*Phormidium inundatum*

Chlorococcal 2  
*Chlorella zofingiensis*  
*Oocystis parva*  
Chlorococcal 4  
*Eutetramorus planctonicum*  
*Gloeocystis vesiculosa*  
*Desmococcus vulgaris*

Las especies presentes en las zonas húmedas (subaéreas) son más húmedas, zonas H<sub>1</sub> y tanto en H<sub>1</sub> como en cultivos anegados o líquidos (subaéreas) son:

*Myxosarcina spectabilis*  
*Nostoc muscorum*  
*Scytonema bohneri*  
*Lyngbya allorgei*  
*Lyngbya putealis*  
*Microcoleus subtorulosos*

*Oscillatoria claricentrosa*  
*Oscillatoria foreauii*  
*Phormidium autumnale*  
*Phormidium laminosum*  
*Botryosphaera sudetica*  
*Chlorosarcinopsis* sp.

Las especies presentes en las zonas menos húmedas (H<sub>2</sub>) y secas (edáficas) son:

*Chlorococcum* sp.  
*Neochloris* sp.  
Chlorococcal 3

Las especies presentes en diversas condiciones de humedad son:

*Microcoleus lacustris*  
*Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*

La zona de crecimiento para cada especie no está determinada por la presencia de una célula originaria, pues en la mayoría de los casos se observaron crecimientos simultáneos de la misma especie en condiciones similares. Por ello, estas categorías son una muestra de capacidades reales en condiciones de crecimiento mixto, evidentemente más "naturales" que los cultivos puros. Por su composición específica las categorías son bastante discretas entre sí. Desde el punto de vista ecológico, las tres primeras categorías cobran importancia según el ambiente que se estudie, la primera para los ambientes acuáticos y la segunda y tercera para los ambientes edáficos en general.

La delimitación de los ambientes edáficos gracias a la utilización de cultivos, puede hacerse ahora con el concurso de la flora manifiesta del suelo húmedo, cuya composición es diferente de la que se observa en los crecimientos acuáticos adyacentes (Avila y Novelo, 1984; Avila, 1985). Las especies comunes a estos ambientes están sujetas a cambios en las condiciones mesológicas que limitan el análisis de su resistencia a la desecación (Evans, 1958, 1959, 1960).

De los resultados analizados, en su conjunto, puede decirse que las especies presentes tipifican al suelo de Tehuacán como un ambiente algal que permite la continuidad florística de la región y que mantiene una flora inconspicua propia; los límites con otros ambientes algales (subaéreos o acuáticos) se establecen

en el tiempo (por las variaciones en las proporciones de las especies que estén presentes en el suelo) y no por la presencia de comunidades o de crecimientos visibles. Si partimos de estos crecimientos visibles como elementos que definen y delimitan un ambiente algal, entonces el suelo no es un ambiente. Si partimos de la posibilidad de expresión de las algas, entonces el suelo posibilita la formación de ambientes algales específicos.

### 3. ANALISIS DE ALGUNOS CONCEPTOS UTILIZADOS EN ESTE CAPITULO

Las consideraciones sobre la flora de la región (tópica) y el conocimiento de los grupos algales presentes (desde el punto de vista taxonómico y funcional) son elementos para la construcción de una flora típica. La relación entre la presencia y el cómo de esa presencia de un IOPE (en función de las condiciones mesológicas y de otros IOPEs presentes en el mismo tiempo), establece un contexto que se define, por los elementos que se consideran en la conformación de los IOPEs en cuestión. Por otra parte, el contexto que establecen las relaciones taxonómicas y ecológicas, define su contenido por la presencia de IOPEs en un espacio considerado dentro de un período. Por último, el contexto creado por las relaciones entre el conjunto de especies presentes y los criterios que se utilizan para delimitarlas, se define por las maneras como se relacionan las especies y su comportamiento (como expresión de su fisiología).

Una información, un dato o un concepto, varía en su valor según el contexto donde se aplican, porque modifican y cualitativa y cuantitativamente la extensión y contenido de sus significados; así, en los tres contextos mencionados se mantiene una continuidad entre ellos, continuidad que a su vez marca los límites del contexto respectivo según el valor que se da a la información. Veamos algunos ejemplos utilizando la discusión de algunos conceptos y su significado dentro de estos contextos.

Los ejemplos que discutiremos son: el significado de la ponderación de caracteres; la importancia de los gradientes mesológicos y los crecimientos algales visibles, y, por último, el significado de la abundancia.

En la taxonomía predominante los criterios que se utilizan para asignar discontinuidades y límites en un universo continuo y el valor que se da a los análisis dirige el pensamiento a razonamientos lógicos, generalmente ajenos al universo de conocimiento de la ficología. Los razonamientos lógicos son aplicables sólo a los universos de donde provienen. Esto es, las taxonomías filogenéticas actuales son aplicables sólo en el terreno filogenético (y por su origen, aislados de los terrenos ecológicos y biogeográficos), su aplicación directa dentro de concepciones distintas, nulifica los principales supuestos de los que parten. Como ejemplo de estas taxonomías aisladas están las propuestas por Drouet y Daily, las de los bacteriólogos por otro para las cianofitas, y las propuestas para las clorofitas por Pickett-Heaps y Stewart y Mattox entre otros.

Para la flora típica de una región, el reconocimiento de las especies está ligado a los criterios y razonamientos mencionados, sin embargo, la revaloración de esos criterios para reconocer especies taxonómicas, la expresión de las especies en ambientes algales y la relación con sus



congéneres las modifican e incorporan en una estructura que permite reconocer las especies y reconstruir permanentemente los caracteres. La ponderación de los elementos de reconocimiento (caracteres) oscila entre lo funcional (una parte manifiesta de lo genético) y lo genético. Esta ponderación asigna múltiples valores a los caracteres, y su utilización y aplicación dependerá de los caracteres utilizados en su conjunto y en el contexto donde se apliquen.

Así, la distinción de una especie debe contemplar no sólo los criterios utilizados por otras taxonomías (como vínculo lingüístico y extensión del conocimiento) sino sobre todo, los caracteres que, en la región bajo estudio, la hacen distinta de las otras especies. La distinción será a partir de los caracteres taxonómicos, y también de los funcionales (ecológico-evolutivos).

La existencia simultánea de múltiples gradientes en las condiciones mesológicas y la distribución de crecimientos algales en ellos es otro de los temas que modifican su significado según el contexto de que se trate. Para la flora típica, la coincidencia de ciertas condiciones mesológicas y la flora que sustentan, modifican los criterios que hacen posible reconocer las especies; como vimos, aportan elementos de valoración y caracterización a cada una de las especies que se encuentran en un crecimiento. La flora, por su parte, adquiere el dinamismo descrito en el capítulo anterior, dinamismo (ahora a parte del análisis mesológico) que es parte de los criterios de reconocimiento de las especies. El concepto de crecimiento algal visible y las condiciones que lo posibilitan son parte de la taxonomía de las especies.

Derivado de lo anterior, la abundancia relativa de una especie con respecto a sí misma y a otras especies, es el vínculo para reconocer caracteres propuestos en ciertas condiciones mesológicas y biológicas (éstas últimas como resultado del análisis florístico). La abundancia, que es el punto de partida de toda flora (dada la conspicuidad), desde la perspectiva taxonómica y ecológica es, simultáneamente, una herramienta metodológica, un punto de partida y un criterio de análisis en la conformación de IOPEs.

IV CHLOROSARCINOPSIS SP.  
EN EL SUELO DEL VALLE  
DE TEHUACAN.

HACIA LA FLORA  
TONICA

IV. Viaje al país de los  
"Juijins"

Swift

## 1. GRUPOS TAXONOMICOS EN UN AMBIENTE DE UNA REGION.

En los capítulos anteriores hemos mencionado en varias ocasiones los problemas sobre las delimitaciones entre las especies y la aplicación de la taxonomía predominante en nuestro trabajo. A los ojos de cualquier ficólogo más o menos entrenado el reconocimiento de las distintas especies en el campo, no es tan difícil como la asignación del epíteto específico correspondiente durante el trabajo del laboratorio. En general, las colectas están impregnadas de esa capacidad adquirida para distinguir a simple vista dos especies o con poca ayuda al microscopio; esa "capacidad" de distinción se entorpece durante el trabajo en el laboratorio, se enmascara y oculta tras los caracteres que son tomados en cuenta por la taxonomía y la sistemática. Al final del proceso de identificación lo que más cuenta son las medidas, la conformación del talo a grandes aumentos, etc., y la apariencia que motivó la colecta queda relegada a un segundo o tercer grado de importancia. Esta subestimación del trabajo de campo y su correspondiente análisis ecológico, es más evidente cuando se analizan muestras de colectas en regiones más o menos amplias; la gran cantidad de información que se maneja entonces, dificulta recuperar aquella sensación que dió origen a la colecta. El número tan grande de algas (en número de individuos y en tipos) que pueden colectarse en un viaje, también dificulta ese vínculo entre las sensaciones en la colecta y el proceso de identificación.

Una de las opciones más socorridas en los proyectos para realizar floras de un país o región es la de sectorizar dicha flora en grupos taxonómicos según los especialistas que estén involucrados. Así, las "floras" son proyectos resultantes de sumas de sectores producto de criterios taxonómicos (un ejemplo de lo anterior, son los volúmenes publicados por el I.C.A.R. en la India). El objetivo de este tipo de trabajos es el de servir de manual para identificar la flora de la región, y en la identificación con estos manuales se pierden casi totalmente las primeras aproximaciones a las algas hechas durante la colecta.

La sectorización de la flora en grupos taxonómicos no oscurece el análisis si se toma en cuenta toda la flora simultánea. En este caso lo que importa es el peso que tiene un cierto grupo para un cierto tipo de análisis o construcción y, entonces, toda la información existente sobre tal grupo cobra una importancia distinta.

