



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**Estudio etnoficológico, taxonómico y
químico del alga Nostoc commune Vaucher
ex Bornet & Flahault (Cyanophyta) en la
comunidad de Xochipala, Guerrero.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A :

ARIADNA ALVAREZ MURILLO



FACULTAD DE CIENCIAS
UNAM

TUTORA: DRA. HILDA PATRICIA LEÓN TEJERA
CO-TUTOR: M. en C. ARMANDO GÓMEZ CAMPOS

2007



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.

Hoja de Datos del Jurado

Formato	Ejemplo
<p>1. Datos del alumno</p> <p>Apellido paterno Apellido materno Nombre(s) Teléfono Universidad Nacional Autonoma de Mexico Facultad de Ciencias Carrera Número de cuenta</p>	<p>1. Datos del alumno</p> <p>Alvarez Murillo Ariadna 56 22 49 55 Universidad Nacional Autonoma de Mexico Facultad de Ciencias Biología 091331577</p>
<p>2. Datos del tutor</p> <p>Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno</p>	<p>2. Datos del tutor</p> <p>Dra Hilda Patricia León Tejera</p>
<p>3. Datos del co-tutor</p> <p>Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno</p>	<p>3. Datos del co-tutor</p> <p>M en C Armando Gómez Campos</p>
<p>4. Datos del sinodal 1</p> <p>Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno</p>	<p>4. Datos del sinodal 1</p> <p>Q A Verónica Muñoz Ocotero</p>
<p>5. Datos del sinodal 2</p> <p>Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno</p>	<p>5. Datos del sinodal 2</p> <p>M en C Juan Manuel Rodríguez Chávez</p>
<p>6. Datos del sinodal 3</p> <p>Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno</p>	<p>6. Datos del sinodal 3</p> <p>Dr Gustavo Alberto Montejano Zurita</p>
<p>7. Datos del trabajo escrito.</p> <p>Título</p> <p>Número de páginas Año</p>	<p>7. Datos del trabajo escrito</p> <p>Estudio etnoficológico, taxonómico y químico del alga Nostoc commune Vaucher ex Bornet & Flahault (Cyanophyta) en la comunidad de Xochipala, Guerrero.</p> <p>66 p 2007</p>

Agradecimientos:

Al M. en C. Antonio Nieto Camacho del Instituto de Química por su asesoría y realización de la prueba biológica de este trabajo.

A Samuel Herrera Castro del laboratorio de lingüística del Instituto de Investigaciones Antropológicas, por haber proporcionado el programa Audacity y Transcriber para la transcripción de las grabaciones magnetofónicas.

Al PAPIIT por el apoyo de beca de licenciatura durante el periodo de 2004 a 2005, dentro del proyecto IN-211302 "Reproducción, ciclo de vida y taxonomía de cianoprocariontes" a cargo del Dr. Gustavo A. Montejano Zurita y la Dra. Hilda P. León Tejera, Laboratorio de Ficología, Facultad de Ciencias, UNAM.

A la Dra. Cristina Pérez-Amador Barrón y a la Q. A. Verónica Muñoz Ocotero del Laboratorio de Fitoquímica, Facultad de Ciencias, UNAM, por la asesoría y revisión de los análisis químicos realizados en este trabajo, pero además por su paciencia y valiosas observaciones. Gracias.

A los compañeros del Laboratorio de Ficología sobre todo a Mariana, Oscar, Rocío, Víctor por su amistad y apoyo.

A los compañeros y amigos de la sección de algas del Herbario por su sapiencia y apoyo para este trabajo y otros más. Gracias a Daniel, Carlos, Pablo, Luisa, Laura, Lizeth y Edgardo.

Al M. en C. Armando Gómez Campos por acceder a co-dirigir este estudio y hacer un espacio en las salidas de campo a Xochipala, además de la amistad y apoyo que siempre me brinda.

A la Dra. Hilda P. León Tejera por la dirección de este trabajo pero también por su apoyo e interés para realizar el mismo, su impulso, ejemplo y ánimo para continuar.

Al Dr. Gustavo Montejano Zurita y al M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez por sus revisiones y comentarios para este trabajo.

A Don Félix Bautista, a Doña Juanita Bello, Don Gabriel, Roberto y todos los pobladores de Xochipala, por su hospitalidad, los buenos momentos, ayuda y disposición para compartir sus conocimientos.

A mis compañeros de clase y extractase, a Pepe B. y Pepe S., Alvaro, Ivette, Ana, Belinda, Beny por los buenos momentos.

A los compas cemitas y anexos, Higinio, Jaime, Claudia, Aldo, Arge, Haydeé, Citlalli, Isabel, Atzelbi, Einar y los demás por tantas aventuras y caminos recorridos que deben de formar a un verdadero universitario.

A Ricardo Zavala y Erika Zamora por su gran ejemplo en la lucha.

A mis padres por todo su apoyo, amor y enseñanzas de hoy y siempre.

A Edna y Thelma por los momentos compartidos, enseñanzas y todo su cariño.

A Omar por su amor, complicidad y apoyo para ésta y muchas más experiencias juntos.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMEN	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	4
2.1 Uso de las algas en el mundo	4
2.2 El caso de México	8
2.3 <i>Nostoc commune</i> . Generalidades	12
III. OBJETIVO GENERAL	15
3.1 Objetivos particulares	15
IV. ZONA DE ESTUDIO	16
4.1 Ubicación	16
4.2 Xochipala, Gro.	17
4.3 Límites	19
4.4 Clima	19
4.5 Orografía	19
4.6 Hidrografía	20
4.7 Geología y edafología	20
4.8 Vegetación	21
4.9 Fauna	21
4.10 Etnohistoria	21
4.11 Datos socioeconómicos	22
4.12 Sociedad y cultura	24
V. MATERIALES Y MÉTODOS	28
5.1 Estudio etnoficológico	28
5.2 Estudio taxonómico	29
5.3 Análisis químico	31

5.3.1 Obtención de extractos	31
5.3.2 Análisis cromatográfico	32
5.3.3 Detección de metabolitos secundarios	32
5.4 Prueba de actividad biológica	34
VI. RESULTADOS	36
6.1 Etnoficológicos	36
6.1.1 “Moco de tierra”	36
6.1.2 Percepción del alga en la comunidad	38
6.2 Determinación de <i>Nostoc commune</i>	39
6.2.1 Ambiente y microambiente	42
6.2.2 Cultivo <i>in vitro</i>	43
6.3 Análisis químico	45
6.3.1 Extractos	45
6.3.2 Análisis cromatográfico	46
6.3.3 Metabolitos secundarios	49
6.4 Prueba biológica	50
VII. DISCUSIÓN	51
7.1 Etnoficología	51
7.2 Caracterización biológica y ecológica de <i>Nostoc commune</i>	54
7.3 Análisis químico y actividad biológica	56
VIII. CONCLUSIONES	58
IX. PERSPECTIVAS	60
X. BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	

RESUMEN

Este trabajo se realizó en la comunidad de Xochipala, Guerrero durante el periodo comprendido entre 2001 y 2003 y aporta nueva información al conocimiento etnoficológico de ambientes continentales en México y en particular sobre el uso y características químicas de *Nostoc commune*. El estudio derivó de observaciones iniciales realizadas durante el desarrollo de un trabajo etnobotánico titulado “Estudio de los recursos vegetales, naturales y cultivados de la región centro y sierra de Guerrero” elaborado por miembros del laboratorio de Etnobotánica, de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

A partir de la información previa sobre el uso medicinal del alga conocida como “moco de tierra”, ya que es utilizada por un curandero como antiinflamatorio y contra afecciones de la piel, se realizó una investigación etnobotánica acerca del conocimiento del alga en la comunidad. A partir de colectas se realizó la determinación taxonómica, descripción morfológica, análisis químico y evaluación de la actividad antiinflamatoria del alga.

En el estudio se reportó que los pobladores de Xochipala, Guerrero reconocen y usan el alga conocida por un curandero como “moco de tierra”, en cuanto a los resultados taxonómico se encontró que el alga corresponde con la descripción de *Nostoc commune* (Cyanophyta). En el análisis químico, se registró la presencia de metabolitos secundarios: fenoles, flavonoides y terpenos y en la prueba de bioactividad se comprobó actividad antiinflamatoria en esta especie.

I. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo se pueden encontrar diferentes definiciones de la Etnobotánica, el primero que la menciona es Harshberguer a finales del siglo XIX, la cual la define como el estudio de las interrelaciones del hombre primitivo con las plantas. Posteriormente Schultes en 1941 menciona que es el estudio de las relaciones que existen entre el hombre y su ambiente vegetal y se considera como el estudio del uso de las plantas cultivadas y silvestres por los pueblos primitivos (aborígenes). Ford en 1978 dice que tiene que ver con la totalidad de funciones que las plantas desempeñan en una cultura y Alcorn en 1991 dice que es el estudio de las interrelaciones hombre-planta involucrado en la dinámica natural y social de los ecosistemas (Estrada, E. 1993).

Hernández, B. y Clemente definieron en 1992 a la etnobotánica como la ciencia que estudia las culturas tradicionales de los pueblos respecto al uso y aprovechamiento de las plantas, constituye un completo marco para el estudio de las complejas relaciones hombre-planta en sus dimensiones simultáneamente antropológicas, ecológicas y botánicas y en el mismo año Mera, Basurto, Martínez, Bye y Herrera la definen como el estudio de las interrelaciones e interacciones entre la gente y las plantas a través del tiempo y en diferentes espacios. En el Simposium de Etnobotánica de 1990, Hernández X. mencionó que la Etnobotánica es precisamente las tres dimensiones en que se dan las interrelaciones hombre-planta, y de manera concomitante: el tiempo, el medio ecológico y la dimensión cultural son las que van a definir se se trata o no de una investigación etnobotánica (Estrada, E. 1993).

Considerando la definición de Etnobotánica de Alfredo Barrera (1976), el cual menciona que: "Es el campo interdisciplinario que comprende el estudio e interpretación del conocimiento, significación cultural, manejo y usos tradicionales de los elementos de la flora...", se puede interpretar a la Etnoficología como el campo interdisciplinario que estudia e interpreta el conocimiento, significación,

manejo y usos tradicionales de las algas en el contexto cultural de la población bajo estudio.

La Etnoficología adquiere importancia en el sentido de ser una manera de aproximación novedosa, que invita a conocer la visión y conocimiento que tienen las comunidades étnicas sobre el manejo y usos de las algas, además de mostrar una alternativa distinta a la oficial para el manejo de los recursos naturales, mucho más vinculada con la naturaleza.

El término alga se refiere a un conjunto diverso de organismos fotosintéticos que presentan notorias convergencias morfológicas, a pesar de tener distintos orígenes filogenéticos. Estos organismos habitan una gran variedad de ambientes, principalmente acuáticos: tanto marinos como continentales. Sin embargo, también se les encuentra creciendo en suelos húmedos o áridos; sobre la corteza de árboles; en piel o pelos de algunos animales, etc. En cuanto a su nivel de organización, las hay procariontes (sin núcleo verdadero) y eucariontes (con núcleo verdadero) y pueden ser desde unicelulares hasta pluricelulares y formar pseudotejidos o tejidos. Las algas procariontes son las Cyanophyta o cianoprocariontes, llamadas también algas verde-azules o cianobacterias. Las algas eucariontes macroscópicas incluyen a las: Chlorophyta conocidas como algas verdes, las Phaeophyta o algas pardas y a las Rhodophyta o algas rojas. Estos tres grupos son los que presentan mayor variedad de formas y niveles de organización. Las algas fueron de los primeros seres vivos fotosintéticos liberadores de oxígeno que habitaron el planeta, específicamente las cyanophyceae, y gracias a ellas se llevó a cabo la transformación de una atmósfera reductora (donde no existía oxígeno libre) a una oxidante (con oxígeno molecular), este proceso ayudó a disminuir considerablemente la radiación ultravioleta, ya que al haber oxígeno libre pudo formarse la capa de ozono, lo cual favoreció a la evolución de los seres vivos eucariontes tanto en tierra como en agua (Cartajena, M. 2004).

El primer apartado describe el uso que tienen diferentes algas, tanto marinas como continentales, en varias partes del mundo. Se hace mención además de las distintas aplicaciones, tanto en la industria alimentaria, agrícola, médica y los beneficios que el hombre ha obtenido a través de su historia. Más adelante se comenta el uso de las algas en México y se hace una revisión histórica desde la época prehispánica, colonial y hasta nuestros días, acerca del conocimiento tradicional que se tiene registrado para las algas tanto marinas como dulceacuícolas.

En seguida, se citan las características químicas del alga en estudio y de otras especies del mismo género taxonómico, principalmente las sustancias aisladas junto con sus aplicaciones.

El apartado de resultados se ha dividido en tres partes, la primera contiene los resultados obtenidos del estudio etnoficológico del alga *Nostoc commune*, es decir se presenta relacionada con la manera en que los pobladores de Xochipala perciben al alga, cómo se relacionan con ella y si existe un conocimiento de la misma; una segunda parte contiene la descripción taxonómica, fases del ciclo de vida observadas tanto en muestras de campo como en ejemplares cultivados y su caracterización ambiental, por último una tercera parte se integra por los resultados del análisis químico: los metabolitos secundarios encontrados y de la prueba de actividad antiinflamatoria realizada a esta especie.

Este trabajo finaliza con la discusión de los resultados obtenidos y las conclusiones. Se presenta en un anexo la relación de las muestras colectadas y depositadas en el Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM (FCME) con la información de campo por cada muestra y de las preparaciones semipermanentes elaboradas.

II. ANTECEDENTES

2.1 USOS DE LAS ALGAS EN EL MUNDO

Se tiene conocimiento de la utilización que se le da a diferentes especies de algas en distintas partes del mundo, principalmente a las marinas. Si conocemos un poco de gastronomía oriental nos percataremos de la variedad de platillos que utilizan como ingredientes algas de diferentes grupos. El ejemplo más conocido es el *Nori* que usan los japoneses para el *sushi*, alga roja del género *Porphyra sp.* (Aguilar-Rosas, R. y colaboradores 1998).

En general, a las algas se les atribuyen distintas propiedades como: tener bajo contenido calórico; servir como laxantes; contener proteínas de alto valor y más cantidad de vitaminas que algunos vegetales; se sabe que presentan radicales libres de varios elementos esenciales y contribuyen a prevenir enfermedades coronarias. Se mencionan asimismo datos respecto de observaciones sobre el aumento en la longevidad de la población en comunidades donde se consumen algas regularmente (Robledo, D. 1990).

Castro, M. I. y colaboradores (1992) y Freile, Y. (2001) mencionan que la antigüedad de la participación de las algas en la alimentación humana y animal, y el conocimiento de sus propiedades curativas es de aproximadamente 5,000 años. Se han encontrado registros del conocimiento de las algas por varias culturas

antiguas como la china en los herbarios o “Ben Cao”, la japonesa, la griega y la romana entre otras.

En particular sobre el uso de las algas marinas, existen reportes históricos provenientes de distintos continentes; se sabe que en Europa, desde el siglo XII en Escocia e Irlanda se mezclaba harina de alga con la harina de cereales para consumo humano; en América algunos indios sustituían la sal por el alga del género *Porphyra* C. Agardh; en Indonesia se usaba el agar para hacer gelatina de frutas y de allí pasó esta receta a Europa; en el siglo XIX se tuvo registro en Hawaii del consumo frecuente por la población local de 75 especies de algas (Castro y colaboradores, 1992). En la actualidad muchos países, principalmente países orientales como China y Japón, Taiwán y Singapur consumen grandes cantidades de productos derivados de las algas, además de dedicarse a su cultivo y comercio. Actualmente en Europa se utilizan para el consumo humano, se produce alimento para animales como borregos, caballos, cerdos, y para la alimentación de peces, etc., lo que aumenta la calidad y producción de todos los productos derivados de estos criaderos. En Gran Bretaña, Nueva Zelanda y Sudáfrica fabrican actualmente abonos foliares y fertilizantes, ya que se ha observado un aumento del 20% en el crecimiento apical y radicular de cultivos, además de que también disminuye infecciones por hongos (Robledo, D. 1990).

