

176
20)



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

VARIACION ESTACIONAL DE *Ophiocytium parvulum*
(PERTY) A. BRAUN 1855 EN UN SISTEMA
ACUATICO INESTABLE EN EL MUNICIPIO DE
EL ORO, ESTADO DE MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G A

P R E S E N T A

MARIA LAURA ZARIÑANA LEGUIZAMO



DIRECTOR DE TESIS: M. C. ALEJANDRO JESUS RUIZ LOPEZ



FACULTAD DE CIENCIAS
REGISTRACION ESCOLAR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

PAGINACION VARIA

COMPLETA LA INFORMACION



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
"Variación estacional de *Ophlocyrtium parvulum* (Perty) A. Braun 1855
en un sistema acuático inestable en el Municipio de El Oro, Estado
de México".

realizado por Martha Laura Zariñana Leguizamón

con número de cuenta 8637011-6 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

Propietario

Propietario

Suplente

Suplente

M. en C. Alejandro Jesús Ruiz López

M. en C. Eberto Novelo Maldonado

Dra. Rosa Luz Tavera Sierra

Biól. Rosario Vázquez Bravo

Biól. Alicia ~~Facultad de Ciencias~~

Cons. de Biología

M. en C. Alejandro Martínez Mena

COORDINACION GENERAL.
DE BIOLOGIA.

INDICE

Dedicatoria

Agradecimientos

Resumen.	1
1. Introducción	3
2. Consideraciones taxonómicas	11
2. 1. Ubicación taxonómica (Bourelly, 1981)	11
2. 2. Descripción del Género	
Nägeli (1849)	12
Ettl (1978)	13
2. 3. Descripción de la especie	
Starmach (1968)	15
Ettl (1978)	16
Zariñana (1997).	16
3. Objetivo General	19
4. Descripción de la zona	19
5. Metodología	25

6. Resultados	. 28
6.1. Análisis de correlación	. 31
6.2. Análisis de variaciones morfológicas	. 35
6. 2. 1. Febrero 1994	. 35
6. 2. 2. Mayo 1994	. 38
6. 2. 3. Septiembre 1994	. 41
6. 2. 4. Octubre 1994	. 44
6. 2. 5. Diciembre 1994	. 47
6. 2. 6. Enero 1995	. 50
6. 2. 7. Abril 1995	. 53
7. Discusión	. 57
8. Conclusiones	. 60
9. Iconografía	. 64
10. Bibliografía	. 68
11. Anexo 1	. 72

DEDICATORIA.

A la memoria de mis padres Socorro Legulzamo Cossio y Andrés Zariñana Sánchez, a ellos dedico este trabajo. Por y para ellos este trabajo aunque ya no estén conmigo. Gracias mil.

AGRADECIMIENTOS .

En primer lugar quisiera agradecer a mis hermanas: Guadalupe, Socorro, Cristina y Carmen por todo lo que hemos aprendido juntas y por el apoyo (forzoso) que me dieron.

Al M. en C. Alejandro J. Ruiz López por haber aceptado dirigir el presente trabajo.

Al M. en C. Eberto Novelo Maldonado por sus comentarios y sugerencias en este pequeño trabajo. Gracias mil.

A la Dra. Rosa Luz Tavera Sierra por el tiempo dedicado a la revisión de este escrito.

A la Biól. Rosario Vázquez Bravo por tus acertados comentarios. Gracias.

A la Biól. Alicia Vázquez Martínez por el tiempo dedicado no solo como revisor, sino como amiga. Por las observaciones tan atinadas.

Al Dr. Jorge González González por el apoyo proporcionado para la finalización del presente trabajo. Muchas gracias.

A la Biól. Teresa Sosa Rodríguez por el apoyo desinteresado que en el momento justo me proporcionaste. Gracias.

Al Biól. José Luis Bortolini Rosales por tus observaciones y sugerencias.

A mis amigos de toda la carrera: Vale, Lupis, Claudia, Carmen, Marco, Gerardo (Jerry), Oscar, Ulises, Francisco; por habernos soportado mutuamente. A Sylvia Pedraza por aguantarme desde la prepa (¡desde entonces!). De una manera especial a Vale y Lupis porque esto no hubiera sido posible sin su apoyo, de alguna forma es un trabajo de las tres.

Al personal administrativo del Laboratorio Especializado de Morfofisiología Vegetal, Maricela Pérez y Sonia Barajas; en especial a la Sra. Carmen Victorio Guzmán por el apoyo desinteresado e incondicional. Mil gracias Carmelita.