Tanto para la flora como para la ecología, el punto de partida es la identificación y asignación de un nombre a los ejemplares algales colectados. Para nuestro país no existen identificaciones amplias de flora, por lo que hay que recurrir a los manuales y tratados sobre flora de otros países, tanto templados como ecuatoriales tanto de América como de Australia, Asia, Europa y África. La asignación de un nombre que proviene de estos trabajos a nuestros ejemplares, crea universos de conocimiento que sólo se sostienen por un vínculo lingüístico (el nombre); aún cuando todos los caracteres que se utilicen sean identificados en nuestros ejemplares, la circunscripción biológica (en las floras tópicas y típicas) de esa especie escapa de nuestro trabajo y se incorpora a ese universo.

Para la manera predominante de identificación, la certeza la da, como bautizo y confirmación religiosa, la certificación de los especialistas, quienes lo que en realidad hacen es cerrar el círculo lógico de A es A y no puede ser B porque no tiene las características de B (aunque esto sea una convención y no la realidad). A este círculo se añade (no incorpora) la información proveniente de la autoecología, la ecofisiología y sus extrapolaciones genéticas y evolutivas. La especie con todas estas informaciones, puede ser reproducible por sus respuestas y características normalizadas y discretas. Para esa taxonomía lo que importa es qué tan discretos y reproducibles son los caracteres para hacer la



identidad necesaria con un nombre. No por descuido, el último renglón de una descripción original de una especie es el lugar de origen y tampoco por descuido es que no se mencione nada sobre el ambiente de donde proviene y las características que el alga le imprime a tal ambiente.

Estos últimos elementos son los que crean las características propias de un ambiente algal, las que conforman el "panorama ficológico" y en resumen, todo lo que ha sido descrito en los capítulos anteriores: su manifestación en ciertas condiciones y su potencialidad espacial y temporal, su asociación con otras especies y la forma de crecimiento común, su aislamiento espacial y temporal de otros crecimientos de la misma especie según las condiciones mesológicas, etc. En fin, lo que hace a la especie parte de ese panorama ficológico, no se incluye en la taxonomía imperante sino sólo es un dato curioso o motivo de estudio para especialistas de otras disciplinas.

La dinámica florística de una región y los ambientes algales que la caracterizan tiene como vínculo y contenido las especies objeto de estudio. Estas especies son manifiestas y potenciales, se expresan de manera característica según las condiciones ambientales (incluyendo la concurrencia de las otras especies). Su reconocimiento como especies, no puede dejar de lado la taxonomía que pretende volver discretas las unidades con las que trabajamos. Ya hemos mencionado la importancia de evaluar y ponderar los criterios taxonómicos a la luz de nuestro universo florístico-ecológico-taxonómico. En esta nueva ponderación la flora tónica y típica en las que participan las especies que se consideran, son los criterios de análisis y síntesis particulares para nuestra región.

Al replantearse la taxonomía de un grupo por el conjunto de relaciones tónicas y típicas, damos los pasos necesarios para construir un tipo de flora por grupo que difiere de las mencionadas más arriba por su carácter dinámico y ecológico. A esta flora le llamaremos flora tónica. Y es a través de ella que se establecen las afinidades, bajo criterios de equivalencia, con la taxonomía filogenética y con la ecología de comunidades y las "autoecologías"; en su construcción, importa la amplitud de expresiones para conocer la extensión de los caracteres que se utilizan en la delimitación de las especies y su correspondencia biológica con las entidades trabajadas bajo otras concepciones.

Para la flora edáfica, la flora tónica es la única vía para buscar equivalencias y resolver los problemas y contradicciones planteadas en los capítulos anteriores. Dado el gran número de taxa que sólo se ha obtenido de cultivos de suelo, su importancia para la dinámica de la flora y su papel ecológico deben ser incorporados por un tratamiento integral, y no por las futuras aportaciones al conocimiento aislado. Este tratamiento integral reintegra estos taxa a su comunidad, aunque ésta sea inconspicua o potencial y les confiere un papel dentro de toda la región. La utilización de cultivos deja de ser la máscara de la biología de las especies, se convierte en un vínculo entre lo ecofisiológico, lo manifiesto y los caracteres taxonómicos de las especies. La información que puede obtenerse de ellos tiene el múltiple valor que caracteriza a las especies biológicas en su medio natural.

Por otro lado, como los elementos que constituyen la flora son parte de dos unidades simultáneamente, las unidades morfológicas y la unidad de IOPE, las aproximaciones sucesivas a ellas parte de toda la estructura taxonómica tomando como ejes principales dos categorías que tienen su contraparte en la naturaleza, la División y la especie. El objetivo es el de delimitar las unidades morfológicas y los IOPEs que las constituyen. Para ello o se parte de unidades abstractas, o se les vincula con una División; partiendo de esta última, los criterios de valoración de caracteres, el entrenamiento y la especialización paulatina permiten evaluar y circunscribir mejor dichas unidades, independientemente que desde un primer momento se les haya asignado un nombre. Ahora lo que importa es la descripción y sus variantes con respecto al tipo nomenclatural.

Para la ficoflora del suelo, estas aproximaciones sucesivas son más necesarias por los cambios en la taxonomía de los grupos más comunes que se encuentran en ella, y sobre todo por la tendencia a referirse a cultivos tipo más que a ejemplares tipo preservados, y en los que se limitan las consideraciones ecológicas al mínimo para dar mayor peso a las respuestas de los cultivos puros, a "condiciones experimentales". Así, el proceso de identificación apunta en una dirección, el de determinación apunta en otra y el de circunscripción específica para las floras típicas y tóxicas se dirige a otra. El trabajo de la flora tónica es no perder de vista las primeras en detrimento de la última.

Para aclarar los párrafos anteriores utilizaremos como ejemplo de trabajo taxonómico dentro del contexto florístico-ecológico, la valoración de los criterios de delimitación taxonómica de un crecimiento de clorofitas cocoides, que germinó en la zona más húmeda de un cultivo de suelo en gradientes de humedad con medio de cultivo (Al m/H<sub>1</sub>). Esto es sólo una primera aproximación que pretende esbozar las líneas de trabajo y no conclusiones formales.

## 2. CHLOROSARCINOPSIS SP. PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION Y RAZONAMIENTOS

Un crecimiento formando paquetes, sobre crecimientos de cianofitas filamentosas (*Microcoleus lacustris*, tres especies de *Lyngbya*, tres especies de *Oscillatoria*) en la zona más húmeda de un cultivo con gradiente de humedad y medio de cultivo (Alm/H<sub>1</sub>) es nuestro punto de partida. En cultivo unialgal esta alga forma crecimientos de consistencia más o menos acuosa. Las células adultas tienen un cloroplasto parietal de apariencia esponjosa llenando casi la totalidad de la periferia de la célula.

Las células jóvenes tienen un cloroplasto en forma de urna, abierto en la parte apical; un pirenoide con cuatro gránulos de almidón y situado en la parte basal de la célula. La pared de las células adultas es ligeramente ondulada y gruesa y protegida por una matriz gelatinosa difluente. Las células vegetativas miden 5.85 a 13.32 micras. Las células producen gotas de aceite de color naranja cuando el cultivo envejece.

La reproducción es por división en tres planos y por desmoesquisis, lo que forma paquetes más o menos cúbicos. La zoosporulación produce células con dos flagelos iguales, alargadas, con la parte anterior ligeramente más aguda que la posterior; las células miden hasta 10 micras de largo y 3 micras de ancho. Al momento de la quiescencia (estado de reposo, fin del estado móvil zoospórico) las células se tornan esféricas con un diámetro aproximado de 4.5 micras. Las zoosporas tienen un cloroplasto en forma de copa y un pirenoide basal. El estigma es anterior.

En agar con BBM 3N los crecimientos adquieren una apariencia de crecimiento continuo (no aislado), de consistencia más o menos acuosa según la concentración de agar, a mayor líquido, más acuoso. En BBM 3N líquido, forma crecimientos al nivel del medio y en el fondo del recipiente; los primeros están fuertemente adheridos al recipiente, los segundos se mantienen libres y con el menor movimiento se resuspenden.

La coloración de los crecimientos unialgales a los tres meses de cultivo en agar se torna olivo a naranja y en líquido se mantiene olivo.

Todos los cultivos mencionados contienen bacterias.

El primer aislamiento de esta alga fue a partir de un cultivo anegado en 1978; por su forma de crecimiento en el fondo del recipiente, fue aislado en medio nutritivo líquido. Entonces todas las células y paquetes observados no estaban formados por más de cuatro células; el cloroplasto nunca presentó una apariencia esponjosa y no fue posible inducir la zoosporogénesis. Además las células mantuvieron siempre una talla menor que la anotada más arriba.

El crecimiento de esta alga en un cultivo de suelo con gradientes de humedad se inició, como hemos dicho, en la zona más húmeda; posteriormente aparecieron crecimientos aislados en la zona húmeda, nunca se observaron en la zona seca o en la líquida. El tiempo que permaneció este cultivo con gradiente fue de 2 meses.

Con la información mencionada hemos identificado a nuestra alga como una especie perteneciente al género *Chlorosarcinopsis* del Orden Chlorosarcinales, Chlorophyta. Este Orden se separa de todas las clorofitas cocoides por su división celular vegetativa o desmoesquisis. Las 15 especies de este género descritas hasta 1969 han sido obtenidas de cultivos de suelo y tipificadas con los criterios propuestos por Starr (1955), Herndon (1958) y fundamentalmente por Bold y colaboradores y resumidas en su trabajo sobre taxonomía de las algas de suelo (Bold, 1970). Para reconocer una especie perteneciente al Orden Chlorosarcinales es necesario, a diferencia de muchas algas, partir de las características ordinales y luego las genéricas. El Orden fue creado por Herndon (1958) con el nombre de Chlorosphaerales y redefinido y emendado por Groover y Bold (1969) como Chlorosarcinales. Se caracteriza por formar talos en paquetes o tétradas, ausencia total de filamentos, tanto en la naturaleza como en cultivos (es decir sin ningún plano de división predominante) y multiplicación por desmoesquisis y zoosporas.