De manera industrial se utilizan derivados de las algas como el agar, los carragenanos, alginatos, furcellarano, etc. Todos ellos se usan como emulsificantes, estabilizadores, espesantes y gelificantes en alimentos como mermeladas, bebidas, lácteos, embutidos, en repostería, etc. El derivado del agar: la agarosa, se utiliza en técnicas de electroforesis, cromatografías y separaciones inmunológicas. Dentro de la industria textil se usan en telas; en la industria agronómica como fertilizantes y abonos; en farmacología para hacer cápsulas, pastillas, supositorios, cataplasmas para quemaduras; en odontología se producen pastas dentales, impresiones dentales, prótesis; en cosmetología se usan para

elaborar jabones, atomizadores, shampoo, cremas, pomadas, etc. (Gayral, P. 1982; Robledo, D. 1990 y Castro y colaboradores, 1992).

En el caso de la medicina se ha reportado el consumo de pastillas de macroalgas en Chernobyl, pues se menciona que las pastillas ayudan a desintoxicarse de la radioactividad. Otro ejemplo, es una especie de alga roja del género *Digenia sp.* que ha funcionado como antihelmíntico y en la cual más recientemente se encontraron funciones neurobiológicas; *Alsidium helminthochorton* (Schwendimann) Kützing ha probado contener sustancias que la promueven como un vermífugo eficaz. Del género *Laminaria* J.V. Lamouroux se ha extraído un compuesto que actúa como anticoagulante. De *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamouroux, *Rhodymenia sp.*, *Chondria sp.*, *Durvillea sp.* en Nueva Zelanda y *Delesseria sanguinea* (Hudson) J.V. Lamouroux, se han reportado sustancias con propiedades similares. En Islandia, existen reportes de que el alga del género *Ascophyllum* se usa contra padecimientos cardiacos y digestivos (Gayral, P. 1982; Robledo, D. 1990 y Castro y colaboradores, 1992).

Se dice que en Japón existen pocos casos de paperas por el alto contenido de yodo en las algas que consumen. En este mismo país se emplea *Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P.S. Dixon (como *Gelidium cartilagineum* (Linnaeus) Gaillon) para esta enfermedad. En China, se le conoce a los “kelps” como “jaidai” (*Saccharina japonica* (J.E. Areschoug) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders (como *Laminaria japonica* J.E. Areschoug)) y conocen la utilidad en la prevención y tratamiento del bocio o esta misma alga como solución viscosa “kwanpu” para problemas menstruales. En las orillas del Mediterráneo *Dictyopteris polypodioides* (A.P. de Candolle) J.V. Lamouroux y *Stilophora tenella* (Esper) P.C. Silva (como *Stilophora rhizodes* (C. Agardh) J. Agardh) se ha utilizado contra la escrófula. En la India, usan *Sargassum acinarium* (Linnaeus) Setchell (como *Sargassum linifolium* C. Agardh) para afecciones de la vejiga y *Saccharina latissima* (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders (como *Laminaria saccharina* (Linnaeus) J.V. Lamouroux) contra el bocio y ésta

misma en los Himalayas se usaba contra la sífilis. En América del Sur contra la gota y enfermedades renales emplean *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon (como *Sargassum bacciferum* (Turner) C. Agardh). En Inglaterra, *Palmaria palmata* (Linnaeus) Kuntze (como *Rhodymenia palmata* (Linnaeus) Greville) es consumida y provoca fuertes sudoraciones en los casos de fiebre. *Hypnea nidifica* J. Agardh en Hawai se usa contra la gastritis y *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne en infusión es un laxante. En general, la carragenina es administrada contra las irritaciones del tubo digestivo y contra la disentería. El agar regula el funcionamiento del intestino sin efectos secundarios. Las algas cada vez son más prescritas en terapias para resolver afecciones reumáticas y en casos de problemas de locomoción y circulatorios, al parecer por la acción de los oligoelementos, productos orgánicos y la variedad tan amplia de metabolitos secundarios biológicamente activos, con estructuras moleculares únicas, no encontradas en otros organismos (Cheng-Kuei, T. 1970; Gayral, P. 1982; Freile, Y. 2001).

En cuanto a las algas continentales, éstas se han usado frecuentemente como bioindicadores principalmente de aguas contaminadas, tal es el caso de las algas verde-azules y las diatomeas (Cantoral, E. y colaboradores 1999).

De manera particular, para las cianofitas se registran también otros usos (Pui-Hay, P. 2002) que varían dependiendo de la especie y el sitio. Un ejemplo se encuentra en China pues se consume una sopa de la cianofita *Nostoc commune* var. *flagelliforme* (Berkeley & Curtis) Bornet & Flahault (como *Nostoc flagelliforme* Berkeley & Curtis) (fig.1) y en Asia central de *Nostoc ellipso sporum* Rabenhorst ex Bornet & Flahault. En África central se reporta el consumo como alimento de *Spirulina platensis* (Nordstedt) Geitler (como *Arthrospira platensis* (Nordstedt) Gomont) y por otro lado, de esta misma especie se ha aislado un polisacárido sulfatado, el calcio spirulán, el cual mostró actividad contra el virus del Herpes simplex tipo 1 (VHS-1) y el virus de inmunodeficiencia tipo 1 (VIH-1), además de

Lyngbya majuscula (Dillwyn) Harvey ex Gomont se extrajo el lípido curacín-A que ha mostrado actividad anticancerígena (Chapman, V. 1970; Freile, Y. 2001).

En Perú, se refieren a las algas en general como “Ccocha-yu-yu”, Ccocha= laguna o charca y yuyu= yerba. En particular a *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault se le nombra “Cushuro”, “Lulluchcha”, “Kcocha-yuyu” y se usa en forma seca o húmeda para el forraje del ganado y la gente local la consume como comida aderezada, la cual contiene algas, pescado, papa y ají; *Nostoc pruniforme* C. Agardh ex Bornet & Flahault y *Nostoc sphaericum* Vaucher ex Bornet & Flahault también se consumen en diferentes comidas como guisos con papas denominados “picante”, “Locro” o “mazamorra”, etc. (Acosta, J. 1977).

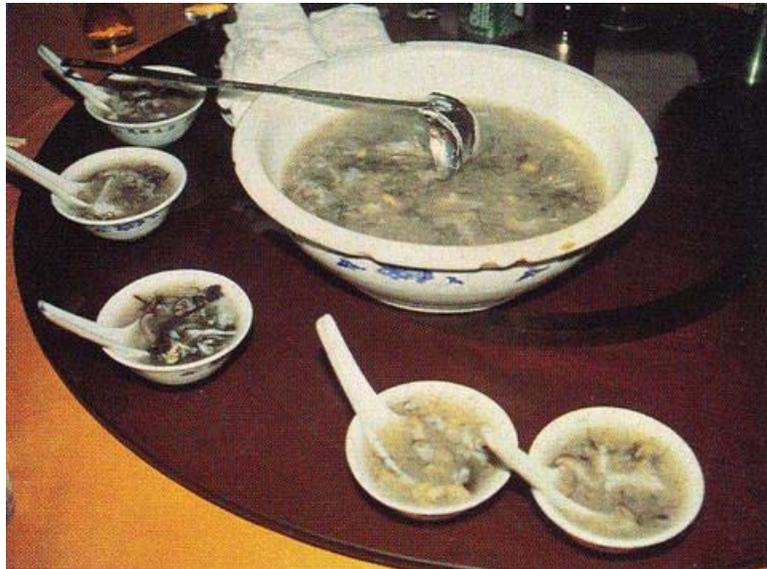


Fig. 1.- Sopa de *Nostoc flagelliforme*, hecha en China¹.

2.2 EL CASO DE MÉXICO

¹ Tomada de B. A. Whitton and M. Potts (eds.), *The Ecology of Cyanobacteria* 2000.

En México también se tienen experiencias con la explotación de los recursos algales como materia prima; por ejemplo algunos centros de elaboración de productos a base de algas se encuentran actualmente en los Estados de Baja California, Chihuahua, Coahuila, Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Veracruz, Yucatán, Estado de México y el Distrito Federal (Robledo, D. 1990).

Al revisar datos históricos en México, encontramos que varias culturas étnicas de la época prehispánica asentadas en diferentes Estados del país, ya utilizaban las algas como es el caso del Valle de México, donde Martha Ortega y colaboradores (1972, 1995) reportan el consumo en la época prehispánica del alga *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault, *Phormidium limosum* (Dillwyn) P.C. Silva (como *Phormidium tenue* (C. Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek), *Spirulina geitleri* Schiller y otras Oscillatoriales. Así Martha Ortega (1995) y José Luis Godínez y colaboradores (2001) rescataron la descripción de Francisco Hernández de 1649 sobre el “tecuítlatl”: “es muy parecida al limo, en algunos sitios del vaso del lago mexicano, creciendo en la superficie de las aguas de donde se saca a barre con redes o se apila con palas. Una vez extraído y secado un poco al sol, le dan los indios forma de pequeñas tortas; se pone entonces otra vez al sol y sobre yerbas frescas hasta que se seca perfectamente, y se guarda luego como el queso por sólo un año. Se come cuando es necesario con maíz tostado o con las comunes tortillas de los indios. Tiene sabor de queso, y así lo llaman los españoles, pero menos agradable y con cierto olor a cieno; cuando reciente es azul o verde; ya viejo es color de limo, verde tirando a negro, comestible sólo en muy pequeña cantidad, y esto en vez de sal o condimento del maíz”.

Bernardino de Sahagún en el Códice Florentino describió: “Hay unas hurroras que se crían sobre el agua que se llaman *tecuítlatl* o *acuítlatl* o *azóquitl* o *amomoxtli*. Son de color de azul claro. Después que está bien espeso y grueso, cógenlo. Tiéndenlo en el suelo sobre ceniza, y después hacen unas tortas dello, y tostadas las comen.” (fig. 2).

También de la época prehispánica se tiene conocimiento del “cocolin”, “cocol de agua” (*Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (como *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont) y *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli), que probablemente corresponde con las algas conocidas anteriormente como “tecuítlatl” (Ortega, M., 1972). En particular, el análisis bromatológico de *Leptolyngbya tenuis* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (como *Phormidium tenue* (Meneghini) Gomont) reporta un alto contenido de fenilalanina, vitaminas y minerales según Salcedo-Olavarrieta y colaboradores (1978a, 1978b).

Según Martha Ortega (1972) el “amoxtle” o “gelatina de agua” (*Nostoc commune*), y el “tizatl” (Diatomeas fósiles), también están registrados en el mismo Códice Florentino como a continuación se transcribe: “Hay greda. Usanla mucho las mujeres para hilar. Véndense en los tiánquez. Llámase Tízatl. Hay piedras en esta tierra de que se hace el barniz. Llámanlas tetízatl. Son piedras que se hacen en los arroyos, hacia Tullan. Usan mucho destas piedras para embarzinar las jícaras. Hay también otras déstas que se llaman chimaltízatl. Hácense hacia Huaxtépec. Sácanlas como de pedrora para labrar. Estas piedras cuécenlas primero. Son como yeso de Castilla. Véndense en los tiánquez.” (fig. 3). El chimaltízatl formado principalmente por diatomeas, se usó como pintura en el hilado de algodón y como medicamento para curar rozaduras (Hernández, 1959. en: Ortega y colaboradores, 1995).

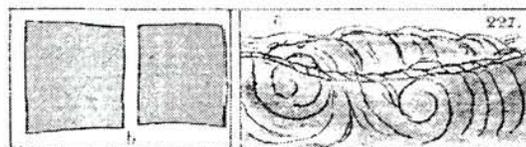


Fig. 2.- Imagen del Códice Florentino del “tecuítlatl”

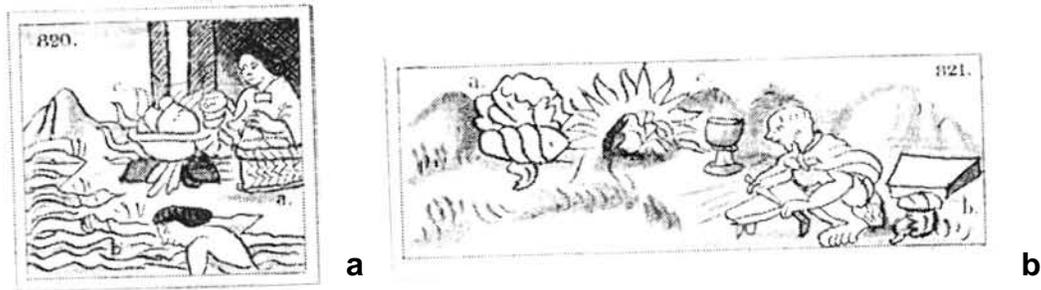


Fig. 3.- Imágenes del Códice Florentino. **a.** Se refiere al "tizatl". **b.** "tetizatli".

En relación con el uso cotidiano de las algas en la época prehispánica, García-Quintana, J. y López-Austin, A. (1989) traducen los siguientes significados de términos citados en el Códice Florentino:

acuítlatl: "excremento del agua, alga lacustre alimenticia; *amomoxтли:* "lo que se recoge en el agua (?). Alga lacustre alimenticia".

tetízatl: "piedra de greda." Mineral utilizado para hacer barnices.

tízatl: greda, gis, yeso.

Existen también registros de uso tradicional actual de algas en varios Estados de la República como: Veracruz, Yucatán, Oaxaca, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Tabasco, Chiapas, Guanajuato, Sinaloa y Estado de México (Aguilar-Rosas, R. y colaboradores 1998).

Ortega y colaboradores (1997) registraron, el caso del sur de Sonora donde los Mayos nombran "jospeyamasi" al alga *Lithophyllum sp.* o "flor de mayo", ellos la usan como vermífugo y purgante. Según observaciones directas de los mismos autores, en el malecón de Coatzacoalcos, Veracruz, usan el alga *Enteromorpha sp.*, llamada "limo", que mezclada con arena fina se ocupa para eliminar alteraciones de la piel como el acné; otra observación es una botella decorada con *Fosliela sp.*, artesanía que localizaron en el Puerto de Veracruz. Actualmente en el estado de Quintana Roo, se usan las algas de los géneros *Halimeda* J.V. Lamouroux, *Jania* J.V. Lamouroux y *Galaxaura* J.V. Lamouroux, para adornar

árboles de navidad, después de blanquear y secar las algas. También encontraron en el D. F., en el mercado de Sonora y Pasaje Catedral, la venta del alga marina llamada “liquen de Islandia” *Gracilaria bursa-pastoris* (S.G. Gmelin) P.C. Silva (como *Gracilaria compressa* (C. Agardh) Greville), aunque el verdadero “liquen de Islandia” corresponde a *Chondrus crispus* Stackhouse, la cual recomiendan para tratar afecciones respiratorias.

Otro trabajo importante fue el que elaboró James Norris (1985) en el cual reporta el estudio etnoficológico que realizó con el grupo étnico de los Seris en las costas de Sonora. En este documento relata el uso que le dan a diversas algas, las cuales las nombran como “xpanáams” en general y aprovechan como material de construcción, ornamental o incluso están presentes en los juegos de los niños; además de mencionar la clasificación que tienen de las algas, ya que las identifican con la información ecológica observada por ellos y como recurso alimentario para las tortugas marinas o peces.