A los compañeros del Laboratorio de Ficología: Viridiana por tus consejos; Francisco Valadez por tu apoyo con el material fotográfico, de la misma manera al M. en C. Gustavo Montejano y M. en C. Javier Carmona por su ayuda con el material fotográfico; al M. en C. Enrique Cantoral por sus "empujones", a Delia, Lulú y Fabián. Aunque ya no se encuentren cerca a Ignacio, Javier y América; por el apoyo y la amistad, gracias.

De manera especial al Ing. Johann Schmal por la invaluable ayuda en la comprensión y traducción de su idioma natal; a Martha por traducirlo al castellano. Gracias.

RESUMEN.

El presente trabajo pretende establecer los factores que determinan la variación morfológica de *Ophiocyttium parvulum* (Xanthophyceae), tomando como referencia el diámetro del opérculo (knöpfchen, kopfig, lekko glówkowate, lid, angeschwollen, capitately swollen, slightly dilated ends, calotte apicale), el diámetro y largo celular. Se tomaron en cuenta estas características, debido a que son los parámetros empleados para la determinación de las especies del género. De la misma manera estos mismos caracteres pueden emplearse para conocer la variación del organismo.

Las células de *O. parvulum* presentan formas desde rectas a cilíndricas hasta espirales muy marcadas. Esta especie se caracteriza por la carencia de espinas o pies de fijación en los extremos. La reproducción es asexual por medio de zoosporas y aplanosporas. En el momento de la reproducción, uno de los extremos comienza a presentar un ensanchamiento (opérculo), este es importante ya que de estar presente indica que la célula entrará en proceso reproductivo. Este opérculo se pierde durante la reproducción quedando vacía la célula parental.

Se realizaron muestreos mensuales de diciembre de 1993 hasta mayo de 1995, durante estas visitas se registró tanto la temperatura como el pH.

De cada población colectada, se tomaron medidas de los diámetros del opérculo y de la célula, así como el largo de la misma.

Con los datos anteriores se hicieron pruebas estadísticas, las cuales indican que existe correlación entre el diámetro del opérculo y de la célula. El

largo celular no mostró relación alguna con ninguno de los caracteres anteriores y fue el caracter que presentó una mayor variación en todos los muestreos.

En lo que se refiere a las medidas de los organismos, el diámetro de la célula mostró intervalos de entre 4.0 y 12.0 μm ; el de el opérculo varió entre 4.0 y 14.0 μm ; y el largo celular osciló entre 6.0 y 222.5 μm . Estas medidas corresponden a organismos adultos. Estas dimensiones coinciden con las propuestas por otros autores (Ruiz, 1993). Es importante señalar que el diámetro celular y del opérculo mostraron un comportamiento muy similar.

En cuanto a las estaciones, llama la atención que durante el tiempo de muestreo, no se registró *O. parvulum* en el verano, solamente en las estaciones de primavera, otoño e invierno.

Las variaciones en el nivel del agua al igual que la temperatura mostraron ser factores importantes en la presencia de *O. parvulum*, además de definir su estacionalidad.

Ettl (1978) propone una separación ecológica y morfológica de las especies del género *Ophiocytium*, sin embargo llama la atención que en la zona de trabajo se registraron 7 especies más además de *O. parvulum*, como fueron: *O. apiculatum*, *O. arbuscula*, *O. capitatum*, *O. desertum*, *O. gracillimum*, *O. lagerheimii* y *O. majus*. En ocasiones se llegaron a encontrar hasta 6 especies distintas en una misma muestra.

1. INTRODUCCIÓN.

La República Mexicana presenta un territorio con una topografía muy diversa, con los tipos de climas más importantes. Estas circunstancias favorecen el desarrollo de variados ecosistemas acuáticos entre los cuales encontramos además de ríos, lagos, lagunas y cuencas hidrológicas (aguas interiores o continentales); los cuerpos de agua temporales denominados también "charcos". Los ecosistemas acuáticos anteriores se pueden diferenciar por la dinámica que éstos presenten como pueden ser movimiento del agua y variaciones en el volumen de agua que contengan. Los cuerpos de agua temporales (charcos), son sistemas de sumo interés porque presentan un carácter dinámico en cuanto a su estacionalidad, temporalidad y recambio de especies, como consecuencias de las variaciones en el nivel del agua, y cambios en la temperatura de la misma; estas características son las que los diferencian del resto de los ecosistemas acuáticos. Como resultado del carácter efímero de este tipo de ambientes, los organismos que ahí se desarrollan tienen ciclos de vida cortos que pueden ser desde algunos días hasta meses (Margain-Hernández, 1989). Por ello los charcos son de gran importancia desde el punto de vista ecológico.