En el Orden así definido, se incluyen 23 géneros, Bourrelly (1972) sólo reconoce la que se distinguen entre sí por la presencia de pirenoide, número y tipo de cloroplastos, forma del talo, tipo de zoosporas y forma de las células vegetativas. Por los criterios empleados en su definición, Groover y Bold sólo reconocen 10 géneros, por falta de material vivo, de los géneros restantes, para su comparación. Todos los géneros y casi todas las especies se han obtenido de cultivos de suelo.

El género se define y distingue de los demás, por las siguientes características:

- 1° Zoosporas biflageladas isocontes
- 2° Zoosporas desnudas, sin pared, es decir que se tornan esféricas en la quiescencia.
- 3° Cloroplasto parietal
- 4° Células vegetativas uninucleadas
- 5° Células vegetativas con pirenoide
- 6° Paquetes más o menos cúbicos
- 7° Células solitarias globosas

Para la distinción entre las especies de *Chlorosarcinopsis*, Groover y Bold (1969) utilizan las siguientes características, siempre de cultivos axénicos:

- 1° Aspecto y color de los cultivos en agar de 3 meses de edad en un medio con vitaminas (1N BBMV);
- 2° Presencia o ausencia de un estado *Hormotila* en cultivos en agar de 6 meses de edad con 3N BBM;



- 3° Presencia de una matriz común en cultivos en agar en fase estacionaria con 3N BBM;
- 4° Tamaño de las células vegetativas
- 5° Tamaño, forma de las zoosporas;
- 6° Características del talo y de los paquetes y
- 7° Apariencia de la "colonia" en aumentos definidos (macroscópico y 14X) y consistencia de la misma en cultivos de 6 meses de edad en agar con 3N BBM.

Comparando estas características con las obtenidas en nuestros cultivos y sobre todo por las características morfológicas, podríamos asignar el nombre de *Chlorosarcinopsis bastropensis* Groover et Bold cuya descripción original es la siguiente:

"Células vegetativas solitarias, esféricas, 4-14 micras de diámetro; células uninucleadas; pared celular delgada, ocasionalmente con un engrosamiento unipolar en las células viejas; cloroplasto parietal, con un solo pirenoide; numerosas gotas de aceite color naranja en las células viejas".

"Paquetes celulares formados por divisiones vegetativas sucesivas, típicamente de 2 a 8 células, tridimensionales, de forma irregular, desprovistos de una matriz; reproducción vegetativa por la disociación ocasional de los paquetes.

"Reproducción asexual por zoosporas biflageladas elongadas, la parte anterior ligeramente en punta, producidas por biparticiones repetidas; zoosporas de 2 micras de ancho por 10-12 micras de largo, con un núcleo anterior, un pirenoide pequeño en posición mediana a posterior y un plasto parietal.

"No se observó reproducción sexual.

"Los crecimientos en agar con BBM 3 N a las 2, 4 y 6 semanas con apariencia macroscópica seca, rugosa (glomerulada a vermiforme) a 14X, consistencia butiracea (mantecosa, del latín butyrum, manteca) a poco adherente, a los tres meses olivo a naranja; a los tres meses en agar con BBM 1 N con una coloración café obscuro y naranja.

"Origen: aislado por L. Millinger de suelo de Bastrop State Park, Bastrop County, Bastrop, Texas, colectado en 1965"

Sin embargo, la asignación del nombre *Ch. bastropensis* no puede hacerse sin el reconocimiento de las características propuestas por Groover y Bold y la aceptación de un estilo de hacer taxonomía a partir de la manipulación y pureza propias de la bacteriología. Si hemos de seguir considerando a las algas como parte del Código de Nomenclatura Botánico y sobre todo si hemos de construir una taxonomía y nomenclatura que resulevan problemas en todos los ámbitos del quehacer ficológico (y en nuestro caso, que forme un cuerpo coherente entre ellos) no podremos seguir estos criterios y estilos bacteriológicos y nomenclaturales que aíslan cada vez más la especie biológica de la realidad. Esto no significa que la delimitación específica propuesta por la escuela de Bold sea equivocada; más bien, es ineficiente para la realización de trabajos florísticos, ecológicos y biogeográficos. Como nombre de una cepa depositada en una colección de cultivos sólo sirve para trabajos fisiológicos y comparativos de cepas en cultivos puros.

La unidad biológica fundamental IOPE, que se conforma de entidades concretas y abstractas, de individuos-poblaciones y organismo-especie, no existe en el esquema anterior. Lo que existe es una identidad nomenclatural con características de un cultivo (una cepa) que se origina de una célula (principio de los cultivos axénicos). El aislamiento es tan perfecto que no hay ninguna

mención en las descripciones de ningún aspecto ecológico de la especie, imparta sólo quien logró el aislamiento. Tampoco hay ninguna mención a la frecuencia con que aparece esta especie en los cultivos de suelo de donde fue aislada. En resumen, la especie es aislada de sus vínculos con la realidad (poblaciones-organismos-individuos) para justificar la creación de un taxón.

La unidad biológica mencionada (IOPE) está dentro de las dimensiones espacio-temporales analizadas a propósito de las floras tónica y típica. La permanencia su importancia en la conformación de ambientes algales (conspicuos o no) y las relaciones que establece con otras especies son elementos que le da contenido a la especie (resumen práctico y operacional de la información). La delimitación específica (aún cuando utilice los nombres asignados por otros autores y siguiendo, por ello, sus criterios sistemáticos) es producto de las delimitaciones espacio-temporales y el contenido de la especie (su diagnóstico y descripción) resulta de la importancia que tiene en la flora dinámica de la región.

El caso de *Chlorosarcinopsis* sp. ofrece un ejemplo de cómo se puede realizar la delimitación y reconstrucción específica y, simultáneamente, la flora tónica. A la descripción morfológica añadiremos los siguientes párrafos:

En cultivos de suelo de la localidad llamado El Calvario se obtuvieron en tres ocasiones distintas, crecimientos de *Chlorosarcinopsis* sp. La primera en cultivos anegados, la segunda en cultivos en gradiente durante los ensayos para montar las condiciones de gradiente óptimas y la tercera durante las pruebas definitivas, y reportadas en el capítulo anterior. En este último caso los crecimientos en zonas distintas se iniciaron casi simultáneamente (con una diferencia de 24 horas), y puede interpretarse tanto como presencia de dos células originarias, como una dispersión rápida por zoosporas en una distancia de 12 centímetros aproximadamente en el lapso mencionado (que debió ser posterior a la rápida división vegetativa que produjo el crecimiento visible). Lo anterior demuestra que existe una permanencia en la localidad y una abundancia que no disminuye con la desecación y la obscuridad (recuérdese que las muestras de suelo fueron guardadas por 7 años). Esta especie, además tiene requerimientos altos de nitrógeno para su germinación, relativos a las condiciones de cultivo, pues no apareció en los cultivos con agua; puede considerarse como una especie subaérea y que en la localidad es parte de una flora que, en condiciones similares, esta compuesta por *Chlorella vulgaris* var. *vulgaris*, *Microcoleus lacustris*, *M. subtorulosus*, *Lyngbya allorgei*, *L. putealis*, *Oscillatoria foreau*, *O. claricentrosa* y *Phormidium autumnale*.

El crecimiento formando paquetes sobre cianofitas filamentosas y su reproducción por zoosporas (su número por célula varía de 4 a 8) posibilita a esta especie (y en general a los miembros de este orden) una capacidad dispersora relativamente alta; ya vimos la posibilidad de que las zoosporas se dispersen "grandes distancias" en poco tiempo (5 mm/hr) en un medio en el que la película de agua no es necesariamente continua. Sin embargo, a esta capacidad de dispersión no corresponde una capacidad colonizadora similar, pues además de los requerimientos de nitrógeno, esta especie prolifera mejor en condiciones subaéreas, no edáficas ni acuáticas. Estas condiciones se restringen a las zonas húmedas del suelo (no anegadas). Por otra parte puede suponerse que su ausencia en los cultivos A2 se debe a que la mixtura A1 incluya un solo crecimiento de un punto de colecta particular y su distribución en la región se limita a condiciones muy específicas. Esto se resolverá con el establecimiento de cultivos de la tercera y cuarta colecta de esta localidad. Resulta obvio que los crecimientos logrados en los cultivos deben interpretarse, para la región, como parte de su flora potencial.

Las consideraciones anteriores, se pueden hacer para muchas otras algas que aparecen en los cultivos de suelo, especialmente las clorofitas cocoides, es decir, Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales, Chlorellales (sensu Bold) y los paquetes y pseudofilamentos de las Chaetophorales.

El tono de una flora lo constituye la coincidencia de entidades, consideradas como unidades, reconocibles como ambas, por la acción simultánea de las condiciones mesológicas y la composición precisa de esas unidades (cualitativa y cuantitativamente). La aproximación de flora tónica parte de la unidad principal de dicha coincidencia, la que está formada por IOPEs. Sin embargo, su reconocimiento como tal, debido a los criterios que se utilizan en la taxonomía predominante y la variación que existe respecto al patrón que representa la especie (taxonómica), generalmente tiene que partir de las distinciones dentro de un mismo nivel y de las características de unidad superior. Por ejemplo, la presencia de *Chlorosarcinopsis* sp., puede ser estudiada taxonómicamente, iniciando el trabajo sobre variación y caracterización de su patrón estructural básico (a nivel específico), comparando y distinguiéndolo de los otros patrones que se resumen bajo el nombre genérico *Chlorosarcinopsis*. Como la especie pertenece a la División Chlorophyta otro tipo de información se añade a la especie (desde el nivel ultraestructural hasta el evolutivo). Los taxa intermedios son, construidos ascendente y descendentemente, con sus implicaciones ecológicas para la región, implicaciones que son un resultado evolutivo, tanto divergencia como convergencia y pensando que en este proceso se trabaja con grupos naturales y funcionales.