Martha Ortega (1972) reporta haber visitado los mercados de Coyoacán, La Merced, Zumpango, Cuautitlán, Tláhuac, Xochimilco, Xaltocan y Texcoco, de los cuales encontró en algunos la venta de tamales llamados “cocol de agua” y estaban hechos con una “nata de agua”. El “cocol” (denominado “Cocolin” en la época prehispánica”) lo compran los vendedores de tamales de “pescaditos”, “acociles” y de “ahuaucle”. Menciona que los pescadores xaltocanos recolectan el “cocol” de charcos y canales cuando está “maduro” o “se cuaja”. La describe como una capa bastante gruesa de algas que recogen a mano o lo sacan con redes de malla fina como los antiguos mexicanos; después lo lavan cuidadosamente para eliminar el fango, lo muelen en molcajete y lo condimentan con epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) o perejil (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nym. ex A. W. Hill), rajas de chiles verdes (*Capsicum annuum* L. *acuminatum* Fing.) o chile guajillo (*C. annuum* L. *longum* Sendt.) y manteca; por último lo cuecen al vapor en hojas de maíz. El producto cocido toma un color pardo-rojizo, con un fuerte olor y sabor a humedad. Lo acompañan con tortillas y mole. Asimismo, José Luis

Godínez y colaboradores (1992, en: Ortega, M. y colaboradores, 1995), comenta el uso de un abono biológico utilizado en Xochimilco, llamado “chilacastle”, el cual está conformado por el helecho *Azolla sp.* y el alga verde-azul *Anabaena sp.*

2.3 *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault. Generalidades

Esta alga pertenece al grupo de las algas verde-azules o Cyanophyta, y se distingue por ser un organismo fotosintético, procarionte filamentoso. Sus células se encuentran delimitadas por una membrana plasmática, rodeada por una pared externa que forma una vaina (Bold, H. 1989). Las células de *Nostoc* presentan únicamente tilacoides en los cuales se encuentra la clorofila a y en la superficie de éstos se localizan los ficobilisomas que contienen los pigmentos carotenoides: las ficobilinas como ficocianina, aloficocianina y ficoeritrina, pigmentos exclusivos de las cyanophytas.

Nostoc está formada por filamentos con varias células vegetativas que contienen el material celular y unas más especializadas llamadas heterocitos las cuales fijan el nitrógeno libre y pueden estar en posición apical o intercalar con respecto al filamento. La pared celular de estas células se encuentra modificada en las zonas donde hay contacto con las células adyacentes formando los nódulos polares, lugar donde mantienen comunicación con las células por medio de los microplasmodesmos. Los filamentos están inmersos en un aglomerado de polisacáridos extracelulares, los cuales se ha determinado funcionan como barrera al medio exterior y protege a las células en la rehidratación. Este aspecto es importante dado que por ser un alga terrestre está expuesta a la deshidratación (Bold, H. 1989; Hill, D. 1997).

Nostoc commune como cualquier otro ser vivo presenta un ciclo de vida particular con las siguientes fases: aseriada, ovalada con polaridad y globosa (Montejano-Zurita, G. y González-González, J. 1981). Más adelante se muestran fotografías

de las fases, las cuales fueron observadas tanto en los ejemplares colectados en campo como en los crecimientos cultivados con BG-11.

Las ficobiliproteínas son los principales pigmentos accesorios de las algas rojas y algas verde-azules, las cuales son responsables de recolectar la energía solar, de estos compuestos la c-ficocianina es un antioxidante con actividad antiinflamatoria y neuroprotectora y se ha usado en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas causadas por el estrés oxidativo como Alzheimer y Parkinson. También se ha usado en el tratamiento de úlceras gástricas y el cáncer de colon (Freile, Y. 2001).

Existen reportes del aislamiento de compuestos con actividad antibacteriana: noscomin y antifúngica: nostofungicidina en el alga *Nostoc commune*; el primero es un diterpenoide y el segundo un lipopéptido. Noscomin ha mostrado resultados antibacterianos parecidos al cloranfenicol con *Staphylococcus epidermidies* y *Bacillus cereus*, además obtuvo un resultado similar a la tetraciclina con *Escherichia coli*; nostofungicidina presenta una fuerte actividad antifungal con *Aspergillus candidus* (Kajiyama, S. y colaboradores, 1998). En otro reporte se menciona el aislamiento de tres compuestos más de la misma especie de cyanophyta: 8-{{(5-carboxi-2,9-epoxi)bencil}-2,5-dihidroxi-1,1,4a,7,8-pentametil-1,2,3,4,4a,6,7,8,9,10,10a-dodecahidrofenantrina, estructuralmente relacionado a noscomin; 1,8-dihidroxi-4-metilntraquinona, el cual es la primera antraquinona aislada de un alga verde-azul y 4-hidroxi-7-metilindan-1-1, que se conocía como compuesto sintético y se tiene el primer reporte de su aislamiento como compuesto natural. Estos últimos compuestos también mostraron actividad antibacteriana (Jaki, B. y colaboradores 1999; 2000).

Hasta este momento no se ha registrado algún reporte de la actividad antiinflamatoria para extractos de especies de *Nostoc* y en particular de *N. commune*, por lo que se decidió trabajar con los extractos obtenidos del análisis químico, para corroborar esta actividad biológica señalada por el curandero.

Siendo este estudio el primer reporte de actividad antiinflamatoria para *N. commune*.

La investigación se inició a partir de la información proporcionada por Don Félix, un curandero de Xochipala que empleaba el “moco de tierra” (*Nostoc commune*) para quitar dolores de articulaciones, inflamación y salpullido en la piel (Gómez, A. com. pers.).

III. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio etnoficológico, taxonómico y químico del alga cyanophyta *Nostoc commune*, conocida como “moco de tierra” en la comunidad de Xochipala, Guerrero, con la intención de contribuir al estudio de la etnoficología y rescatar el conocimiento empírico del organismo en estudio.

3.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- a) Investigar el conocimiento y manejo del alga *Nostoc commune* conocida como “moco de tierra”, entre los habitantes de Xochipala, Guerrero.
- b) Hacer la descripción morfológica y la caracterización ecológica de las poblaciones del alga encontradas en la zona de estudio.
- c) Complementar la información morfológica derivada del estudio de las poblaciones locales de la especie con información derivada de cultivos *in vitro*.
- d) Llevar a cabo el análisis químico del alga, para determinar el tipo de grupos de metabolitos secundarios que posee.
- e) Realizar la prueba de actividad antiinflamatoria del “moco de tierra” y comparar los resultados con las propiedades que el curandero le atribuye a esta alga.

IV. ZONA DE ESTUDIO

Para fines de este trabajo, es necesaria la descripción detallada del lugar de estudio, ya que tanto para la parte biológica como etnoficológica son importantes los datos geográficos, geológicos y biológicos. En particular para la parte

etnoficológica de igual manera se requieren datos etnohistóricos, socioeconómicos y culturales, elementos necesarios para ayudar a contemplar un panorama más amplio de la zona estudiada. Para esto último, no sólo nos atañe saber las características meramente físicas y biológicas, sino también conocer quiénes forman parte de la estructura social, la historia y cultura del poblado.

4.1 UBICACIÓN

El Estado de Guerrero se divide en siete regiones geográficas: Acapulco, Centro, Norte, Tierra Caliente, Costa Chica, Costa Grande, y La Montaña. La comunidad a estudiar se conoce como Xochipala y se encuentra en la región centro del Estado (fig. 4).

En esta región Centro encontramos al Municipio de Eduardo Neri, hasta 1987 Zumpango del Río, que se localiza al norte de Chilpancingo a 1,092 metros sobre el nivel del mar, entre los paralelos 17° 36' y 17° 46' de latitud norte y entre los 99° 38' y 99° 59' de longitud oeste; colinda al norte con Mártir de Cuilapan, Cocula y Tepecuacuilco; al sur con Leonardo Bravo Chilpancingo y Tixtla; al oeste con Heliodoro Castillo y Cuetzala; cuenta con una extensión territorial de 1,289.6 km², que representa el 2.02% del territorio del estado; la cabecera municipal se encuentra en Zumpango del Río y cuenta con 15,680 habitantes (<http://www.guerrero.gob.mx>).

Según el gobierno del Estado en el año 2002, reportó que el municipio contaba con 52 localidades; considerando su número de habitantes, las más importantes son las siguientes: Huitziltepec con 4,290 habitantes y Xochipala con 3,706.

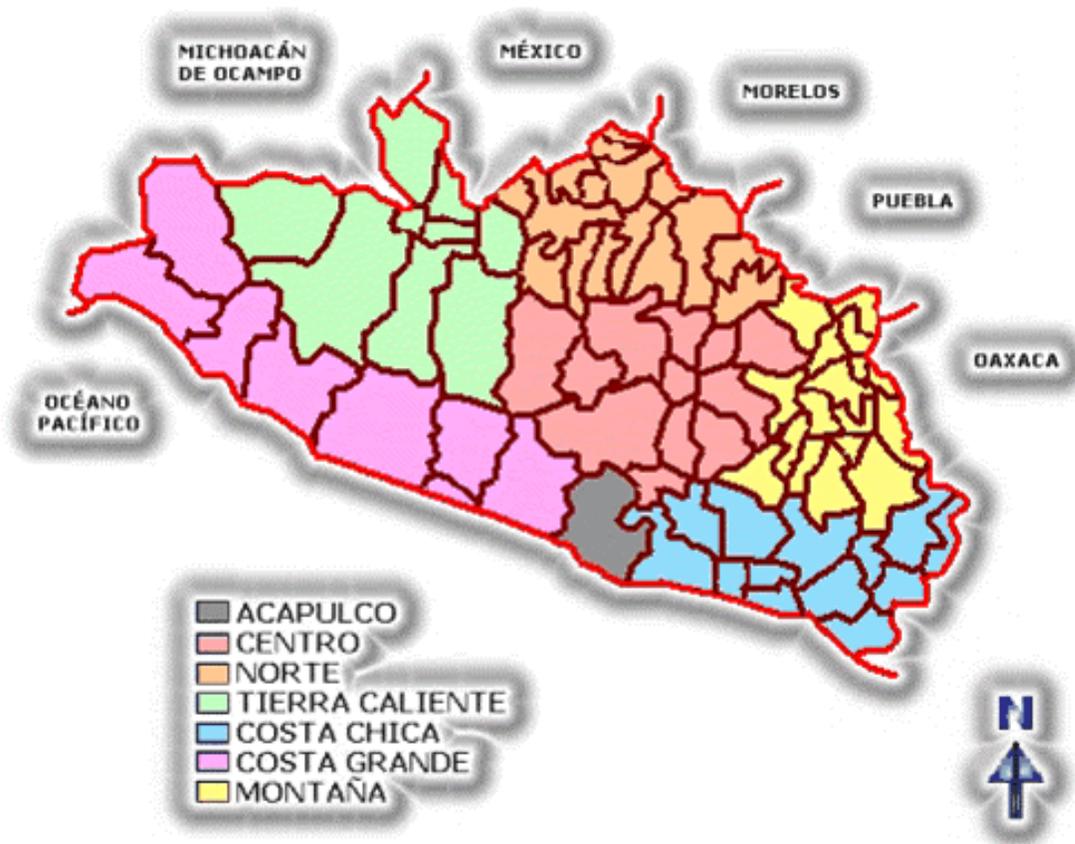


Fig. 4.- Mapa del Estado de Guerrero que muestra las regiones geográficas (<http://www.guerrero.gob.mx>).

4.2 XOCHIPALA, GRO.

Xochipala cuenta con una superficie de 26,014.40 hectáreas de terreno, situada entre las longitudes $99^{\circ} 35'$ y $99^{\circ} 40'$ y las latitudes $17^{\circ} 45'$ y $17^{\circ} 50'$ (fig. 5). El pueblo ocupa la parte norte de una planicie llamada localmente “El Llano”, que cubre una superficie de 2,256 hectáreas y se encuentra a 1,100 metros sobre el nivel del mar, en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur.

El poblado se divide en tres barrios: San José, que se ubica al sur del centro del poblado; San Nicolás hacia el oriente y San Francisco, el primer barrio fundado en 1915 abarca la parte norte de la zona. Las colonias más recientes como la Guadalupe o del Pico de Oro, habitada desde hace aproximadamente veinte años, fueron fundadas en su mayoría por personas provenientes de otras comunidades. La Antena, El Corralón y Rancho El Lirio son otros sitios de reciente población (Barrera, R. y Chino, A. 2001).



Fig. 5.- Mapa de la ubicación de Xochipala, Guerrero

4.3 LÍMITES

Xochipala limita al norte con la comunidad de Mezcala; al sur con Chichihualco, cabecera municipal, y terrenos de Atlixnac del Municipio de Leonardo Bravo; al oriente con la Carretera Federal México-Acapulco y el Cañón del Zopilote, y al poniente con las comunidades de La Laguna y El Mirabal pertenecientes al mismo Municipio y con las de Tres Cruces, Los Llanitos, Filo de Caballos y terrenos de La Escalera del Municipio de Leonardo Bravo (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

4.4 CLIMA

El clima es de tipo cálido subhúmedo (BS(H') w" (W/ig), con un promedio anual de 25°C de temperatura y 684 mm de precipitación pluvial. La temporada de lluvias comprende desde el mes de junio hasta mediados de octubre, aunque en algunos años se presentan lluvias tardías, alcanzando las precipitaciones valores bajos, lo que repercute principalmente en las actividades agrícolas (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

4.5 OROGRAFÍA

Xochipala se localiza en las estribaciones de la Sierra Madre del Sur, al norte de una planicie de aproximadamente diez kilómetros de largo por cuatro kilómetros de ancho en su parte más amplia.

Las principales elevaciones montañosas son los cerros Papalotepec, Tlaloca, Tepenacaxtla, Xocohite, Teconco, El Órgano, El Zacatoso y Consoquío. Otros puntos de menor altitud son Las Mesas, Huayal, Chichitlantepec, Las Tejas, El Capire y El Mirador. Todas estas montañas enmarcan el lecho de un antiguo depósito lacustre conocido, según Paul Schmidt (1990), como Lago Xochipala,

cuya desaparición en tiempos antiguos dio origen a los actuales terrenos de cultivo de El Llano.

4.6 HIDROGRAFÍA

La mesa de Xochipala está limitada al sur por el Río Coloapan que desemboca en el Río Milpillas, importante afluente del Balsas. Al norte la limita el Río Xochipala que también desemboca en el Balsas. Durante la época de lluvias, en las numerosas barrancas de la localidad se forman arroyos o corrientes de origen pluvial, en los meses de junio a octubre. Algunas de ellas son: Huacapa, Xaltipan, Espinal, El Órgano, Tecontli, Peña Azul, Zacatoso, Tehuixtla, Xochipalatlaco, Palito Verde, Mecapalicha y los Reyes (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

Desde fecha inmemorial, Xochipala se ha caracterizado por ser un lugar de gran escasez de agua, ya que la planicie no cuenta con corrientes superficiales, existiendo en cambio depósitos subterráneos. Debido a la permeabilidad del terreno se pueden encontrar manantiales en las barrancas aledañas, que abastecen con agua para consumo humano a la población. Los manantiales más importantes son: Zicapa, Tenancingo, Talinco, Xoxocoapa, Chichitla, Los Pozos (Nuevo y Viejo), Los Pocitos, La Pila del Llano y El Salado (Barrera, R. y Chino, A. 2001). En la actualidad existe ya una red de agua que baja de Carrizal de Bravo hacia Xochipala (Gómez Campos Armando, com. pers.)