Sin embargo, y dada la taxonomía de este tipo de algas, la primera aproximación a *Chlorosarcinopsis* sp. es para determinar el orden al que pertenece (la desmosquisis separa a las Chlorosarcinales de las otras algas cocoides) y después, por características morfológicas en cultivos, el género. Esto significa que la primera unidad reconocible es el carácter unicelular que es el que unifica a los órdenes mencionados más arriba. Suponiendo que en vez de *Chlorosarcinopsis* se trabajara con *Chlorococcum*, es prácticamente en el momento de la identificación específica y genérica que puede asignarse el orden al que pertenece, puesto que las características que se utilizan para distinguir esos niveles, separan también al orden.

Por lo anterior, el desarrollo de la flora tónica de suelo no se limita al trabajo inicial con *Chlorosarcinopsis* sp. sino que se extiende a todas las clorofitas cocoides (y siempre y cuando se distingan de las xantofitas y crisofitas cocoides). La flora tónica del suelo que se refiere a estas algas parte de una característica no ponderable en los sistemas taxonómicos y por ello su extensión es mayor, el análisis taxonómico involucra muchos más caracteres y respuestas específicas (de IOPE) que si se partiera de grupos naturales con caracteres ponderables en la taxonomía.



### 3. ANALISIS DE ALGUNOS CONCEPTOS UTILIZADOS EN ESTE CAPITULO

Como en los capítulos anteriores queremos, ahora, hacer énfasis en los cambios en significado de algunos conceptos dentro del contexto taxonómico; su utilización en este capítulo no fue explícita en la mayoría de los casos, y su discusión ahora es para una mejor comprensión de este contexto para el caso de las algas del suelo. Los conceptos que discutiremos son el significado del muestreo y la unidad merística, su relación con los gradientes mesológicos, los crecimientos algales visibles y la abundancia, la ponderación de caracteres y la asignación de epítetos específicos.

En el primer capítulo hemos hecho hincapié en el muestreo como punto de partida para el conocimiento florístico de las algas edáficas. Para los crecimientos algales visibles (flora conspicua-manifiesta) el muestreo y las unidades merísticas preliminares se aproximan en su consideración teórica, para el caso de muestreos de suelo seco sin crecimientos visibles, que serán utilizados para establecer cultivos, las unidades merísticas se distancian teóricamente en el momento y condiciones de colecta. Mientras que el muestreo ubica a las especies en unas condiciones mesológicas, espaciales y temporales, el cultivo las ubica en otras; el vínculo entre ellas es la fisiología, y su conformación como especies debe contemplar las dos ubicaciones. La unidad merística tiene, para la especie, múltiples componentes (entidades y dimensiones): los que germinan, las condiciones de germinación y los que se derivan de la colecta y de las condiciones de cultivo. Desde otro punto de vista, toda la información que se deriva del análisis de gradientes mesológicos, de condiciones del cultivo, etc, es parte de las características específicas (inherentes) de la especie. Para este caso, el comportamiento en los cultivos añade una modificación al concepto de abundancia, ya hemos mencionado el problema de condiciones óptimas de cultivo (óptimo, en este caso, significa crecimiento y reproducción rápida), y para el análisis del intervalo de respuesta a condiciones mesológicas en gradiente, la abundancia no debe entenderse como crecimientos visibles sino como la relación de la capacidad de germinación y el número de elementos que germinan, la abundancia entendida sólo como crecimiento se refiere a las condiciones de cultivo y el origen de la especie queda fuera de este análisis. Para la flora tónica no sólo impropia el intervalo de respuestas sino el origen de las especies en cuestión.

Como las especies presentes en una región en condiciones específicas, están ahí no por azar (y aún los accidentes son parte de la flora que analizamos como proceso), sus "características" son parte y producto de todo el proceso que llamamos flora. Las características son, para la taxonomía, elementos de operación para distinguir, y esto no significa que sean inmutables o aplicables en todo momento y circunstancias. Para una situación concreta es preciso utilizar cultivos axénicos en condiciones muy controladas; en otra situación esta utilización no permite encontrar la especie en la naturaleza o lo dificulta demasiado. Tenemos así, dos caminos en la definición de una especie: el que lleva a su aislamiento y el que la integra en las condiciones donde prolifera. Ambos caminos sin embargo pueden tener alguna coincidencia que se puede representar por el nombre específico. A pesar de ser divergentes, ambos criterios no son excluyentes, y la utilización de ambos, para fines de comunicación e interpretaciones biogeográficas, se vuelve indispensable. A fin de cuentas, es más útil reconocer a una especie por sus múltiples características que a cada característica asignarle su correspondiente nombre específico.

Para nosotros las características con las que se construyen especies a partir de criterios bacteriológicos son sólo una parte de las unidades biológicas con las que trabajamos, y es necesario ponderar, para nuestras regiones y en nuestros ambientes algales esas características. Es con el conjunto de características como se evalúan y no sólo con las que se derivan de los cultivos o sólo de los crecimientos en el campo.

Los individuos con los que se trabaja en la flora de suelo tienen características fisiológicas (al menos) que las distinguen de otros de una población más amplia, las múltiples condiciones extremas en el suelo seleccionan tales individuos; por eso, la presencia de poblaciones en el suelo es una inferencia derivada del análisis del cultivo y se refiere a la región más que los crecimientos visibles cercanos (cuando los hay) o a una unidad más o menos discreta. El concepto de organismo que se origina de ello está en relación con las condiciones de cultivo, sus lazos con la biología de los individuos y las poblaciones serán limitadas si no se consideran todas las posibilidades para incorporar toda la información que se origina de los cultivos, de la fisiología y de las interpretaciones sobre unidades morfológicas y muestreos.

Muchas posibilidades de adquirir información para la especie se pierden en el aislamiento. El tratamiento de las unidades morfológicas como unidades para construir unidades holísticas después de la identificación, circunscribe aún mejor a las especies que la componen. No sólo en las condiciones mesológicas que sustentan los crecimientos, sino también porque pueden ser un criterio a ponderar en la taxonomía de cada una de ellas. El "grado de asociación" o sociabilidad es una característica inherente y constante en la conformación de grupos funcionales y éstos pueden analizarse también con criterios taxonómicos.

V RECAPITULACION Y  
RECOMIENZO

Los viajes de Gulliver

Swift



Todo el aparato y sistema científicos fundan su dinámica en la publicación de artículos bajo un esquema que cumple con normas de profundidad relativamente rígidas. La pertinencia de una flora se sale de este aparato, puesto que la concepción predominante de flora es de un trabajo realizado en el siglo pasado o a principios del presente, por tanto la actualidad de este tipo de trabajo está superada.

Por otra parte, el concepto tradicional de ecología distingue entre factores bióticos y abióticos. Esta dicotomía y su consecuencia en el análisis lleva a la paradójica compartimentalización de los objetos de estudio y a la generalización de conceptos para su aplicación a todo tipo de objetos de estudio. Por ello el nombre y circunscripción específica de los seres vivos son ajenos a la tarea de la ecología.

En el uso común, la taxonomía tiene un doble significado, por un lado es la aplicación de normas y reglas para ordenar los objetos de estudio, es una disciplina aislada de cualquier otra, y en consecuencia sus resultados (los nombres científicos) son sólo una herramienta que utilizan los demás. El trabajo de los taxónomos es el de aplicar continuamente los nuevos conocimientos para adecuar los sistemas de ordenación. El otro significado de taxonomía es el de reunir toda la información bajo un nombre que establece, primordialmente, un sistema jerárquico de caracteres (un ejemplo de esta aproximación es el resumen para las plantas vasculares por Radford, *et. al.* (1974). Esta reunión de información supone la separación de disciplinas y especialidades biológicas.

Dentro del Programa Flora Ficológica de México, la continuidad teórica y la convergencia de procedimientos y resultados de la florística, la biogeografía, la ecología y la taxonomía, posibilita una coherencia que permite integraciones permanentes de las relaciones teóricas (abstractas) y sus confrontaciones mediatas e inmediatas con la realidad. En este escrito se han presentado algunas integraciones y confrontaciones preliminares en forma de floras manifiestas, potenciales y dinámicas, y otras como floras tópicas, típicas y tónicas.

Para los trabajos sobre algas de suelo, la primera integración identifica a éstas como parte de una región, al suelo como un ambiente que sustenta grupos taxonómicos más o menos delimitables (según la región y condiciones particulares del suelo).

La segunda integración reconstruye las características de una región con los grupos algales presentes en todas las condiciones para la proliferación de las algas, a estas condiciones les hemos llamado ambientes algales.

Las integraciones subsecuentes dependen del grado de análisis previo. Las comparaciones y construcciones de otras integraciones serán relativas a las floras tónica, típica y tónica, estas construcciones nuevas serán las floras paratónicas, paratípicas y paratónicas.

Para estas comparaciones los criterios de trabajo que son comunes a ambas partes se han descrito a lo largo del presente texto. Veamos ahora como recapitulación algunos de los más importantes.

## FLORA TOPICA

La ficoflora de una región no es una lista de especies. El conjunto de características ambientales y las historias de las especies, las asociaciones y las comunidades, le imprimen a la región un carácter único; sus límites los marcan, para la ficología, las especies algales, no las condiciones mesológicas. El punto de partida en la realización de una flora tónica son las unidades merísticas colectadas bajo criterios de abundancia, conspicuidad, temporalidad, tipificación de ambientes algales y caracterización de grupos funcionales y naturales, en la región. La dinámica de una flora tónica es espacial, temporal y espacio-temporal. Por ello la flora tónica permite la caracterización general preliminar de grupos taxonómicos y ambientes algales, no es un punto de partida se realiza simultáneamente con las floras típicas y tónicas.

La flora tónica incluye las especies que forman crecimientos conspicuos y las que están presentes en lugares sin tales crecimientos visibles; la ficoflora del suelo es parte de la flora tónica, su dinámica influye en la delimitación y contenido de la misma.