4.7 GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA

Según Schmidt, P. (1990), las rocas clásticas (lutitas, limolitas y areniscas) de Xochipala, son parte de la Formación Mezcala, con una base calcárea, transformándose en arcillosa, limosa y por último en arenosa hacia la parte superior.

En cuanto a su edafología, el suelo es arcilloso con abundante carbonato de calcio y un pH alcalino entre 8 y 9 puntos, que son condiciones adecuadas para la fijación de fosfato (Barba, L. 1990 en: Schmidt, P. 1990).

Schmidt encontró en lo general que las primeras capas de "El Llano" son de piedra caliza y hacia el este hay tepetate con fragmentos de lutita verdosa. En algunos sitios afloran formaciones rocosas de color azul grisáceo, pobres en nitrógeno, conocidas como Formación Xochipala. La formación de calizas y lutitas calcáreas predominantes en la región se conocen como "tepetates"; estas formaciones datan de varias eras geológicas como las que se encuentran en los terrenos de Minastepec, cuyo origen se remonta al periodo Terciario (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

4.8 VEGETACIÓN

Según Rzedowski (1978), en el lugar se presenta una vegetación de tipo Bosque Tropical Caducifolio, bosque propio de las regiones con clima cálido, en el cual existen la mayoría de las especies arborescentes que pierden las hojas en la época de secas. El Bosque de Quercus que se localiza desde los 1700 hasta 2100 msnm presenta varias especies de este género y se reconoce una "zona de transición perturbada" según Jiménez, J. y colaboradores (1980 en: Franco, C. 1991). El Bosque Tropical Caducifolio, es el bosque con mayor valor por su riqueza florística, ya que tiene una mezcla de vegetación de origen templado y tropical.

4.9 FAUNA

Según Franco, C. (1991), la fauna silvestre presente en los alrededores de la localidad es muy escasa por la destrucción ecológica y los factores de perturbación, pero aún se encuentran algunos mamíferos, reptiles, aves e insectos y por supuesto fauna nociva.

4.10 ETNOHISTORIA

Según Litvak, K. J. (1971), al noroeste del Estado de Guerrero se encontraban las provincias de Cihuatlán y Tepecuacuilco. En el siglo XV habitaron el noroeste del estado, los Nahuas, poco antes de pertenecer al Imperio de la Triple Alianza. La región alrededor de Chilapa, Oapan y poblaciones aledañas, formaban parte de la zona ocupada por los Coixca-Nahua. Por otro lado se señala que en el siglo XV había pequeños grupo de Matlatzincas y Tuxtecos en los alrededores de Tixtla y Chilapa y sugiere que los Tuxtecos eran probablemente el mismo grupo llamado Chontal (Gerhard, P. 1972 en: Franco, C. 1991). También Harvey, H. R. (en: Wauchope, R. 1971) menciona que Xochipala fue poblada en el siglo XI por Chontales y Coixcas.

En el año 1452 se inició la conquista del estado de Guerrero por los Mexicas, pero antes de esto no se conoce muy bien los asentamientos de los Matlatzincas, Chontales, los Coixca-Nahuas y Cuetzala-Nahuas (Gay, C. 1987).

En el año de 1975 se iniciaron las excavaciones en la zona conocida como “La Organera”, esto fue por el interés que despertaron las figurillas “Estilo Xochipala” que aparecieron en colecciones a finales de los cincuentas obtenidas del saqueo de la zona, donde se encontró una construcción de piedra al sureste del poblado y que ahora es la zona arqueológica de Xochipala, que se encuentra bajo la supervisión del INAH, aunque en los últimos años se suspendió la continuación de las excavaciones, este lugar es resguardado por gente del mismo poblado (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

La misma gente del poblado cuenta relatos de la historia mas reciente de su comunidad, refiriéndose a la época revolucionaria de 1910, todo esto es constatado en el pequeño museo de Xochipala llamado “Museo de la Coronela Amelia Robles”, ya que ella es un personaje muy recurrente en las anécdotas de ese entonces (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

4.11 DATOS SOCIECONÓMICOS

Xochipala cuenta con vías de comunicación como una carretera que la comunica con la carretera México-Acapulco en el kilómetro 190, con la ciudad de Iguala hacia el norte y con Zumpango y Chilpancingo al sur; además existe transporte público y particular.

En el año 2000, el INEGI (<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>) reportó que la comunidad contaba con una población total de 3591 habitantes, de los cuales 1705 eran hombres y 1886 mujeres. En el mismo año se reportaron que de un total de 753 hogares, existen 695 viviendas habitadas, de las cuales 452 tenían el techo elaborado con material ligero, natural y precario, y casi la misma cantidad de viviendas con paredes de tabique, ladrillo piedra u otro material; 669 viviendas disponen de energía eléctrica; ninguna cuenta con drenaje; 75 tienen automóvil o camioneta propia y 123 cuentan con teléfono (Programa SINCE2000, INEGI).

Los pobladores durante un tiempo se dedicaron a la explotación de yacimientos cercanos de oro, plata, cobre y plomo entre otros, ahora en la actualidad la mayor parte de la gente se dedica a la agricultura, comercio y al trabajo asalariado intra y extracomunal, en menor grado se encuentran las actividades económicas de la venta de artesanías de madera y la ganadería de libre pastoreo de ganado vacuno, caprino y bovino (Franco, C. 1991). También la gente cría animales domésticos como aves de corral, cerdos, mulas, burros, caballos.

La principal actividad económica es la agricultura de temporal, donde se cultiva primordialmente maíz (*Zea mays L.*) y calabaza (*Cucurbita pepo L.*) en los terrenos de pequeña propiedad ubicado en la zona de "El Llano". En los terrenos comunales bajo el sistema de policultivo de temporal, nombrado localmente "tlacolol", se siembra sandía (*Citrullus lanatus (Thunb.) Mansf.*), ajonjolí (*Sesamum indicum L.*), melón (*Cucumis melo L.*), pepino (*Cucumis sativus L.*), cempaxochitl

(*Tagetes erecta L.*), entre otras (Jiménez, J. y colaboradores 1980; Martínez, M. 1987; Bello, M. 1994).

En cuanto a centros de educación, Xochipala cuenta con dos jardines de niños, dos primarias, una secundaria federal y un colegio de bachilleres, además de contar con una biblioteca pública. En cuestión de alfabetización, el INEGI proporciona el dato de 1669 personas alfabetas mayores de 15 años.

Como todos los estados de la República Mexicana, Guerrero tiene problemas de emigración; en particular en Xochipala se observa una emigración al extranjero, principalmente a Estados Unidos, y en otro grado también a algunos estados como Morelos y el Distrito Federal o ciudades de Guerrero como son Acapulco, Chilpancingo e Iguala. Esto sucede por varios motivos, el primero y más importante es por la falta de trabajo en la comunidad; el INEGI reporta una población económicamente inactiva de 1802 personas, además de percibir que por lo menos un miembro de cada familia xochipalense radica fuera de la comunidad.

En cuanto a salud, la comunidad cuenta con los servicios de una clínica dependiente de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, la cual es atendida por un médico y una enfermera, siendo que hay 3472 personas no derechohabientes a servicios de salud. Las enfermedades más frecuentes son las gastrointestinales, respiratorias, dérmicas, afecciones por picadura de alacrán principalmente en infantes y otras lesiones del sistema músculoesquelético (Bello, M. 1994).

4.12 SOCIEDAD Y CULTURA

Xochipala o suchipala en lengua náhuatl quiere decir “Lugar donde abunda la flor que sirve para colorear o teñir”, “Lugar donde abunda el xochipal” o “Flor que tiñe de rojo” y su glifo se puede observar en el mapa de Tepecoacuilco del siglo XVI

(fig. 6), dentro de las hojas de la Matrícula de Tributos del Códice Mendocino. Este glifo está representado por una casa “calli” y una flor de pétalos amarillos con el centro rojo nombrado “xochipal” (*Cosmos sulphureus* Cav.) (fig. 7).



Fig. 6.- Mapa de Tepecoacuilco, Museo “Coronel Robles”, Xochipala, Guerrero. Fotografía tomada del Laboratorio de Etnobotánica, Fac. Ciencias, UNAM

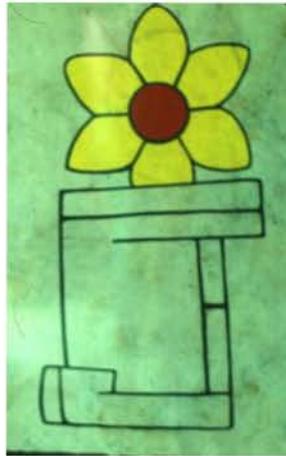


Fig. 7.- Glifo de Xochipala. Fotografía Laboratorio de Etnobotánica, Fac. Ciencias, UNAM.

La vivienda típica de Xochipala se representa por una habitación rectangular con la función de estancia y recámara, junto a éste se pone la cocina con el fogón y el comedor que por lo regular es un cobertizo, una troje para almacenar el maíz y en general hay un tecorrall donde se siembran algunas plantas o en época de lluvias se cultiva. La vivienda típica está formada por enrejado de varas de órgano (*Neobuxbaumia mezcalaensis* (H. Bravo) Backeberg), otate (*Guadua spp.*) o quiote de maguey (*Agave spp.*) en las paredes con un aplanado de lodo con zacatepepextli (*Bouteloua sp.*); el techo está sostenido por vigas de cueramo (*Cordia elaeagnoides* D. C.) y encino (*Quercus glaucoides* Mart et Gal.), que son recubiertos con hojas de palma (*Brahea dulcis f. humilis* Miranda) y el piso de “tepetate”. Cada vez este tipo de viviendas se pueden apreciar en menor grado, pues la mayoría de las casas las hacen ahora con tabique y concreto (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

En el contexto religioso, Xochipala presenta una gran variedad de religiones difundiéndose principalmente la católica, el INEGI reporta 2785 personas de 5 años y más se identifica con esta religión y en menor grado de preferencia está la evangélica, presbiteriana, testigos de Jehová, sabadistas, entre otras. Pero a pesar de esta variedad, prácticamente toda la población no sólo realiza los festejos referentes a la religión católica, sino que fomenta el continuar con estas

celebraciones, tales como el carnaval en el mes de febrero, la Semana Santa, la Santa Cruz el 3 de mayo, la coronación de la milpa el 14 de septiembre, el día de San Francisco de Asís, el patrono de la comunidad, que se festeja el 4 de octubre. Es importante señalar que a través de los años, aún se mantienen vivos algunos ritos que datan antes de la conquista española como es la petición del agua el jueves de “Ascención”, la cual llevan a cabo algunos pobladores, llevando consigo una ofrenda, realizan una peregrinación hacia la cueva conocida como “Las campanitas” donde una persona golpea la roca que suena como campana y piden a los dioses de los vientos que llueva para tener una buena cosecha (Barrera, R. y Chino, A. 2001).

Este trabajo tiene como principal interés, contribuir al conocimiento etnoficológico de los recursos algales de ambientes continentales de México. Debido a que las investigaciones en este campo son reducidas, se consideró importante realizar con este tipo de estudios para tener un mayor conocimiento etnoficológico y complementar la información que se tiene con respecto a la caracterización de las algas continentales como un recurso natural potencialmente aprovechable.

Se decidió trabajar en Xochipala una comunidad del Estado de Guerrero, pues posee una historia y riqueza cultural importante muy arraigada entre los pobladores. Debido a que la zona presenta una amplia biodiversidad se han hecho previamente diversos estudios etnobotánicos (Franco, C. 1991; Bello, M. 1994), en los que se ha contado con una participación activa e interés por parte de sus habitantes, ya que existe en ellos la preocupación por dar a conocer parte de su conocimiento sobre el uso de fauna y flora de su comunidad.

Es por esto que a partir de observaciones previas sobre las propiedades medicinales del alga, de acuerdo con el curandero del poblado, surgió la inquietud de realizar un estudio etnoficológico del alga conocida como “moco de tierra”.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 ESTUDIO ETNOFICOLÓGICO

Al comienzo del estudio, se hizo una visita prospectiva para localizar los lugares donde crece el “moco de tierra” y a la vez conocer a los probables informantes que pudieran aportar conocimiento del alga. Los participantes se eligieron preguntando previamente si habían tenido o tenían algún contacto con el alga. Algunas personas fueron consideradas por los primeros entrevistados, contando al final con un total de 10 informantes, se registró, el género y actividades que desempeñaba en ese momento. En las entrevistas, se tienen registradas en mayor número algunas personas por tener ellos mismos más contacto y conocimiento del alga. Se practicó la metodología de entrevista abierta en general y en algunas ocasiones entrevista dirigida (Gispert, M. y colaboradores 1979), pero sin cuestionario previo a ellas.

El conocimiento y observaciones que hicieron los informantes se registraron con una grabadora de pilas y cintas magnetofónicas, además de la libreta de campo.

Se digitalizaron las entrevistas para facilitar su transcripción en el Laboratorio de lingüística del Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, utilizando los programas Audacity y Transcriber.

El trabajo de campo se llevó a cabo en dos fases, una en el año 2001 y otra en el 2003. Ambas durante la temporada de lluvias, en los meses de agosto a noviembre, ya que es cuando el “moco de tierra” es más visible, y se realizaron en total 8 salidas, cada una con duración de 5 días. En 2002 sólo se realizó trabajo de gabinete.

En cada salida se obtuvieron muestras del alga encontrada en los diferentes lugares de Xochipala según referencias de los informantes (fig. 8), cada muestra se registró en la libreta de campo, anotando tanto la información etnobotánica como la ecológica (ambiente general y microambiente). También se obtuvo el reconocimiento fotográfico de los ambientes donde se recolectaron los ejemplares. En el anexo se proporciona la relación de las muestras colectadas con su respectiva fecha y ubicación en la zona.

5.2 ESTUDIO TAXONÓMICO

Para la determinación taxonómica del alga, se colectaron muestras con ayuda de espátulas y se preservaron en formol al 3% en agua corriente, dentro de frascos de plástico translúcidos de varias capacidades, dependiendo el tamaño del ejemplar. Además, se hizo una caracterización de la zona de muestreo y hábitat de los ejemplares a partir de fotografías y descripción directa en la zona. Se tomaron en cuenta datos de ubicación, tipo de sustrato, vegetación y temperatura ambiental.

En el Herbario de la Facultad de Ciencias, las muestras se revisaron y seleccionaron los ejemplares en mejor estado biológico, es decir, que su textura, color y aspecto fuera lo más parecido a lo que se observó en campo. Para cada

muestra se hicieron preparaciones semipermanentes, incluidas en gelatina glicerizada, a partir de las cuales se elaboró una descripción morfológica de los ejemplares que permitió la determinación del alga a especie con la ayuda de claves taxonómicas (Desikachary, T. V. 1959). Se hizo una descripción de los ejemplares tomando en cuenta características diagnósticas, para lo cual se tomaron las medidas de las células vegetativas, filamentos, y otras estructuras útiles para su posible determinación, de acuerdo con lo propuesto por Komáreck, J y Anagnostidis, K. (1989). El arreglo sistemático utilizado es el propuesto por Komárek y Anagnostidis (1989) y Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2007).

La observación de las características de los organismos se realizó con un microscopio estereoscópico Olympus y la toma de fotografías digitales en un microscopio óptico Olympus BX51 con DIC (contraste interferencial). Las células y filamentos, se midieron con el programa Sigma scan a partir de algunas fotografías digitales.