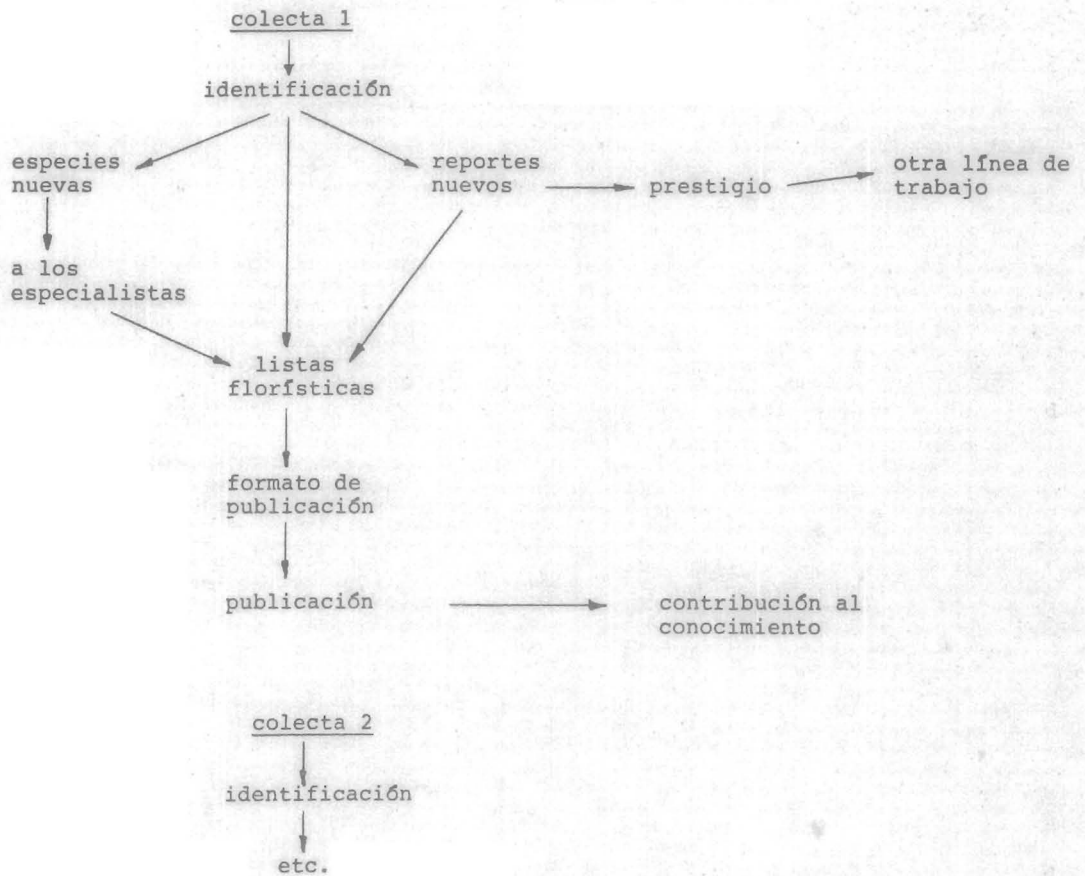
La confluencia en la flora tónica de criterios taxonómicos y ecológicos, modifica también, los contenidos de las floras típicas y tónicas. Esta modificación se inicia con la identificación de las especies que forman una unidad merística. La consideración de las especies como parte de un IOPE significa la permanente reconstrucción de estas unidades (las especies y las asociaciones). Una especie no está aislada, por ello su identificación nomenclatural sólo es un punto de referencia. Los límites de existencia de esa especie siempre se modifican, no sólo en la naturaleza sino también por los criterios de separación que se utilicen.

Uno de estos criterios, es la presencia y proporción de un IOPE en los ambientes de la región y en distintos tiempos. La manifestación y potencialidad de una flora está ligada a las condiciones de un ambiente y al reconocimiento del flujo de poblaciones temporal y espacialmente, ambas son mediación y efecto de la actividad algal, como floras y como especies.

## Rutas Críticas para el Trabajo Florístico

Una comparación de las dos concepciones de trabajo florístico se puede observar en los siguientes esquemas:

Rutas en la florística predominante.



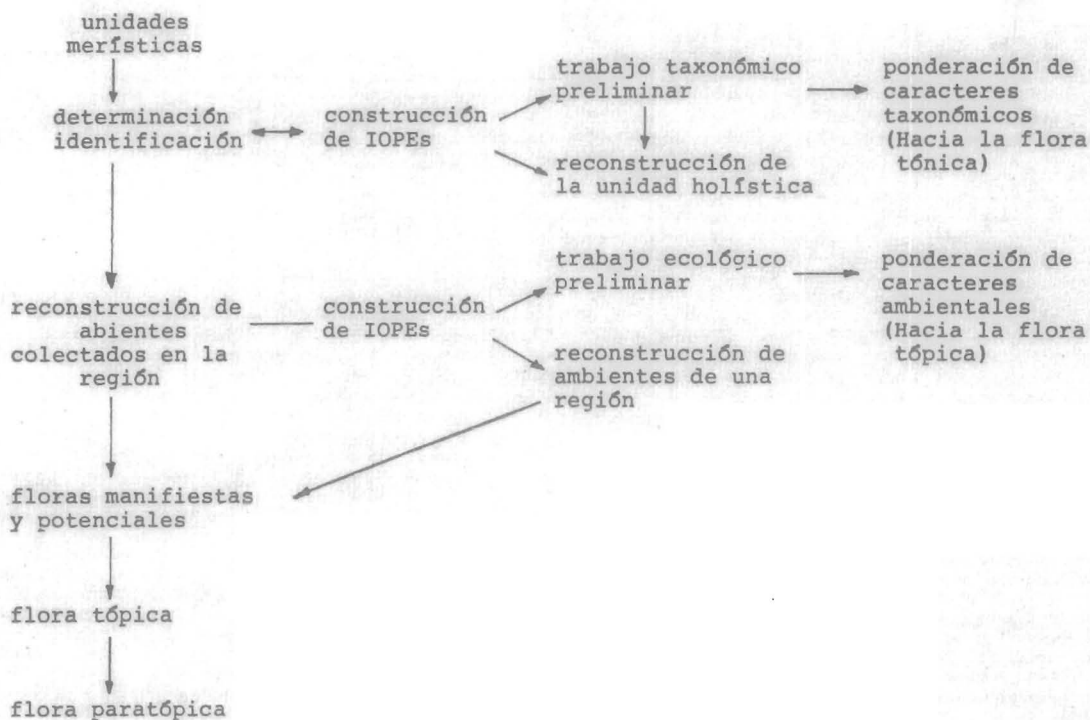


Rutas para Floras Tópicas.



Los criterios de publicación, dependen del contenido y grado de integración en cada síntesis.

Rutas para Floras Tópicas.



Las publicaciones que se deriven de estos trabajos dependen del contenido y grado de integración de cada ruta.

## FLORA TIPICA

La ecología de las algas no es la ecología de los factores abióticos. Las relaciones interespecíficas (intra IOPEs) es el objetivo de la flora típica, estas relaciones están delimitadas en el tiempo y en el espacio por la biología de las especies, por sus capacidades de resistencia y explotación de recursos. El conocimiento de estas últimas tiene tres aproximaciones, el análisis de unidades merísticas espacialmente, de IOPE espacial y temporalmente y de IOPEs ecofisiológicamente (directa e indirectamente).

Los ambientes de una región son resultado de coincidencias de condiciones mesológicas y de capacidad diferencial de cada IOPE para manifestarse, las capacidades de cada IOPE se expresan en proporciones en la composición florística, y la proporción es una categoría que uno asigna en función de la importancia de la presencia de otros IOPEs. Una proporción entre varios IOPEs no es una relación ajena a las situaciones de coincidencia (espacio-temporales y construidos). Su delimitación y definición depende de los criterios de continuidad de los elementos que forman parte de las unidades merísticas, espacial, temporal y proporcionalmente

En el caso del ambiente edáfico, se incorpora necesariamente el análisis de cultivos de suelo. Los cultivos son el punto de convergencia entre el análisis de flora potencial dinámica con la tipificación de ambientes edáficos y acuáticos. Tangencialmente se reconocen las capacidades fisiológicas de las especies presentes. La construcción de IOPE en la flora típica tiene estos tres componentes.

El análisis de asociaciones y comunidades edáficas queda restringido al de los crecimientos algales visibles, generalmente en suelo húmedos. La definición del ambiente edáfico está entonces, condicionado al análisis de capacidades de resistencia de grupos de IOPEs presentes. La conformación de grupos se logra en los cultivos con gradientes mesológicos. Las respuestas de conjuntos equivalen fisiológicamente, al grado de asociación determinado por cada uno de los IOPEs con interacción con las condiciones del cultivo (extrapolables, a medias, con las condiciones mesológicas).

La identificación de los IOPEs presentes en un ambiente algal debe considerar los criterios taxonómicos de distinción entre especies y la variación morfológica en un ambiente por un lado, y la ponderación de estas últimas como características inherentes dadas las condiciones más amplias del ambiente. Por otro, las asociaciones son así, parte de las características de un IOPE que modifican su circunscripción y definición taxonómica.

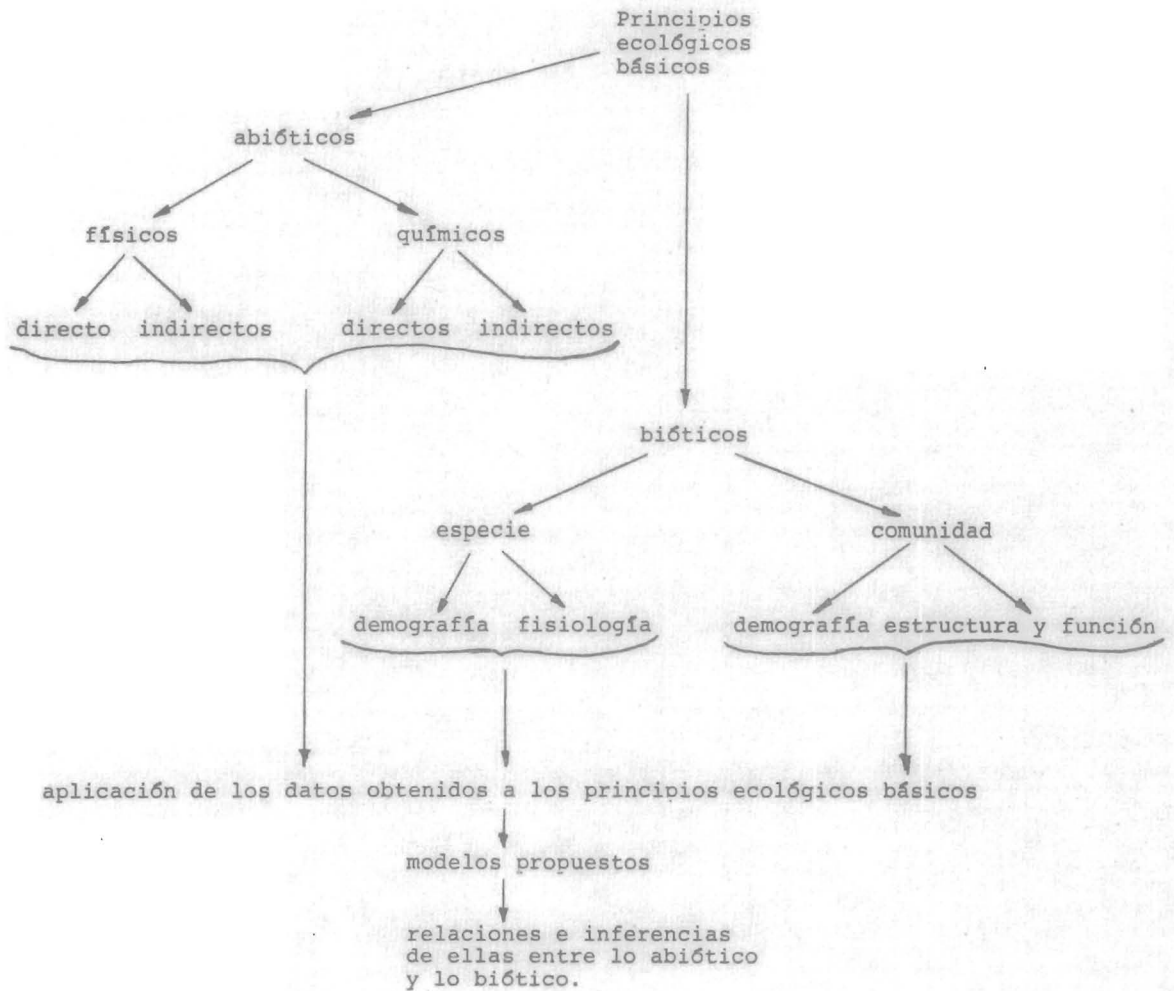
La tipificación de un ambiente es la valoración de la presencia de IOPE y IOPEs, su proporción y peso, en la modificación temporal y espacial de las conexiones que originan un crecimiento algal. Los ambientes algales se delimitan por exclusión y se definen por proporción. La abundancia debe entonces relacionarse con el peso que le demos a los taxa y a los IOPEs y no en abstracto de su condición algal.



Rutas Críticas para el Trabajo Ecológico.

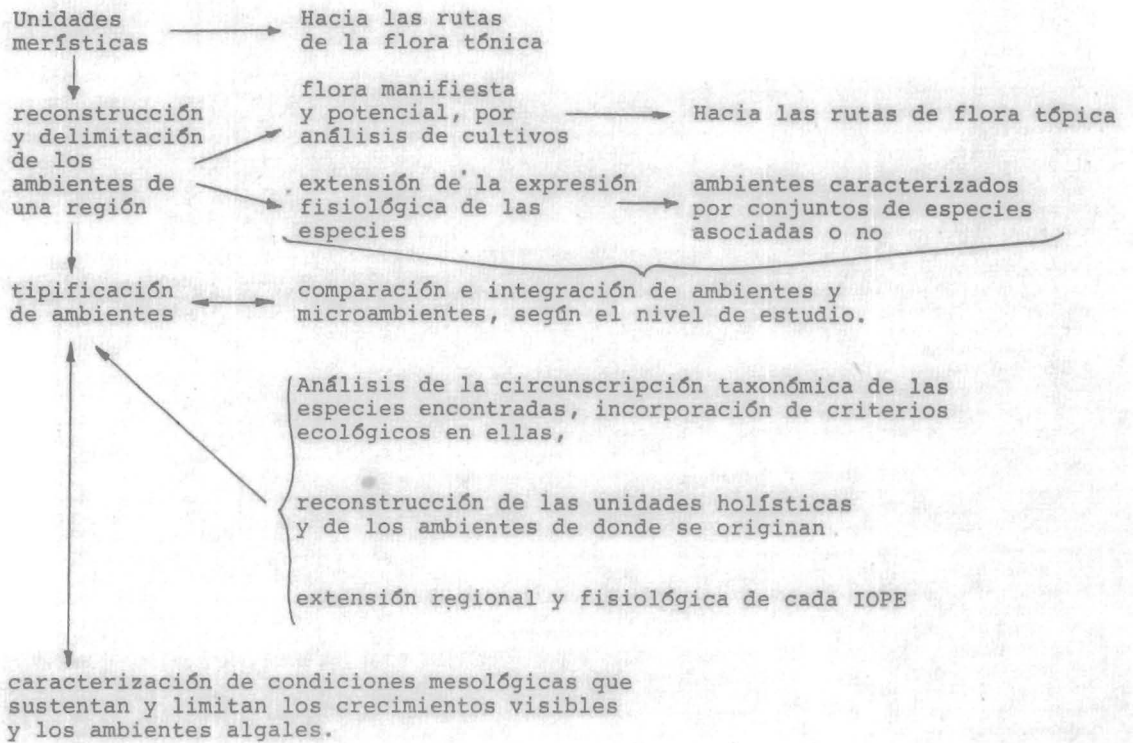
Para el conocimiento ecológico compararemos las dos aproximaciones en los siguientes esquemas:

Ruta para el Trabajo Ecológico Tradicional



Cada renglón puede ser considerado como resultados de la investigación y por tanto susceptibles de publicarse. El grado de profundidad, dependen de la infraestructura de que se disponga, obviamente.

Rutas para la Elaboración de Floras Típicas.



Las publicaciones que se deriven de estos trabajos dependen del contenido y grado de integración de cada ruta.

## FLORA TONICA

La flora ficológica de una región no es la suma de grupos taxonómicos. En tanto que es dinámica, el peso que tiene un grupo taxonómico cambia según los criterios que utilicemos (si flora manifiesta, flora potencial o en movimiento). El peso de un grupo no es una característica intrínseca al grupo, es una hiperponderación derivada de criterios de trabajo y necesidades de un proyecto. Los grupos taxonómicos, no existen como entidades, son unidades, la gran mayoría con un grado de abstracción muy alto. Su conformación como unidades, depende de los criterios que se utilicen en la taxonomía tradicional y del peso que le demos a los IOPEs de ese grupo, presentes en nuestras unidades de análisis. Las unidades holísticas serán construidas según el nivel taxonómico que trabajemos. Las unidades merísticas están compuestas de dos elementos, ejemplares, especímenes y/o individuos-poblaciones de las especies del grupo taxonómico y las muestras de colecta como un todo. La asignación de un nombre es el inicio de la construcción de la flora tónica, es el medio por el que podemos incorporar información a las floras tónica y típica. Las diferencias y desviaciones del tipo que da nombre a una especie debe evaluarse a la luz del conjunto flora tónica-típica y no sólo siguiendo las reglas y criterios de asignación de nombres.

La aplicación de un nombre a un grupo, siempre respaldado por una descripción siempre creciente, es el inicio en la búsqueda de equivalencias entre floras de distintas regiones (floras paratónicas) y floras de distintos ambientes (floras paratípicas). Las variaciones dentro de las unidades merísticas de ese grupo son el punto de partida de la equivalencia entre poblaciones de ese grupo en varias regiones o ambientes (flora paratónica).

Las equivalencias no son relaciones de igualdad o sustitución de nichos, es la ponderación de la existencia de un IOPE (o de distintos IOPEs con un patrón estructural básico más amplio) a pesar de las consideraciones de abundancia. La presencia y proporción están enmarcadas en los caracteres que se utilizan para el reconocimiento de los IOPEs, especialmente organismo-especie. La flora tónica se incorpora así a la valoración de los elementos de las floras tónica y típica y a la vez se modifica; es decir, los IOPEs que conforman la flora tónica amplían los marcos de relación, definición y delimitación que establece su nombre como taxón.

Para el suelo, la flora tónica se inicia de la expresión inducida en los cultivos de grupos no conspicuos. El manejo de esos grupos en cultivos de suelo, logra establecer el vínculo entre las fisiologías (potenciales y manifiestas) las taxonomías (funcionales, filogenéticas o cualquier otra) y la biogeografía.

En el caso de las clorofitas cocoides, hay que considerar principalmente, además de los anteriores, el nivel de organización y la correspondencia en varios grupos con el ambiente en el que se desarrollan, así el análisis taxonómico involucra muchos más caracteres que en los esquemas tradicionales, desde condiciones mesológicas (directa o indirectamente señaladas) hasta el grado de asociación de los grupos estudiados, este último es una consideración funcional de grupos naturales y taxonómicos.

La taxonomía tiene así un significado más amplio, es parte de un quehacer cotidiano con una concepción que integra toda información siempre con criterios bien definidos y según las posibilidades de que se disponga, teóricas, prácticas y de infraestructura. Esa concepción en su forma más general, parte de la ubicación espacio-temporal de las floras tónicas, típica y tónica, siempre en movimiento; toda aproximación a esta ubicación utiliza procedimientos simultáneos de la ecología, la taxonomía y la biogeografía (Tavera y González, 1984; González, 1975 a 1985).