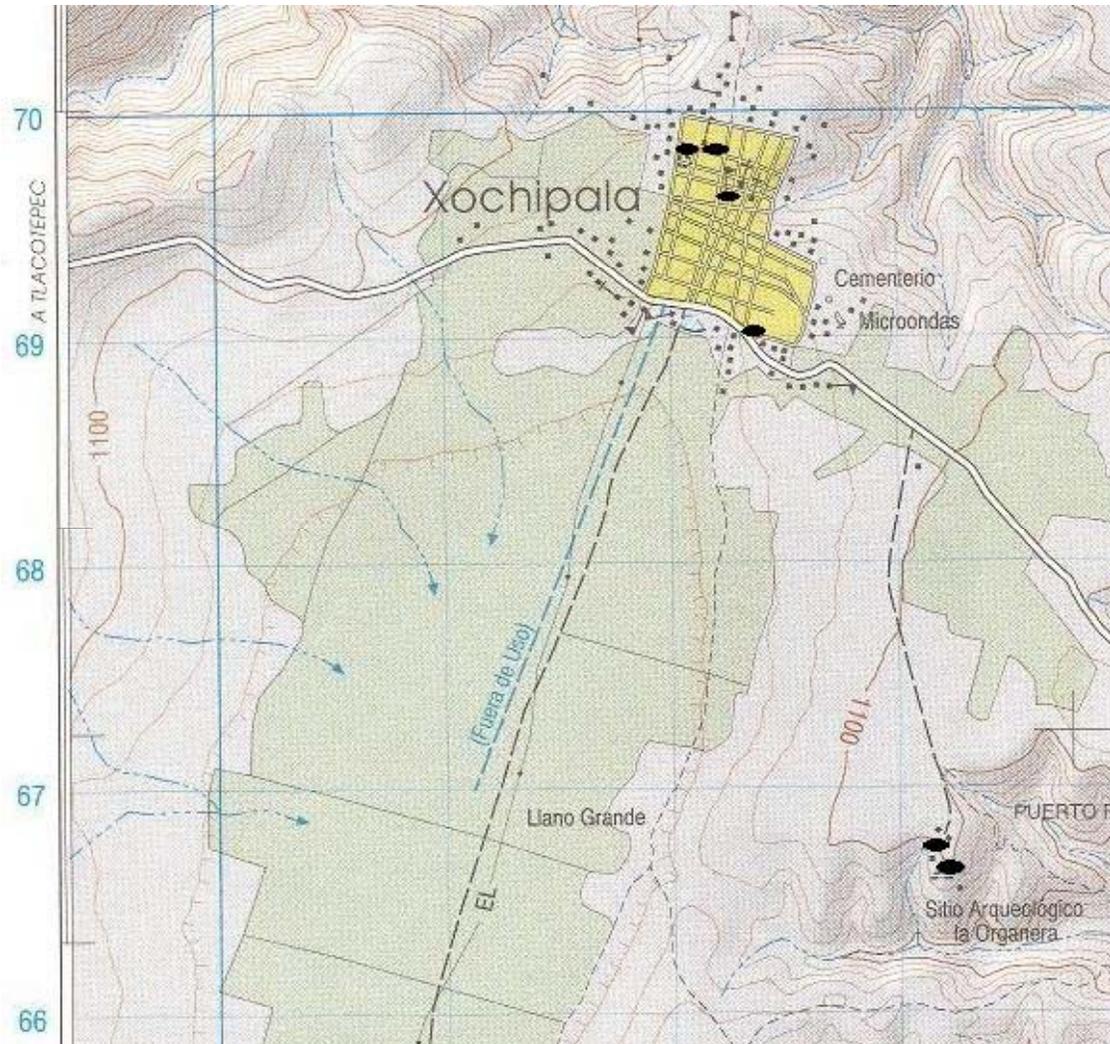


Fig. 8.- Mapa de la zona de estudio. Los puntos ovalados señalan los lugares de muestreo¹.

Todas las preparaciones elaboradas al igual que las muestras colectadas, se encuentran depositadas y registradas en la Colección de algas del Herbario de la Facultad de Ciencias de la UNAM (FCME) y las fotografías tomadas en campo se depositaron en el Laboratorio de Plantas vasculares, Etnobotánica, de la misma dependencia.

¹ Mapa INEGI, E14C18 Topografía. 1:50,000.

Con la finalidad de hacer observaciones de los estadios del ciclo de vida que no se pudieran obtener en campo y como parte de las actividades del proyecto de “Reproducción, ciclos de vida y taxonomía de cianoprocariontes”, desarrollado en el laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias, UNAM, se cultivó el alga *N. commune*, en cajas de petri desechables de 15 x 30 mm, en medio sólido BG-11, a temperatura de 25° C con un ciclo de luz-obscuridad de 12 hrs. / 12 hrs.

5.3 ANÁLISIS QUÍMICO

El análisis químico del alga se realizó en el laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias, UNAM, a fin de conocer los metabolitos secundarios presentes en esta especie.

Después de ser colectada el alga, los talos se limpiaron de tierra con agua e inmediatamente se guardaron en un frasco de plástico de un litro de capacidad, no transparente, el cual se colocó en una hielera con la finalidad de preservar el material durante su transportación del campo al laboratorio.

5.3.1. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS

En el laboratorio, se congeló el material con nitrógeno líquido para después extraer el agua congelada a través de una liofilizadora Heto FD3.

Posteriormente, en un frasco de 1 L de capacidad color ámbar, se mantuvo el material deshidratado y fragmentado con el disolvente correspondiente hasta cubrirlo y poder extraer los metabolitos secundarios. Se hizo la extracción exhaustiva por maceración a temperatura ambiente (3 X 48 horas), con hexano, acetato de etilo y metanol (R. A. Baker ACS).

Cada extracto resultante se sometió a la eliminación del disolvente por destilación a presión reducida con un rotavapor Büchi Brinkmann. Al final de este

procedimiento se obtuvo el llamado extracto seco, se calculó el porcentaje de rendimiento de cada extracto y posteriormente estos fueron analizados.

5.3.2 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

Se hicieron cromatografías en capa fina (CCF) en placas de sílicagel 60F₂₅₄ Sigma, con un espesor de capa de 0.2 mm. Una vez encontrado el eluyente ideal para cada extracto mediante ensayos previos, se procedió a correr una CCF en placas de 5 cm de largo por 2.5 cm de ancho, marcando el origen y el frente. En la primera placa se aplicaron 10 µg de extracto hexánico, en la segunda placa se aplicaron 10 µg del extracto de acetato de etilo y en la tercera 250 µg de extracto metanólico, se realizó el corrimiento con su respectivo eluyente y posteriormente se hicieron observaciones con luz ultravioleta (254 nm y 365 nm) a cada placa en un gabinete de análisis fluorescente Spectroline modelo CX-20, se marcaron las bandas observadas con cada longitud de onda. Las mismas placas observadas con UV fueron reveladas con sulfato cérico, marcándose las bandas visibles.

5.3.3 DETECCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Por otro lado, la detección cualitativa de metabolitos secundarios se logró con distintos procedimientos (Domínguez, X. 1988) en los cuales se empleó la concentración de 1mg/ml de cada extracto. A continuación se describe cada prueba y la indicación de la presencia del metabolito buscado.

- Prueba de Libermann para terpenos y esteroides

El reactivo se preparó mezclando iguales volúmenes de anhídrido acético y cloroformo, la mezcla se enfrió en hielo y se agregó una gota de ácido sulfúrico por cada ml de cloroformo contenido.

De este reactivo se agregó 1 ml por cada ml de extracto.

El cambio de coloración a un verde o azul sugiere una prueba positiva.

- Prueba de Mölish para glucósidos

A 1 ml de extracto se agregaron 2 gotas de una solución de α -naftol en etanol y 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, resbalando por las paredes del recipiente poco a poco, de tal manera que el ácido y la solución metanólica se estratificaron.

La formación de un anillo violeta en la interfase indica presencia de glucósidos.

- Prueba de Dragendorff para alcaloides

Se agregó 1 ml de ácido clorhídrico al 37% a 1ml de extracto más 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado y dos gotas de reactivo de Dragendorff.

El reactivo de Dragendorff se hace mezclando 8 g de subnitrito de bismuto en 20 ml de HNO₃ (al 30%) y otra solución de yoduro de potasio en 50 ml de agua. Se mezclan las dos soluciones y se dejan reposar 24 horas. Se decanta la solución y se afora en agua a 100 ml.

También se pueden detectar con ácido silicotúngstico; se disuelven 5 g de éste ácido en ácido sulfúrico a 6N, necesario para formar 100 ml de solución. Agregar unas gotas al extracto en lugar del reactivo de Dragendorff.

La formación de precipitado anaranjado-marrón es reacción positiva para alcaloides.

- Prueba de Shinoda para flavonoides

A 1 ml de extracto se adiciona un trozo pequeño de Magnesio o Zinc, más 2 gotas de ácido clorhídrico concentrado.

Da coloración naranja, roja, roja azulosa o violeta si son flavonas, flavononas, flavonoles, flavononoles o xantonas.

- Prueba de Saponinas

Someter al extracto disuelto en 1 ml de disolvente que le corresponda, a una agitación fuerte. Si presenta espuma que se sostenga por un minuto, la prueba es positiva.

- Prueba con FeCl_3 al 1% para detectar hidróxidos fenólicos

A 1 ml de extracto se agregaron 7 gotas de cloruro férrico etanólico. Un color azul verdoso, rojo, café o negro indica una reacción positiva y la existencia de grupos fenólicos.

5.4 PRUEBA DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA

La prueba antiinflamatoria se realizó en el Instituto de Química de la UNAM, en el laboratorio de Pruebas Biológicas.

Lo que se hizo en esta prueba fue diluir cada extracto del alga a la misma concentración. Se seleccionaron tres ratones machos de la cepa CD1 entre 25 y 30 g de peso por cada prueba de extracto y su respectivo control, estos se colocaron en cajas de acrílico transparente con un foto periodo luz/oscuridad de 12 horas/12 horas, a una temperatura entre 24 y 26° C con libre acceso a alimento y agua.

Los ratones se anestesiaron de manera general con pentobarbital sódico (3.5 mg/kg vía intraperitoneal), se aplicó 10 μl de una disolución etanólica tópica de 12-O-tetradecanoilforbol-13-acetato o TPA (0.25 mg/ml) en la oreja derecha para

inducir inflamación en esa parte. A los diez minutos en la misma oreja se aplicaron 20µl de la disolución del extracto en prueba (1 mg de extracto/20 µl de diluyente); en la oreja izquierda se aplicaron únicamente los vehículos, 10 µl de etanol y 20 µl del disolvente utilizado en la aplicación de los extractos. Después de cuatro horas los ratones se anestesiaron con éter para ser sacrificados por dislocación cervical, después se tomó una muestra de 7 mm de diámetro de ambas orejas. La diferencia del peso entre las dos muestras de cada oreja representa el edema para cada ratón.

El porcentaje de inhibición del edema se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = [(C-E)/C] \times 100$$

Donde:

C = edema del grupo tratado con TPA

E = edema del grupo tratado con TPA y extracto

VI. RESULTADOS

6.1. ETNOFICOLOGÍA

6.1.1 “MOCO DE TIERRA”

Don Félix Bautista, uno de los curanderos de la comunidad ha observado que esta alga nace y crece en las “pocitas” del tepetate, es decir en las hondonadas irregulares de la roca caliza, que es el sustrato predominante en el lugar, donde el agua permanece estancada. También menciona que “nacen” siempre de la tierra que hay en el fondo de las “pocitas”, por esta característica le da el nombre de “moco de tierra”, pues al “madurar” se encuentran flotando en la superficie de las mismas hondonadas y su apariencia es la de un “moco”. Además, menciona que el alga está “dormida” cuando se deshidrata pero cuando llueve ésta “revive”.

Reconoce que el alga crece junto a una planta conocida como “flor azul” o “cebollita”, de tallo corto, hoja lanceolada color púrpura y flor blanca o violeta, la cual se pudo determinar como perteneciente a la familia Commelinaceae (fig.9 y 10).

Don Félix identificaba al alga como una “planta fresca”, pues él divide las plantas en frescas y calientes para saber el remedio y curar las enfermedades que también divide en frescas y calientes. Utiliza el “moco de tierra” para disminuir inflamación y dolor de las articulaciones, para esto aplica una pomada en la zona afectada. La pomada la prepara con vaselina blanca, vick vaporrub y el alga seca, la cual muele en un molino de mano. También utiliza el ungüento en la piel cuando tiene “salpullido” o “lepra” como él llama a las afecciones de la piel. Este

conocimiento es adquirido a través de la observación del curandero y la experimentación en su propio cuerpo.



Fig. 9.- Fotografías que muestra la planta que identifica Don Félix como “cebollita” o “flor azul”, alrededor de ella sobre el sustrato se encuentra el “moco de tierra” deshidratado.



Fig. 10.- Fotografías que muestra una planta de la familia Commelinaceae que identifica Don Félix como asociada al alga, se observan las flores, tallo y el “moco de tierra” (mancha oscura) a su alrededor.

6.1.2 PERCEPCIÓN DEL ALGA EN LA COMUNIDAD

Doña Juanita Bello, señora de 65 años, se dedica a las labores domésticas y del campo. También reconoce el alga y menciona una idea similar a la de Don Félix, pues el alga se “da” en las “pozas”, aunque ella le asigna otro nombre al alga pues la nombra “orejita de agua”, ya que para ella algunas algas tienen la forma y apariencia de una oreja que crece en el agua. También ha observado que el alga cuando no llueve se seca pero está “viva” y cuando llueve “revive”.

Recordó cuando era niña jugaba con otros niños aventando la “orejita de agua” al cuerpo y describe que quedaba pegada en la ropa. Otra observación que hizo fue el consumo de la “orejita de agua” por los pollos y gallinas en la casa de su mamá cuando era niña y vivía aún ahí.

Verónica, una niña de 12 años dice que el alga crece en las “pocitas”, en el “suelo” del patio de su casa. Dice que los pollos que cría se comen el alga.

Fanny López, una niña de seis años narra que en su primaria “Vicente Guerrero”, ella y sus amigas juegan con el alga, la cual nombró como “pastito”, la sirven en platos desechables de unicel y simulan comerla, ya que es “comidita”. También cree probable que los burros se la coman.

Los niños Roberto Lucero e Hilario Loma de once años, nombraron al alga como “baba de vaca”, ellos dos juegan juntos y la utilizan llenando sus camiones de juguete, simulando material de carga.

Otros niños de la Primaria “Vicente Guerrero” dicen conocer a los talos del alga como “sapitos”, ellos lo que hacen es aventársela a las niñas, ya que ellas los colocan en platos de unicel durante el juego conocido como “la comidita”.

Don Gabriel, uno de los dos custodios de la zona arqueológica de “La Organera”, informó la presencia del alga en el suelo de la zona arqueológica, pero él no tenía ninguna referencia de uso de este organismo, tampoco mencionó un nombre específico para conocer el alga, sólo la nombró “La lama”.

Gustavo, sobrino de Doña Juanita Bello, joven de 21 años dijo tampoco saber acerca del alga y se refirió a ella como “lama”.

Otras pobladores no reconocieron el alga, dijeron que nunca se habían “fijado” en ella, aunque sí la han visto por el “suelo”, pero no saben ningún uso ni nombre característico.

6.2. DETERMINACIÓN DE *Nostoc commune*

División Cyanophyta

Orden *Nostocales* (Borzi, 1914) Geitler, 1925

Familia *Nostocaceae* Dumort, 1829

***Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault 1886: (1886-88)**

En campo se observa un talo deshidratado en forma de lámina corrugada color verde oscuro a café, casi negro (fig. 11); muy quebradizo al tacto. Las partes hidratadas tienen un color verde pardo mucho más claras que la zona deshidratada, de textura blanda, carnosas y gelatinosas, suave y fresca al tacto (fig. 12).

Talo gelatinoso, expandido y membranoso de talla muy variada ya que se fragmenta con poca presión al desecarse, desde menos de 1cm hasta más de 30cm (fig. 13). Formado por colonias de filamentos entretnejidos de manera laxa hacia el centro y más rígido en la parte periférica; tricomas de diferentes longitudes ($25.20\mu\text{m}$ – $445.98\mu\text{m}$) que se encuentran incluidos dentro de un mismo mucílago de color amarillo transparente a café claro translúcido; los filamentos pueden tener o no heterocitos (largo $2.48\mu\text{m}$ – $7.41\mu\text{m}$ y ancho $3.35\mu\text{m}$ - $6.70\mu\text{m}$) dependiendo del estadio de cada colonia. Los heterocitos son células notoriamente más grandes que las vegetativas de forma variada de elíptica a redonda, células dispuestas en posición apical o intercalar con respecto al filamento, refringentes a la luz principalmente en los “nódulos polares”: estructuras internas del heterocito que se presentan en los extremos donde se conectan con las células contiguas. Las células vegetativas son de forma redonda a elíptica o un poco aplanadas y no son refringentes a la luz, tienen un color verde claro y presentan granulaciones citoplásmicas; miden $2.27\mu\text{m}$ – $6.34\mu\text{m}$ de largo y $2.77\mu\text{m}$ – $5.55\mu\text{m}$ de ancho (fig. 14). No se distinguieron esporas ni acinetos.



Fig. 11.- Talo de *Nostoc commune* deshidratado, sobre roca caliza, "tepetate" (agosto 2003, atrás del Toril).



Fig. 12.- Talos hidratados de *Nostoc commune*, se observa la textura y color.



Fig. 13.- Dimensiones de un talo hidratado de *Nostoc commune* (aproximadamente 18 cm de largo), también se observa el color verde pardo y oscuro.

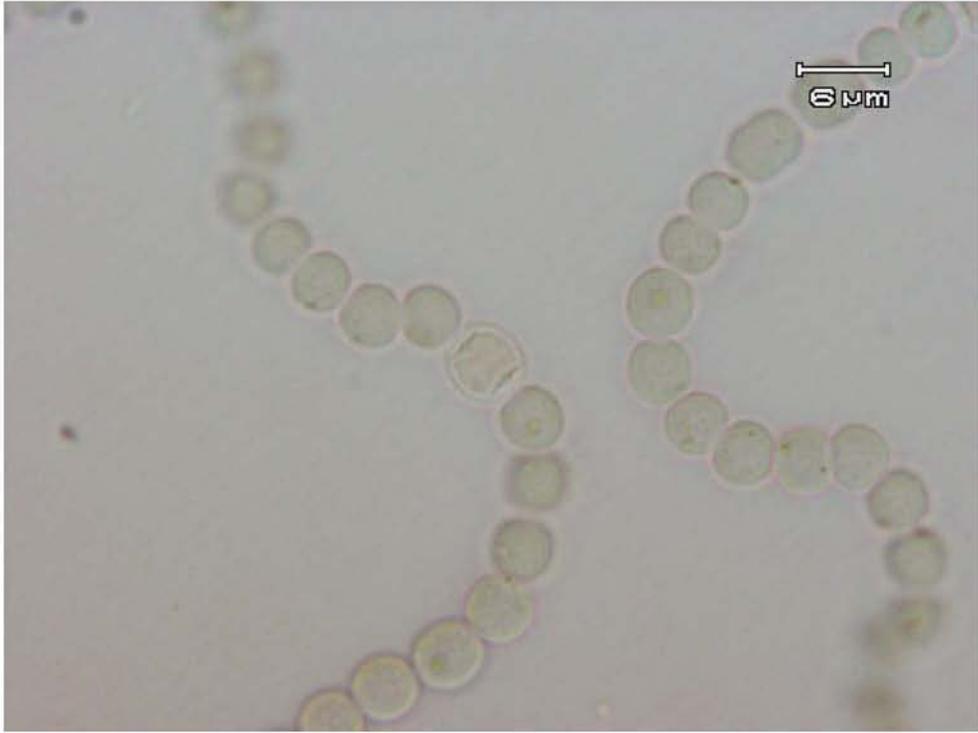


Fig. 14.- En la fotografía se observa detalle de tricoma con heterocito intercalar, refringente con nódulos polares y células vegetativas. Fotografía tomada a 100x, en microscopio Olympus.

6.2.1. AMBIENTE Y MICROAMBIENTE

Se encontraron ejemplares del alga a temperatura ambiente de 25° C en promedio, principalmente sobre sustrato llamado “tepetate” (roca caliza), en hondonadas que cuando llueve se llenan de agua que se estanca. En ocasiones al fondo de la hondonada se observó con tierra oscura, algo parecido a una especie de lodo, junto con pequeños talos casi imperceptibles y en algunos casos se observó una capa blanquecina en la parte superior del lodo (fig.15); en la superficie del agua estancada, flotando, se encontraron los talos más grandes y

visibles; también se localizaron talos entre el pasto o rocas, a la sombra o expuestos a la luz solar. El alga se encontró en los lugares donde no existía pavimento o piso de cemento, es decir, principalmente se ubicó la presencia del alga en las orillas del poblado.



Fig. 15.- Lodo característico en las hondonadas del “tepetate” donde se observan talos pequeños (indicados por flechas blancas) de *Nostoc commune* y un color blanquecino.

6.2.2. CULTIVO *IN VITRO*

Se realizaron cultivos *in vitro* de *Nostoc commune* para observar las diferentes fases del ciclo de vida que no pudieran representarse con las observaciones de las muestras de campo.

Al igual que con el material de campo, a partir de material en cultivo se observaron en preparaciones semipermanentes distintas fases del ciclo de vida de *N.*

commune: aseriada, ovalada con polaridad y globosa (Montejano-Zurita, G., González-González, J. 1981) (figs. 16 y 17). El cultivo formó parte del proyecto PAPIIT titulado “Reproducción, ciclo de vida y taxonomía de cianoprocariontes”, desarrollado en el Laboratorio de Ficología de la Facultad de Ciencias, UNAM.

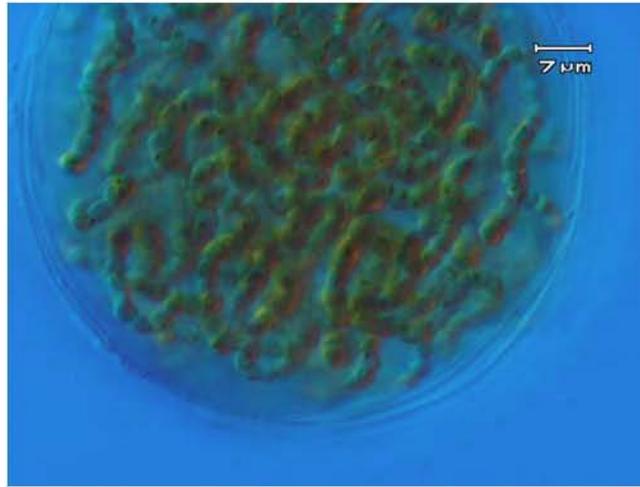


Fig. 16.- Colonia en fase globosa de *Nostoc commune*. Foto tomada a 80X con microscopio Olympus.

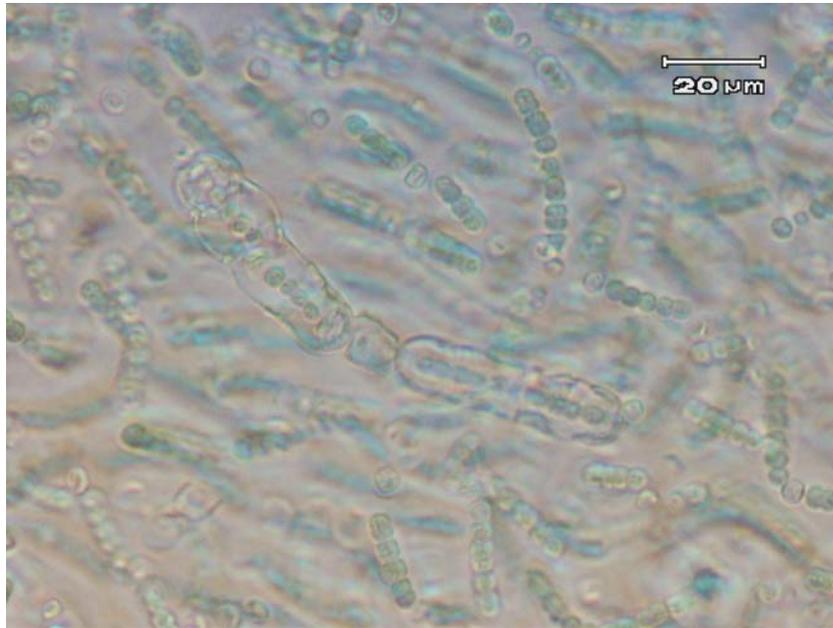


Fig. 17.- Detalle de tricomas de la fase ovalada con polaridad. Foto tomada a 40X con microscopio Olympus.

6.3 ANÁLISIS QUÍMICO

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el análisis químico del alga terrestre, *Nostoc commune*. En primera instancia se presenta la obtención de los extractos, después el análisis cromatográfico de los mismos y por último los metabolitos secundarios detectados con diferentes pruebas.

6.3.1. EXTRACTOS

Después de realizar la extracción con los disolventes correspondientes, se obtuvieron las siguientes cantidades de peso de extracto.

Para la extracción con Hexano se obtuvo lo que se muestra a continuación:

EXTRACCIÓN CON HEXANO			
Organismo	Peso seco (g)	Total de extracto (g)	Rendimiento (%)

<i>N. commune</i>	41.57	0.025	0.060
-------------------	-------	-------	-------

Tabla I.- Resultado de la extracción con hexano. Indica el peso seco del organismo, el total de extracto y el rendimiento en porcentaje.

El extracto resultante mostró una consistencia sólida, de apariencia grasosa, homogénea y de color ocre rojizo.

Para la extracción con Acetato de etilo los resultados fueron los siguientes:

EXTRACCIÓN CON ACETATO DE ETILO			
Organismo	Peso seco (g)	Total de extracto (g)	Rendimiento (%)
<i>N. commune</i>	41.57	0.0699	0.1681

Tabla II.- Resultado de la extracción con acetato de etilo. Indica el peso seco del organismo, el total de extracto y el rendimiento en porcentaje.

También el extracto resultante fue de consistencia sólida, apariencia grasosa, homogénea pero mostró un color verde oscuro, casi negro.

Para el extracto con Metanol se muestra lo siguiente:

EXTRACCIÓN CON METANOL			
Organismo	Peso seco (g)	Total de extracto (g)	Rendimiento (%)
<i>N. commune</i>	41.57	0.615	1.48

Tabla III.- Resultado de la extracción con metanol. Indica el peso seco del organismo, el total de extracto y el rendimiento en porcentaje.

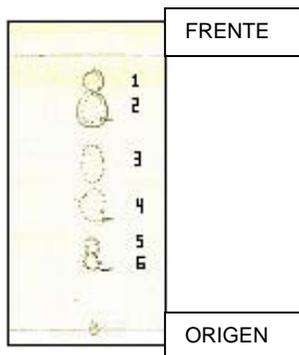
Este último extracto presentó de igual manera una consistencia sólida, de apariencia grasosa, homogénea y un color café oscuro, casi negro.

Los extractos se mantuvieron en refrigeración dentro de viales protegidos de la luz ya que el organismo es fotosintético y los extractos resultantes pudieron contener pigmentos fotosensibles.

6.3.2 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

A continuación se presentan las placas de los perfiles cromatográficos resultantes para cada extracto con su respectivo eluyente (figs. 18, 19 y 20).

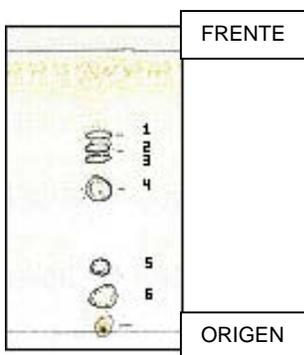
Fig. 18.- Cromatografía del extracto hexánico. Eluyente hexano-acetato (8:2).



OBSERVACIONES EN UV

- Onda corta (254 nm): Se observan las seis bandas señaladas en la placa.
- Onda larga (365 nm): Las bandas observadas corresponden a los números 2, 4 y 6 presentaron un color azul con fluorescencia y en el origen se observó un compuesto con fluorescencia naranja.
- Revelado con sulfato cérico: Después de ser revelada la placa se distinguieron únicamente las bandas con los números 1, 2 y el punto de aplicación en el origen.

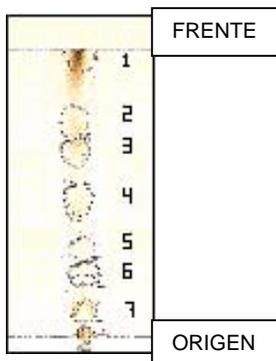
Fig. 19.- Cromatografía del extracto con acetato de etilo. Eluyente aplicado hexano-acetona (65:35).



OBSERVACIONES EN UV

- Onda corta (254 nm): Al observar en un inicio, desde el frente se mostraron tres bandas delgadas de color verde (números 1, 2, 3); las bandas con número 4, 5, 6 y en el origen también se observaron con onda corta.
- Onda larga (365 nm): Se observaron las bandas de color verde con los números 1, 2, 4 y la del origen.
- Revelado con sulfato cérico: En la placa revelada se mantuvieron visibles todas las bandas.

Fig. 20.- Cromatografía del extracto metanólico. Eluyente butanol-ácido acético-agua (5:0.5:0.5)



OBSERVACIONES EN UV

- Onda corta (254 nm): Pudieron observarse todas las bandas con un color verde.
- Onda larga (365 nm): Las bandas registradas fueron las que tienen los números 1, 2, 5, 6 y 7; en particular se observó la banda con el número 6 con fluorescencia azul, mientras que las demás bandas mantuvieron una fluorescencia naranja; en la parte del frente la banda se observó con fluorescencia roja.
- Revelado con sulfato cérico: Se pudieron observar las bandas 1 y la ubicada en el origen.

6.3.3 METABOLITOS SECUNDARIOS

Los resultados de las pruebas elaboradas para determinación de metabolitos secundarios se muestran en la siguiente tabla.

Prueba / Extracto	Hexánico	Acetato	Metanólico
Libermann (terpenos)	XX	XXXX	X
<i>color inicial</i>	naranja vivo, intenso	Cafesoso naranja	Amarillo naranja, claro
<i>color final</i>	verde azulado	Verde olivo	verde amarillo, claro
Fenoles	---	X	X
<i>color inicial</i>	amarillo intenso	Cafesoso naranja	Amarillo
<i>color final</i>	---	Verde tenue	verde tenue
Mölish (glucósidos)	---	---	---
<i>color inicial</i>	amarillo intenso	Cafesoso naranja	Amarillo
<i>color final</i>	---	---	---
Shinoda (flavonoides)	---	---	X
<i>color inicial</i>	amarillo intenso	Cafesoso naranja	Amarillo
<i>color final</i>	---	---	amarillo naranja
Saponinas	---	---	---
Dragendor (alcaloides)	---	---	---
Ácido silicotungstico (alcaloides)	---	---	---

Tabla IV.- Resultados de cada prueba para grupos químicos de metabolitos secundarios de los extractos de *Nostoc commune* tomando 1 ml (1 mg/1 ml). Las pruebas que salieron positivas se representan con "X", dependiendo del número de éstas se señala la proporción del grupo químico de metabolito detectado entre los diferentes extractos; las pruebas sin detección de compuestos químicos se representan con "---".