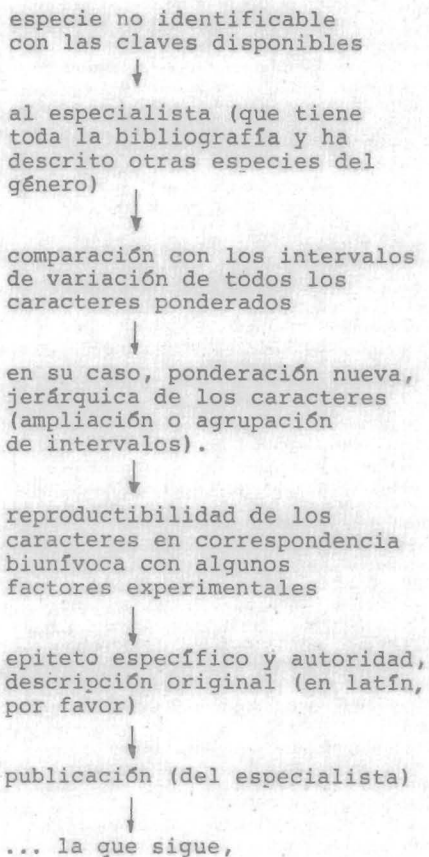


Actualmente esta manera de hacer taxonomía, no necesariamente hace grandes aportaciones para la "otra taxonomía", pues al evaluar todos los criterios según objetivos distintos, sus resultados pueden parecer insignificantes (¡tanta discusión sobre caracteres y demás para acabar asignando el nombre de *Chlorosarcinopsis bastropiensis* a nuestras plantas!), pero para nuestra manera de hacer ficología es la única forma de dar contenido a la ficoflora de nuestro país. Las especies que son construidas bajo esta concepción no están aisladas, siempre son parte de múltiples universos, uno de los cuales es la "otra taxonomía".

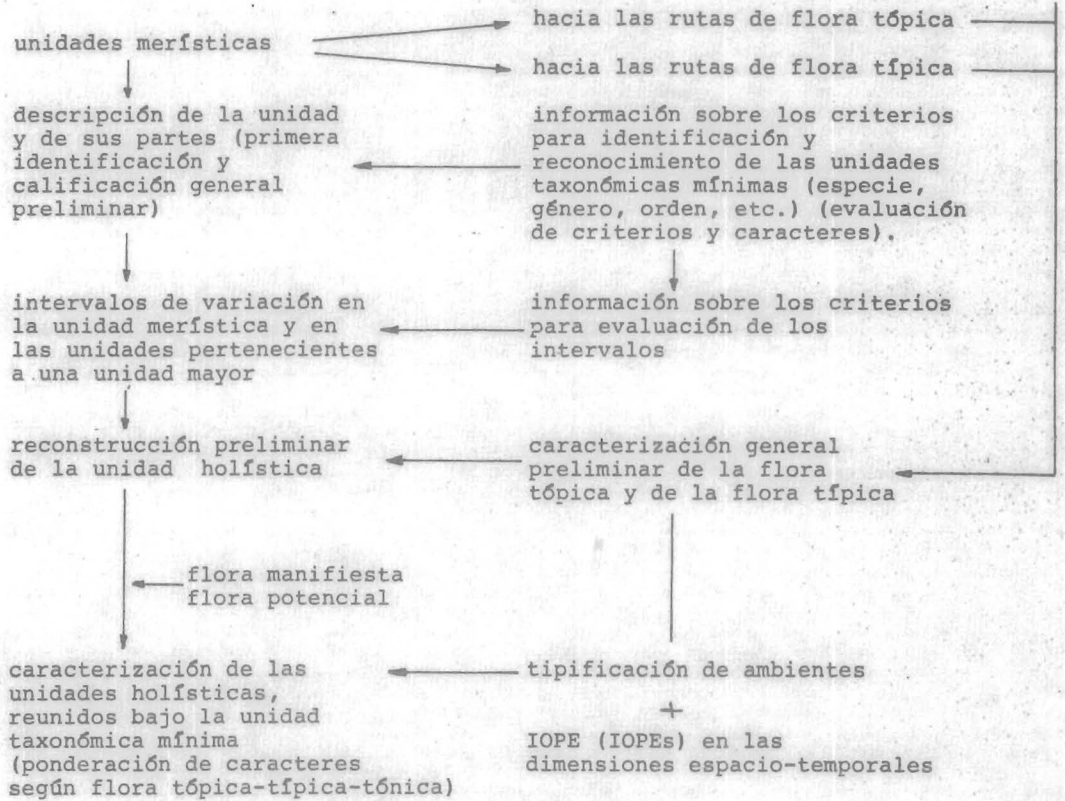
## Rutas Críticas para el Trabajo Taxonómico.

Comparación del tipo de trabajo según las aproximaciones tradicionales y tónica:

Ruta para la Taxonomía Tradicional.



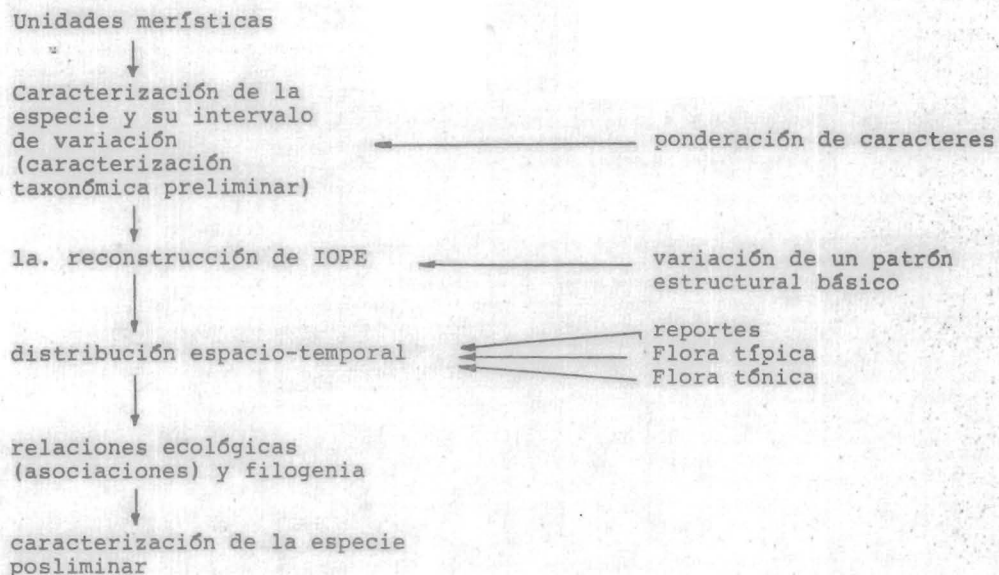
Rutas para la Flora Tónica



Las publicaciones que se deriven de estos trabajos dependen del contenido y grado de integración de cada ruta.



## Rutas para la Flora Tónica.



Las publicaciones que se deriven de estos trabajos dependen del contenido y grado de integración de cada ruta.

Con la visión global de trabajo florístico (flora tónica) y ecológico (flora típica), la delimitación y precisión de los componentes florísticos (flora tónica) ofrece perspectivas a mediano y largo plazo, en particular, para un tipo de flora y en conjunto para las tres.

Evidentemente todo trabajo sobre la variación biológica tiene una importancia general y amplia, pero en el caso de las delimitaciones taxonómicas, como aquí las hemos mencionado, además de que precisan los taxa de la región y construye permanentemente la flora, cuestionan los criterios que se utilizan y proponen otros (algunos serán particulares para la región, otros serán de utilización más amplia, otros seguramente serán universales, inmutables e infalibles). Como cualquier universo puede sectorizarse de múltiples maneras según los criterios utilizados, la posibilidad de creación de especies únicamente mexicanas no debe descartarse. Para fines de proyectos de investigación esta última posibilidad debe ser realmente la última.

Las floras de ambientes algales, incluso la definición de ambientes algales particulares y generales, tendrá con la definición precisa de los taxa que los componen, una herramienta de análisis y delimitación; curiosa herramienta que define, delimita, construye y sectoriza las condiciones de donde proviene, es objeto de estudio y herramienta simultánea. Pues al conocer las condiciones e intervalos de presencia de los taxa y su correspondencia en condiciones de cultivo se delimitan las especies y los ambientes; la correspondencia entre la delimitación y definición taxonómica y la coincidencia espacio-temporal en unidades merísticas, construye simultáneamente las floras tónica, típica y tónica y las paratónicas, paratípicas y paratónicas.

REFERENCIAS

- Akiyama, M. 1965. Some soil algae from Japan. Bull. Shimane Univ. Nat. Sci. 15:96-117.
- Akiyama, M. 1970. Some aerial and soil algal from the Ryukyo Islands. Mem. Fac. Educ. Shimane Univ., 3:24-45.
- Akiyama, M. 1973. Ecological studies on the terrestrial algae found in the coastal sand dune in San-In region. Japan. Mem. Fac. Educ. Shimane (Nat. Sci.), 7:33-40.
- Archibald, P.A. 1973. The genus *Neochloris* Starr (Chlorophyceae, Chlorococcales) Phycologia 12(3-4):187-193.
- Archibald, P.A. 1979. Descriptions of new edaphic and aquatic species of *Chlorococcum meneghini* (Chlorococcales). Br. phycol. J. 14:305-312.
- Archibald, P.A. and H.C. Bold, 1970. Phycological Studies XI. The genus *Chlorococcum meneghini*. Univ. of Texas Public. N° 7015. Austin Texas. 115 pp.
- Avila-Nava, J. y E. Novelo-Maldonado. 1984. Flora manifiesta del suelo del Valle de Tehuacán, Puebla. Resúmenes del IX Congreso Mexicano de Botánica: 62. México, D.F.
- Bischoff, H.W. and H.C. Bold. 1963. Phycological Studies. IV. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. Univ. Texas Public. N° 6318. Austin, Texas. 95 pp.
- Bold, H.C. 1970. Some aspects of the taxonomy of soil algae. Ann. New York Acad. Sci. 175(2):601-616.
- Bornet, Ed. et Ch. Flahault. 1886. Revision de Nostocacées hétérocystées contenues dans les principaux herbiers de France. Ann. Sci. Nat. 7a. ser. 3,4,5,7, p. 323-373, 51-29, 17-262. Reimpression 1959. Engelmann (J. Cramer) Weinheim, Germany.
- Bourrelly, P. 1970. Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. III. Les algues bleues et rouges. N. Boubée et Cie. Parfs.
- Bourrelly, P. 1972. Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. I. Les algues vertes. N. Boubée et Cie. Parfs. 572 pp.
- Bourrelly, P. 1981. Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. II. Les algues jaunes et brunes. N. Boubée et Cie. Parfs. 517 pp. + 1 tab.
- Broadly, P.A. 1979. The terrestrial algae of Signy Islands, South Orkney Islands. Scientific Reports N° 98 British Antarctic Survey. Cambridge. 117 pp.
- Cameron, R.E. 1964. Terrestrial algae of Southern Arizona. Trans. Amer. Microsc. Soc. 83:212-218.
- Chapman, V.J. 1968. The algae. Mac Millan St. Martin's Press . New York. 455 p.
- Chodat, R. 1926. Scenedesmus. Etude de génétique, de Systematique experimental et d'hydrobiologie. Rev. Hydrologie 3:71-258.
- Collins, F.S. 1909. The green algae of North America. Tufts College Studies vol. II N° 3. The Charles Hyde Olmstead Fund pp. 79-480 + xviii pl.



- Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. I.C.A.R. Monographs on algae. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 686 pp.
- Durrell, L.W. 1962. Algae of Death Valley. Trans. Amer. Microsc. Soc., 81(3): 267-273.
- Escalante, L. y E. Novelo-Maldonado. 1984. Ficoflora de los cuerpos de agua del Valle de Tehuacán, Puebla. Resúmenes del IX Congreso Mexicano de Botánica:35. México, D.F.
- Evans, J.H. 1958. The survival of freshwater algae during dry periods. Part. I. Jour. Ecol., 46:149-167.
- Evans, J.H. 1959. The survival of freshwater algae during dry periods. Part. II, III. Jour. Ecol., 47:55-81.
- Flores, A. 1974. Los suelos de la República Mexicana. In: "El escenario geográfico". Segunda parte. Recursos naturales. SEP-INAH. México 7-108 pp.
- Forest, H.S. 1962. Analysis of the soil algal community. Trans. Amer. Microsc. Soc., 81:189-198.
- Forest, H.S.; D.L. Willson and R.B. England. 1959. Algal establishment on sterilized soil replaced in an Oklahoma prairie. Ecology, 40(3):475-477.
- Fott, B. 1972. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Tetrasporales. In: G. Huber-Pestalozzi (ed.) Das Phytoplankton des Süßwassers, Systematik und biologie 6. Teil. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung-Stuttgart. X + 116 pp. + 47 tafer.
- Fott, B. & M. Nováková. 1969. A monograph of the genus *Chlorella*. The fresh water species. in B. Fott (ed.) Studies in Phycology. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart pp. 10-74.
- Frémy, P. 1929. Les myxophycées de l'Afrique équatoriale française. Archiver de Botanique. Tome III. Memoires N° 2. pp. 1-508 .
- Frémy, P. 1934. Les cyanophycées des cotes d'Europe. Mem. Soc. Nat. Sci. Nat. et math. de Cherbourg. 41. Reprint, 1972. A. Asher & Co. B.V. Amsterdam. 234 pp. + 66 pl.
- Fuentes, L. 1972. Regiones naturales del Estado de Puebla. Instituto de Geografía. UNAM. México. 143 pp.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In L. Rabenhorst's Krytogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h. Leipzig. 1196 pp.
- Gomont, M.M. 1892. Monographic des Oscillariées (Nostocacées Homocystees). Annales des Sciences Naturelles. Septième serie. Botanique. Tome 15. Reprint. 1962. Historiae Naturalis classica . T. XIX. vol.3 by J. Cramer-Weinheim. Wheldon & Wesley, LTD and Hafner Pub. Co. Codicote, Herts. New York. N.Y. 367 pp.
- González-González, J. 1976-1985.  
 1976. Biología de Algas II. Curso de posgrado.  
 1977. Taxonomía de Algas II. Curso de posgrado  
 1977. Ficología. Curso de licenciatura.  
 1978. Seminario interno del Lab. de Ficología.  
 1979. Ecología de algas I. Curso de posgrado  
 1979. Ecología de algas II. Curso de posgrado.

- Novelo-Maldonado, E, y J. González-González. 1981. Una metodología para la colecta y el estudio de la ficoflora edáfica. Phycol. lat.-amer., 1:134-145.
- Ortega M., M. 1984. Catálogo de algas continentales recientes de México. U.N.A.M. México. 566 pp.
- Patrick, R. & CH. W. Reimer. 1966. The diatoms of the United States. vol. 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia N° 13. 688 pp.
- Patrick, R. & CH.W. Reimer. 1975. The diatoms of the United States, vol. II, part. 1. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia N° 13. 213 pp.
- Philipose, M.T. 1967. Chlorococcales. I.C.A.R. Monographs on Algae. Indian Council of Agricultural Research. New Delhi. 365 pp.
- Prescott, G.W. 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. Revised Edition. W.M.C. Brown Co. Pub. 977 pp.
- Prescott, G.W., H.T. Croasdale, W.C. Vinyard and C.E. de M. Bicudo. 1981. A Synopsis of North American Desmids. Part. II. Desmidiaceae: Placodermæ. Section 3. University of Nebraska Press. Lincoln and London. 720 pp.
- Printz, H. 1964. Die Chaetophorales der Binnengewässer. Verlag Dr. W. Junk. Den Haag. 376 pp.
- Radford, A.E.; W.C. Dickison; J.R. Massey and C.R. Bell. 1974. Vascular Plant Systematics. Harper & row, Pub. New York. XI + 891 pp.
- Reháková, H. 1969. Die variabilität der Arten der Gattung *Oocystis* A. Braun in B. Fott (ed) Studies in Phycology. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Stuttgart. pp. 145-196.
- Round, F.E. 1973. The Biology of the algae. Second ed. St. Martin's Press. New York. 278 pp.
- Scagel, R. 1966' Marine algae of British Columbia and Northern Washington, Part. I. :Chlorophyceae (Green algae) National Museum of Canada. Bulletin N° 207. 257 pp.
- Senna, Pedro Américo Cabral. 1979. Cyanophyceae da Lagoa de Estabilizacão de Sao Carlos, Estado de Sao Paulo, Brasil. Dissertacao de mestre em Botanica, Universidade de Sao Paulo, Brasil. 116 pp.
- Shtina, E.A. & N.N. Bolyshev. 1963. [Comunidades algales en los suelos de estepas áridas y semiáridas] (en ruso) Bot. Zh. 48:670-680.
- Sieminska, J. 1964. Bacillariophyceae Okrzeski, Flora Słodkowodna Polski. Tom 6. Polska Akademia Nauk. Warszawa. 610 pp.
- Skuja, H. 1949. Zur Süßwasseralgen - Flora Burmas. Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Ser. IV, vol. 14, N° 5. 188 pp. + Tafel XXXVII.
- Skuja, H. 1956. Taxonomische und Biologische studien über das phytoplankton Schwedischer Binnengewässer. . Nova Acta Regiae Soc. Sc. Upsaliensis Ser. IV, vol. 16, N° 3.
- Skuja, H. 1964. Grundzuge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. Nova Act. Regiae. Soc. Scien. Upsaliensis. Ser. IV. vol. 18, N° 3 :1-360, taf I-LXIX

- Smith, G.M. 1916. A monograph of the algal genus *Scenedesmus* based upon pure culture studies. Wisconsin Academy of Sciences Arts, and Letters 528 pp. + XXV-XXXIII.
- Smith, C.E. 1965. Flora, Tehuacan Valley. Fieldiana: Botany, 31(4):107-143.
- Stafleu, F.A. et al (Ed.) 1978. International code of Botanical nomenclature. Adopted by the twelfth International Botanical Congress, Leningrad, July, 1975. Boh, Scheltema & Holkema. Utrecht. XIV + 457 pp.
- Starmach, K. 1966. Cyanophyta-Sinice. Glaucophyta-Glaukofity. Flora Słodkowodna Polski 2. Polska Akademia Nauk. Warsaw 807 pp.
- Starmach, K. 1972. Chlorophyta III. Zielenice nitkowate. Flora Słodkowodna Polki. T-10. Polska Akademia Nauk. Warszawa-Kraków. 750 pp.
- Starr, R.C. 1955. A comparative study of *Chlorococcum meneghini* and other spherical, zoospore producing genera of the Chlorococcales. Indiana University Pub. Sci. Series N° 20. VII + 111 pp.
- Tavera, S. R.L. y J. González-González. 1984. Análisis ecológico de la ficoflora de la Sierra de Juárez, Oaxaca". IX Congreso Mexicano de Botánica. SBM.
- Tchan, Y.T. and J.A. Whitehouse. 1953. Study of soil algae II. The variation of the algal population in sand soils. Proc. Linnaean Soc. N.S. Wales, 78:260-170.
- Tiffany, L.H. & M.E. Britton, 1952. The algae of Illinois. The University of Chicago Press Chicago. 407 pp.
- Tilden, J. 1910. Minnesota algae. vol. I. The Myxophyceae of North America and adjacent regions including central America. Greenland, Bermuda, the west Indies and Hawaii. Report of the survey Botanical series VIII Minneapolis, Minnesota IV+ 319+XX pl.
- Vherkovich, G. 1966. Die Scenedesmus-arten ungarns. Akademiai Kiadó. Budapest. 173 pp.
- Van Heurck, H. 1899. Traté des diatomées. Reimprimé en 1963 por J.R. Hausen. Bruxelles, Belgique xx+574 pp. + pl XXXV.
- Wayne-Nichols, H. 1973. Grow media - freshwater. In "Handbook of phycological methods". Stein, J.R. (ed.). Cambridge of the University Press p. 7-24.
- Weber, C.I. 1971. A guide to the common diatoms at water pollution surveillance System Station. U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio. 100 pp.
- Whitford, L.A. & G.J. Schumacher. 1973. A manual of fresh-water algae. Sparks Press. North Carolina. 324 pp.
- Wilson, D. and H.S. Forest. 1957. An exploratory study of soil algae. Ecology 38:309-313