6.4. PRUEBA DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA

Las siguientes tablas muestran los resultados de la prueba de actividad antiinflamatoria y de los porcentajes de la respuesta que tuvo cada muestra de extracto.

Muestra	Dosis de extracto mg/oreja	Edema (mg)	Inhibición (%)
Control (AcOEt)	---	17.56 ± 0.87	---
Hexano	1	9.60 ± 1.19**	45.35
AcOEt	1	6.20 ± 0.65**	64.71

Tabla V.- Para ambos extractos se utilizó como vehículo acetato de etilo (AcOEt), ya que los dos son solubles en dicho disolvente. Su vía de administración fue tópica.

Muestra	Dosis de extracto mg/oreja	Edema (mg)	Inhibición (%)
Control (MeOH)	---	17.63 ± 0.21	---
MeOH	1	8.70 ± 0.62**	50.66

Tabla VI.- Para el extracto metanólico y su control tuvieron como vehículo el metanol. Su vía de administración también fue tópica.

Los datos del edema en ambas tablas representan el promedio de tres animales ($n=3$) ± el error estándar de la media (ESM). Los resultados se analizaron mediante una prueba de *t* de Student y los valores de $p \leq 0.05$ (*) y $p \leq 0.01$ (**) se consideraron como diferencias significativa con respecto al control.

Los resultados de la actividad antiinflamatoria para los tres extractos fueron muy buenos, el de acetato de etilo resultó ser el más efectivo, mientras que el de hexano fue el de menor actividad.

VII. DISCUSIÓN

Este trabajo se puede considerar como transdisciplinario (Estrada, E. 1994) ya que tiene como objetivo principal la caracterización de *Nostoc commune* desde el punto de vista etnoficológico, biológico y químico, además de apoyarse en las observaciones hechas por el conocimiento adquirido del curandero, por lo que tiene objetivos y metodología provenientes de tres distintas disciplinas: se empleó la metodología de la Etnobotánica para resolver los enfoques planteados relacionados con los aspectos cultural y social; para la determinación y caracterización morfológica y ecológica de la especie investigada se utilizó la metodología taxonómico-ficológica y para caracterizar a la especie desde el punto de vista químico se utilizó la metodología propia de esta disciplina.

7.1 ETNOFICOLOGÍA

El manejo que se le da a los recursos naturales en nuestro país, no ha sido precisamente el más adecuado, pues se observan grandes áreas de bosques deforestados; lagunas, ríos y mares con alto grado de contaminación; escasez de agua potable y aumento de suelos erosionados; especies de animales y plantas en peligro de extinción o ya extintas por la sobreexplotación de recursos; biopiratería; saqueo de especies propias de un lugar y tantos otros problemas a los que la sociedad se enfrenta actualmente.

Como menciona José Blancas (2001), la sociedad debe tener un cambio de actitud hacia las comunidades étnicas, ya que a través de la historia, demasiadas veces se han ignorado, marginado, y por si fuera poco se les imponen programas o proyectos que rompen totalmente con sus costumbres y cosmovisión sobre el manejo de los recursos naturales. Además se reprimen movimientos que surgen contra estas imposiciones, sin comprender que es más enriquecedor trabajar en

conjunto con las comunidades, respetando, aprendiendo del conocimiento que poseen, sus costumbres y forma de pensamiento. Así la etnoficología nos ayudaría a mejorar el manejo de recursos naturales al recuperar el conocimiento surgido de la observación propia de las comunidades étnicas.

Dentro del análisis etnoficológico, se observa que los pobladores de Xochipala nombran a las algas en general como “lama”, sin importar si el ambiente donde se encuentren es acuoso o terrestre. Reconocen la presencia del alga *Nostoc commune*, en la mayor parte del suelo del lugar, y se refieren a ella de distintas maneras. El curandero de la zona la conoce como “moco de tierra” por encontrarse en los lugares donde hay tierra y emanar de ella, además el nombre muestra la forma y textura según su percepción; Doña Juanita la conoce como “orejita de agua” por tener forma y consistencia alusiva a esta parte del cuerpo humano y por crecer en las “pocitas” con agua; y algunos niños mencionaron el nombre de “pastito”, “sapitos” y “baba de vaca”, muchas veces nombrada así por sus características externas como la forma, textura y color. Otros pobladores dijeron no conocerla mas allá de haber observado que se encuentra en el suelo o “tepetate” y aunque no mencionaron un nombre en particular la reconocen en general como “lama”.

En cuanto a la parte ecológica, Don Félix hacía la observación de que esta alga se encuentra creciendo asociada con una planta de la familia Commelinaceae, de talla corta y hojas de forma lanceolada. Ambas tienen crecimiento visible en lugares encharcados y sobre suelo de “tepetate” o en suelo de roca caliza, aunque a veces *Nostoc commune* también se encontró en lugares donde no se observó esta planta. Otros pobladores, también expresaron que el alga habita en lugares húmedos y encharcados.

En general, las personas entrevistadas mencionaron que el alga no está “muerta” sino “viva”, algunos más dijeron que estaba “dormida” al referirse a su estado de deshidratación, y que al hidratarse ésta “revive” por lo que existe un

reconocimiento de que el alga cambia de estado de acuerdo a las condiciones ambientales.

El uso que la comunidad encontró al alga varía, tanto cualidades medicinales como usos lúdicos. Respecto a la primera Don Félix, médico curandero de la comunidad, señala que esta “planta” tiene propiedades curativas, por lo cual la aplica en unguento en las articulaciones inflamadas y con dolores. La preparación es de la siguiente manera: lo que se reuna con los cinco dedos de la mano de alga seca, después se muele y mezcla con vick vaporrub y vaselina (el vick vaporrub contiene por cada 100g: 2.82g de mentol, 5.26g de alcanfor y 1.33g de aceite de eucalipto y la vaselina está compuesta por hidrocarburos sólidos y aceites esenciales saturados). La misma pomada se aplica en zonas de la piel afectada con salpullido.

Por otro lado hay gente que refiere al alga como alimento de algunos animales de corral, principalmente a las gallinas y pollos. Esta misma especie de alga se encontró en los juegos actuales de los niños y niñas, pero también algunos adultos recordaron en sus pláticas la presencia del alga en los juegos de la infancia.

Con lo anterior se demuestra la existencia de una observación detallada del alga por parte de algunos pobladores de Xochipala, ya que recibe nombres en especial que enmarcan las características observadas del alga por los mismos habitantes; no sólo eso sino que también *Nostoc commune* participa en actividades cotidianas como es el juego y con un conocimiento mayor el curandero la utiliza como medicamento, pues a través de la experimentación logró detectar algunas propiedades farmacológicas.

El conocimiento empírico del curandero acerca de las propiedades farmacológicas de *Nostoc commune* es parcialmente corroborado por los resultados del análisis químico del alga, tal como se menciona en el apartado correspondiente de esta discusión.

Es preciso mencionar sin embargo, que en la comunidad de Xochipala no se utiliza esta especie de alga como alimento o complemento alimenticio, a diferencia de lo que reporta Martha Ortega (1972) acerca del “tecuítlatl o amomoxtle” o como se conoce actualmente “gelatina de agua”, pues según narra Bernardino de Sahagún en el Códice Florentino, los indígenas colectaban el alga para prepararlo y después consumirlo, esta práctica en años recientes fue corroborada por Godínez, J. y colaboradores (2001) en la Laguna de Zumpango .

En otras partes del mundo como por ejemplo en Perú y China esta especie de alga también es utilizada para consumo humano (Acosta, J. 1977; Potts, M. en: Whiton, B. A. & Potts, M. 2000).

7.2 CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y ECOLÓGICA DE *Nostoc commune*

El alga encontrada en la zona de estudio, según su determinación y descripción, pertenece a *Nostoc commune* de la división Cyanophyta, Orden Nostocales, Familia Nostocaceae, de la cual se registra una distribución cosmopolita ya que se ha reportado en distintas partes del mundo.

Desikachary, J. V. (1959) describe a *Nostoc commune* con una morfología y hábitat muy similar a la observada en este estudio; pues menciona al talo como gelatinoso, al principio globoso, después aplastado, expandido ondulado con varios centímetros de diámetro, a las células vegetativas como cortas y abarriladas, un poco más largas que anchas (5 μ). Los heterocitos los caracteriza como esféricos con un ancho de 7 μ , reporta esporas grandes parecidas a las células vegetativas pero sólo algunas veces observables. También señala el hábitat de la especie en suelos húmedos, en rocas y en agua estancada, laderas húmedas, caminos con limo, campos de arroz y maderas húmedas. En nuestras poblaciones *Nostoc commune* crece en hondonadas de sustrato de roca caliza donde se queda el agua de lluvia estancada, en caminos y lugares abiertos donde

predomina este tipo de roca. Nuestro material coincide con la forma de las células vegetativas, pero tanto el diámetro de éstas como el largo de los heterocitos por el reportado corresponden al extremo superior de nuestros valores o incluso a valores mayores a los encontrados por nosotros.

Martha Ortega (1972) describe a la misma especie con talos de color verde oliva, de varios centímetros de diámetro, y demás características muy similares a las encontradas en los ejemplares estudiados. Menciona la observación de tricomas flexibles entremezclados, embebidos en una matriz gelatinosa y los más próximos a la superficie del talo están provistos de vainas individuales, mientras que los tricomas del interior tienen vainas hialinas reducidas a mucílago amorfo. El rango de las medidas de diámetro las células vegetativas ($2.77\mu\text{m} - 5.55\mu\text{m}$) encontrado en los ejemplares de la zona de estudio es distinto al reportado por Martha Ortega, pues maneja un diámetro de 4 a 7μ ; algo muy similar ocurre con los datos registrados de los heterocitos ($3.35\mu\text{m} - 6.70\mu\text{m}$) del alga en estudio, pues Ortega maneja longitudes de 6 a 8μ de diámetro. En estos datos existen diferencias, ya que las medidas observadas son de menor longitud a las reportadas por Ortega (1972). En cuanto a la parte ecológica, reporta el crecimiento de *Nostoc commune* en los márgenes del lago de Zumpango en los meses de octubre y noviembre; coincidiendo con lo reportado para Xochipala donde se observan de manera más visible los talos en los meses de lluvia, entre agosto y noviembre.

Si bien existen similitudes entre lo observado en nuestras poblaciones y lo reportado por Ortega (1972) y Desikachary (1959), especialmente en cuanto al hábitat, forma de crecimiento macroscópica, coloración o textura, también encontramos algunas diferencias respecto de sus descripciones, principalmente en las medidas de las células vegetativas y heterocitos reportadas por Ortega. En el caso de las medidas reportadas por Desikachary, estas no muestran los rangos de variación de las mismas, sino el promedio, por lo que podría pensarse que las estructuras vegetativas de nuestras poblaciones presentan una talla menor a la

reportada por las poblaciones descritas por este último autor para la India. El hecho de que *Nostoc commune* pueda ser descrita morfológicamente con valores distintos para cada autor denota que existe un problema de delimitación taxonómica en esta especie. Por todo lo anterior se considera necesario realizar estudios morfológicos y ecológicos más detallados de nuestras poblaciones para por un lado hacer una determinación mucho más precisa de las variaciones morfométricas que presentan estas y su posible relación con diversos factores ambientales y/o para ampliar los rangos de variación en las medidas vegetativas descritas para la especie.

7.3 ANÁLISIS QUÍMICO Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA

En los análisis químicos cualitativos elaborados al alga verde-azul *Nostoc commune*, se hallaron terpenos, fenoles y flavonoides. Se encontraron **terpenos** con mayor proporción en el extracto de acetato de etilo, después en el hexánico y con menor cantidad en el metanólico; los **fenoles** fueron detectados sólo en los extractos de acetato de etilo y en el metanólico; los **flavonoides** se observaron únicamente en el extracto metanólico. Estas pruebas realizadas para detectar metabolitos secundarios dependen de la concentración del extracto y la proporción de sus componentes. Para tener conocimiento preciso sobre la composición de cada extracto, se requiere utilizar técnicas de mayor sensibilidad.

Según las pruebas químicas en el extracto metanólico hay presencia de terpenos, fenoles y flavonoides, lo que nos indica una composición más variada y se comprueba en la placa cromatográfica correspondiente ya que se observan siete bandas las cuales deben pertenecer al menos a cualquiera de los tres grupos químicos identificados.

En cuanto a las cromatografías de los extractos de hexano y AcOEt, basándonos en la polaridad del extracto y distribución de sus componentes, se podrían hacer algunas suposiciones: en el extracto hexánico se observan bandas en cantidades

mayoritarias, que al hacer la relación con los metabolitos secundarios detectados posiblemente se traten de terpenos. En cuanto al extracto de acetato de etilo podemos agrupar las bandas en dos, 1, 2, 3 y 4 (menos polares) formaría el primer grupo y las bandas más polares señaladas por los números 5 y 6 el segundo, en ambos grupos hablaríamos de terpenos y fenoles.

En cuanto a la cromatografía del extracto de acetato de etilo se expresan las bandas 1, 2, 3 y 4 menos polares, es decir dirigidos más hacia el frente de la placa, de igual manera, haciendo la relación de los metabolitos secundarios encontrados, podría tratarse en este primer grupo de los terpenos y las bandas más polares señaladas por los números 5 y 6 mostrarían a los fenoles.

Tanto las pruebas químicas como la cromatografía ayudaron a evidenciar una posible actividad antiinflamatoria del alga estudiada.

El conocimiento adquirido por la experiencia y observación del curandero “ Don Félix “ se logró corroborar al comparar los resultados de los análisis químicos y la prueba de actividad antiinflamatoria de los metabolitos secundarios presentes en el alga, los cuales nos indican actividad biológica positiva, ya que el extracto con acetato de etilo señala una inhibición del edema a un porcentaje de 64.71%, mientras que el extracto metanólico y hexánico se encuentran con porcentajes menores al anterior, 50.66% y 45.35% respectivamente. Asimismo, los resultados obtenidos nos indican que la observación y conocimiento detallado de las características curativas de este organismo son acertados, lo cual nos lleva a pensar en la importancia tanto de integrar este tipo de conocimiento tradicional a la información biológica y ecológica existente, y además seguir impulsando el estudio del conocimiento tradicional que la gente ha mantenido y continúa utilizando.

VIII. CONCLUSIONES

1. Se presenta el primer reporte de *Nostoc commune* para la región de Xochipala, Guerrero, la cual es nombrada por algunos pobladores como: “moco de tierra”, “orejita de agua”, “pastito”, “sapitos” y “baba de vaca”, la cual coincide en algunas características con las descripciones morfológicas realizadas por Desikachary, J. V. (1959) y Ortega, M. (1972).
2. Se reconocieron las diferentes fases del ciclo de vida de *N. commune* reportadas en la bibliografía tanto en el material cultivado *in vitro* como en el material de campo.
3. Las variaciones en algunos de los valores morfométricos obtenidos de nuestras poblaciones, que son distintos en diferentes grados a los reportados por otros autores, reflejan la existencia de una problemática en la delimitación taxonómica de *Nostoc commune*.
4. Los pobladores de la zona en general tienen un conocimiento empírico del alga, en el cual reconocen cambios en su morfología, abundancia y “estado” bajo diferentes condiciones ambientales.

5. Se reportan diferentes usos con el alga por los pobladores de Xochipala: el curandero la prepara en unguento para articulaciones inflamadas, con dolor y contra afecciones de la piel; los niños la incluyen en sus juegos y algunos pobladores la señalan con alimento para animales de corral.

6. Se detectaron en extractos del alga *Nostoc commune* los grupos químicos de varios metabolitos secundarios: fenoles, terpenos y flavonoides, que tienen bioactividad antiinflamatoria, lo anterior valida y corrobora el conocimiento adquirido por el curandero a través de su experiencia personal.

7. Con este trabajo se comprueba la importancia de realizar estudios etnoficológicos en México, ya que recuperan información y conocimiento de usos tradicionales adquiridos por las observaciones hechas de los diferentes grupos étnicos sobre las propiedades de los recursos naturales locales como son en este caso las algas.

IX. PERSPECTIVAS

México es un país megadiverso, no sólo hablando de especies biológicas sino también de poblaciones humanas las cuales han adquirido un conocimiento a lo largo de su existencia, el cual mantienen y actualizan. Este conocimiento involucra a los recursos naturales propios de sus localidades, por lo que es importante mantener una línea de investigación que permita el reconocimiento y rescate de ese saber.

Es necesario continuar con la caracterización biológica y ecológica de las poblaciones locales de *N. commune*, ya que de acuerdo a la bibliografía es una especie que presenta una gran variación morfológica bajo distintas condiciones ambientales. Este tipo de estudios contribuiría a resolver en parte la problemática de delimitación de la especie.

En otro sentido sería importante realizar un análisis químico más extenso y detallado, así como tratar de aislar el o los compuestos responsables de la actividad antiinflamatoria para proporcionar mayor información de la viabilidad de los posibles usos farmacológicos del alga.

X. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, J. 1977. Nombres vulgares y usos de las algas en el Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Museo de Historia Natural "Javier Prado". Serie de divulgación núm. 7. Lima-Perú. 7 pp.

Aguilar-Rosas, R., J. Espinoza-Ávalos, L. Aguilar-Rosas. 1998. Uso de las algas marinas en México. *Ciencia y Desarrollo*. 143, nov.- dic., México: 65-73.

Barba, L. 1990. El uso del análisis de fosfato en sitios arqueológicos de Xochipala, Guerrero. Apéndice A. pp. 257-272, 9 figs. En Schmidt, P. *Arqueología de Xochipala, Guerrero*. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México. 301 pp.

Barrera, A. 1976. La Etnobotánica. Simposio de Etnobotánica. INAH-SEP, Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias, UNAM.: 19-24.

Barrera, R. y Chino, A. 2001. Monografía de Xochipala: Legado histórico y cultural. Secretaría de Educación de Guerrero, CONACULTA. México. 119 pp.

Bello, M. 1994. Estudio etnobotánico y químico del “pega hueso” *Euphorbia tanquahuete* Sessé et Moc. en Xochipala, Municipio de Eduardo Neri, Guerrero. Tesis Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM. México, 68 pp.

Blancas, J. 2001. Estudio Etnobotánico del Soyatl o Palma (*Brahea dulcis* (HBK) Martius) en la comunidad nahuatl de Huitziltepec, Eduardo Neri, Guerrero. Tesis de licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 157 pp.

Bold, H. 1989. Morfología de las plantas y los hongos. Ediciones Omega. Barcelona, España. 910 pp.

Cantoral, E., J. Carmona, J. González, G. Montejano. 1999. Algas indicadoras de la calidad del agua en el Río La Magdalena, Delegación Magdalena Contreras, Distrito Federal, México. En: Ponce, N. D. y Alegre, G. M. U. (Eds.). Consejo de Estudios para la Restauración y valoración Ambiental (aire-agua). Tomo I. Gob. del D. F., México: 299-332.

Cartajena, M. 2004. Taxonomía y distribución de Cianofitas filamentosas de La Huasteca, México. Tesis licenciatura (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 211pp.

Castro, M. I., L. V. Madrigal, S. Carrillo. 1992. Las algas marinas en la alimentación humana y animal. Cuadernos de nutrición. Departamento de nutrición animal. Inst. Nac. de la Nutrición Salvador Zubirán. Vol. 15, núm. 4: 18-31.

Chapman, V. 1970. Seaweeds and their uses. Methuen & Co. Ltd. 2a. edición. USA. Pag. 23 y 94.

Cheng-Kuei, T. 1970. El cultivo de las algas. Técnica pesquera.: 20-21.

De Sahagún, Bernardino. 1971. Códice Florentino. Libro undécimo. Facsimil de 1571. Gobierno de la República, México, D.F.: Folios 69 y 221.

Desikachary, T. V. 1959. Cyanophyta. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. Editorial Board. India: 340-685.

Domínguez, X. 1988. Métodos de investigación fitoquímica. Noriega editores. Editorial Limusa. México. 281pp.

Estrada, E. 1993. Acerca de la Etnobotánica, sus objetivos, su contexto y su método. Universidad Autónoma Chapingo. XII Congreso mexicano de Botánica. Yucatán México: 85-92.

Estrada, E., M. Florencio, C. Castellanos. 1994. El método en etnobotánica: el enfoque transdisciplinario. I Simposium Internacional sobre Etnobotánica en Mesoamerica. Cuevas S., J. A. y col (eds.). Universidad Autónoma Chapingo. México: 93-103.

Franco, C. 1991. Estudio Etnobotánico de los “magueyes” en Xochipala, Guerrero. Tesis Licenciatura (Biología), Fac. Ciencias, UNAM, México, 114 pp.

Freile-Pelegrín, Y. 2001. Algas en la “botica”. Avances y Perspectivas. Vol. 20: 283-292.

García-Quintana, J., A. López-Austin. 1989. Historia general de las cosas de la Nueva España, Fray Bernardino de Sahagún. Tomo 2. Introducción, paleografía, glosario y notas. Primera versión íntegra del texto castellano del manuscrito conocido como Códice Florentino. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Editorial mexicana. México: 473-923.

Gay, T. E. 1987. Mezcala Architecture in miniature. Memoire de la Classe des Beaux-Arts. Academie Royale de Belgique. Collection in -8, 2a. serie. Tomo XV-Fascicule 3. Palais des Academies Bruselas, Bélgica.

Gayral, P. 1982. Première partie. Notions générales sur les algues marines. Les algues des côtes françaises. Éditions Dion. Paris, France: 127-144.

Gispert, M., N. Diego, J. Jiménez, A. Gómez, J. M. Quintanilla, L. García. 1979. Un nuevo enfoque en la metodología Etnobotánica en México. Medicina tradicional. Vol. II, núm. 7: 41-52.

Godínez, J., M. Ortega, G. Garduño, M. Oliva, G. Vilaclara. 2001. Traditional knowledge of mexican continental algae. J. of Ethnobiology 21 (1): 57-88.

Harvey, H. R. 1971. Ethnohistory of Guerrero. En: Wauchope, R. (ed.), Handbook of Middle American Indians. Archeology of Northern Mesoamerican University. Austin, Texas: University of Texas Press. EEUU: 603-618.

Hill, D. 1997. Extracellular polysaccharide of *Nostoc commune* (Cyanobacteria) inhibits fusion of membrane vesicles during desiccation. 9: 237-248.

Jaki, B., J. Orjala & O. Sticher. 1999. A novel extracellular diterpenoid with antibacterial activity from the cyanobacterium *Nostoc commune*. J. Nat. Prod. 62: 502-503.

-----, J. Heilmann & O. Sticher. 2000. New antibacterial metabolites from the cyanobacterium *Nostoc commune* (EAWAG 122b). J. Nat. Prod. 63: 1283-1285.

Komárek, J. y Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. Archiv f. Hydrobiologie, Suppl.-Bd. 82: 247-345.

Kajiyama, S., H. Kanzaki, K. Kawazu, A. Kobayashi. 1998. Nostofungicide, an antifungal lipopeptide from the field-grown terrestrial blue-green alga *Nostoc commune*. Tetrahedron Letters. 39: 3737-3740.

Litvak, K. J. 1971. Cihuatlán y Tepecoacuilco: provincias tributarias de México en el siglo XVI. Inst. de Inv. Antropológicas. UNAM. México: 39-60.

Mapa INEGI, E14C18 Topografía. 1:50,000

Martínez, M. 1987. Catálogo de Nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. México. 1247pp.

Montejano-Zurita, G., J. González-González. 1981. Notas sobre la variación y ciclos de vida en *Nostoc*. Phycol. Lat. Amer. 1: 47-59.

Norris, J. N. 1985. Marine Algae, in: Felger, R. S. and Moser, M. B., People of the Desert and Sea: Ethnobotany of the Seri Indians, pp. 207-216 + (Marine Algal Names in Appendix A: Seri Plant Names) 389-410 + Literature cited, 415-421. Tucson: Univ. Arizona Press.

Ortega, M. M. 1972. Estudio de las algas comestibles del Valle de México I. Rev. lat-amer. Microbiol. 14: 85-97.

-----, J. L. Godinez, G. Garduño y M. G. Oliva. 1995. Ficología de México Algas continentales. A.G.T. Editor, S. A., México. 221.

-----, J. L. Godinez, G. Garduño, M. G. Oliva y G. Vileclara. 1997. Uso tradicional de las algas marinas de México. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente 3, (2): 161-163.

Potts, M. 2000. Nostoc. Chapter 17: 465-504. En: Whitton, B. A., M. Potts (eds.). The ecology of Cyanobacteria. 2000. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Pui-Hay, P. 2002. *Nostoc flagelliforme* and faked items retailed in Hong Kong. Journal of Applied Phycology. 14: 143-145.

Robledo, D. 1990. Las macroalgas marinas, un recurso desconocido. IcyT información científica y tecnológica. Vol. 12, núm. 169: 3-8.

Rzedowski, J. 1978. Cap. 13. Bosque tropical caducifolio. pp. 189-203. En: Vegetación de México. Edit. Limusa. México. 432 pp.

Salcedo-Olavarrieta, N., M. M. Ortega, M. E. Marín-García y C. Zavala-Moreno. 1978a. Estudio de las algas comestibles del Valle de México II Análisis químico comparativo. Rev. Lat-amer. Microbiol. 20: 211-214.

----- 1978b. Estudio de las algas comestibles del Valle de México III Análisis comparativo de aminoácidos. Rev. Lat-amer. Microbiol. 20: 215-217.

Schmidt, P. 1990. Arqueología de Xochipala, Guerrero. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM. México. 301 pp.

Programa SINCE2000 del INEGI. XII CENSO GENERAL DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2000.

Whitton, B. A. and M. Potts (eds.) 2000. The Ecology of Cyanobacteria. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2007. *AlgaeBase version 4.2*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 26 January 2007.

<http://www.guerrero.gob.mx> (última consulta 17 de noviembre de 2006)

<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp> (última consulta 10 de febrero de 2006)

RELACIÓN DE MUESTRAS DE XOCHIPALA, GUERRERO.

Núm. ACTUA	núm. ANTERI	Fecha de muestra	ubicación de la toma de muestra en la zona de estudio
X-1	X-1	3 sept.2001	Fondo de un tambo de color blanco donde guardan agua de Xicapa
X-2	X-2	5 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-3	X-3	5 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-4	X-4	5 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-5	X-5	5 sept. 2001	"Los Pozos", lavaderos comunitarios
X-6	X-6	6 sept. 2001	Zona arqueológica, Xochipala, Gro.
X-7	X-7	6 sept. 2001	"La Pila", atrás de la zona arqueológica.
X-8	X-8	6 sept. 2001	"La Pila", atrás de la zona arqueológica.
X-9	X-9	6 sept. 2001	"La Pila", caída de agua, zona arqueológica
X-10	X-10	6 sept. 2001	"La Pila", caída de agua, zona arqueológica
X-11	X-11	6 sept. 2001	"La Pila", caída de agua, zona arqueológica
X-12	X-12	14 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-13	X-13	14 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-14	X-14	15 sept. 2001	Zona arqueológica, Xochipala, Gro.
X-15	X-15	15 sept. 2001	Parte trasera de la casa de Doña Juanita y Don Gabriel (a la sombra)
X-16	X-16	15 sept. 2001	Parte trasera de la casa de Doña Juanita y Don Gabriel (a la luz)
X-17	X-17	3 oct. 2001	
X-18	X-18	4 oct. 2001	"La Pila", atrás de la zona arqueológica.
X-19	X-19	4 oct. 2001	"La Pila", atrás de la zona arqueológica.
X-20		1 28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-21		2 28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-22		3 28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-23		4 28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-24		5 28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-25		6 28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-26	#1	24 sept. 2003	"La Pila", atrás de la zona arqueológica.
X-27	#2	24 sept. 2003	Riachuelo rumbo a "El Salado"
X-28	#3	24 sept. 2003	Riachuelo rumbo a "El Salado"
X-29	#4	24 sept. 2003	Zona arqueológica, terreno de Don Gabriel.
X-30	# 5	25 sept. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-31	# 6	25 sept. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-32	# 7	26 sept. 2003	"Los Pozos", lavaderos comunitarios
X-33	X-21	26 sept. 2003	Patio de la Escuela Primaria "Vicente Guerrero"
X-34	X-22	22 oct. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-35	X-23	22 oct. 2003	Fondo de un tambo de color blanco donde guardan agua de Xicapa
X-36	X-24	5 nov. 2003	"La Pila", atrás de la zona arqueológica.

ANEXOS

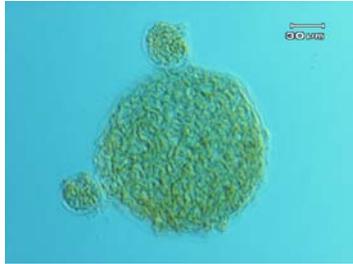
Anexo I. Relación de muestras colectadas en Xochipala, Guerrero.

Núm. Actual	Núm. anterior	Fecha de muestra	ubicación de la toma de muestra en la zona de estudio
X-2	X-2	5 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-3	X-3	5 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-4	X-4	5 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-6	X-6	6 sept. 2001	Zona arqueológica, Xochipala, Gro.
X-12	X-12	14 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-13	X-13	14 sept. 2001	"La orilla", frente a la casa de Don Félix
X-14	X-14	15 sept. 2001	Zona arqueológica, Xochipala, Gro.
X-15	X-15	15 sept. 2001	Parte trasera de la casa de Doña Juanita y Don Gabriel (a la sombra)
X-16	X-16	15 sept. 2001	Parte trasera de la casa de Doña Juanita y Don Gabriel (a la luz)
X-20	1	28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-21	2	28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-22	3	28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-23	4	28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-24	5	28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-25	6	28 agost. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-29	#4	24 sept. 2003	Zona arqueológica, terreno de Don Gabriel
X-30	# 5	25 sept. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-31	# 6	25 sept. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril
X-33	X-21	26 sept. 2003	Patio de la Escuela Primaria "Vicente Guerrero"
X-34	X-22	22 oct. 2003	Terreno de Don Félix, atrás del Toril

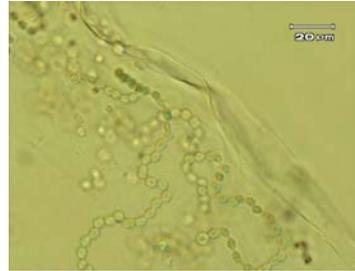
PERSONAL:

CICLO DE VIDA
PROPUESTO
POR
MONTEJANO, G.,
GONZÁLEZ-
GONZÁLEZ, J.
1981.

CICLO DE VIDA DE LA CYANOPHYTA *NOSTOC COMMUNE*



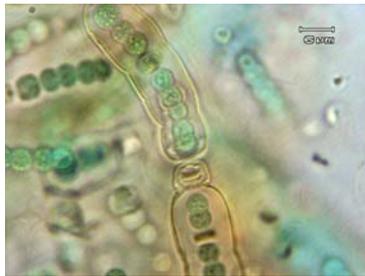
FASE GLOBOSA



INDIVIDUO
ADULTO



HORMOGONIO



FASE OVALADA CON
POLARIDAD



FASE ASERIADA