En este tipo de ambientes se han descrito comunidades asociadas con vegetación y algas filamentosas (Welch, 1952; Reid & Wood, 1976). Los organismos que se desarrollan en estos sitios pueden encontrarse sobre plantas, maderas, rocas, latas y plásticos, entre otros sustratos artificiales (Reid & Wood, 1976). La composición de esta comunidad está determinada por el tipo de sustrato, movimiento del agua, profundidad, composición química y fluctuación en el nivel de la misma, esto se debe a que son ambientes estacionales que dependen de las lluvias.

De los organismos que se han descrito en estos ambientes, las comunidades algales dulceacuicolas son una de las principales, ya que constituyen el primer eslabón de las cadenas tróficas. Las que cuentan con un mayor número de representantes en México son la División Chlorophyta, además de las Clases Cyanophyceae y Bacillariophyceae. Una de las Clases que se presenta en menor proporción es la Xanthophyceae, debido a que por lo general las algas pertenecientes a ésta clase, se encuentran en cuerpos de agua lénticos como son los charcos (Margain-Hernández, *et al.* 1990). Es importante señalar que este tipo de composición es común para ambientes dulceacuícolas tropicales.

A la clase Xanthophyceae, pertenece el género *Ophiocytium*. De las especies pertenecientes a este género, se seleccionó *O. parvulum*, porque es un organismo que presenta interés taxonómico y morfológico, debido a la simplicidad de sus caracteres, que no deben subestimarse por su aparente sencillez; ya que son importantes para la determinación y descripción de la especie. De las especies pertenecientes al género *Ophiocytium*, *O. parvulum* es una de las especies que se pueden distinguir con facilidad del resto, ya que sus caracteres distintivos son bastante claros. Dentro de estos caracteres figuran el diámetro del opérculo, diámetro y largo celular. Por otra parte estos mismos caracteres pueden emplearse para conocer la variación espacio-temporal de los organismos.

Aunque la descripción genérica original de *Ophiocytium*, corresponde a Nägeli (1849), la más completa es la realizada por Ettl (1978); ya que en ella se describen las características de la reproducción. Sin embargo ambas descripciones se complementan.

No fue posible localizar la descripción original de *O. parvulum*, por lo que se tuvo que recurrir a los trabajos de otros autores como son: Collins (1909), Prescott

(1962), Starmach (1968) y Ettl (1978). De todas estas descripciones, las realizadas por Starmach y Ettl son las más completas, pues en ellas se abordan las características de la reproducción y las condiciones del ambiente en que se desarrollan.

En lo que se refiere a su fisiología, se ha encontrado que tiene la capacidad de acumular hierro en su pared mediante adsorción (Ettl, 1978). Al parecer esta es una característica distintiva de la especie *O. parvulum*.

Debido a que *O. parvulum* tiene una distribución reportada muy restringida, además de que el género y la especie son poco conocidos, no se han localizado referencias acerca de este organismo. Los reportes que se han hecho en cuanto al género tienen como base observaciones realizadas en la especie *O. majus* principalmente. Es importante señalar que para México sólo se tenía el reporte de *O. cochleare*, el cual fue registrado en Tianguistenco, Méx. en "Laguna Victoria" por Mendoza, 1973 (*in* Ortega, 1984).

Las investigaciones referentes al género son muy pocas; sobresalen los trabajos de Hibberd y Leedale (1971) relacionados con la citología y la ultraestructura de *O. majus* (Xanthophyceae); el estudio comparativo de zoosporas de la clase Xanthophyceae realizado por Pecora & Rhodes (1973), y las investigaciones hechas por Whittle (1976) que es una investigación relacionada con los pigmentos fotosintéticos de algunas especies pertenecientes a la misma clase. Los trabajos citados anteriormente fueron realizados con material de cultivo, específicamente con *O. majus*.

En México destaca el trabajo realizado por Ruiz (1994) en el cual aborda la problemática taxonómica de las especies de *Ophiocytium*.

En general se carece de estudios realizados con organismos en su medio; dentro de este tipo de estudios se encuentra la descripción del género (Nägeli, 1849), además de algunos registros referente a *O. parvulum* como son: Whitford (1943) que lo reporta para Carolina del Norte, creciendo entre algas filamentosas en un charco; Schumacher, *et al.* (1966) quienes lo encontraron desarrollándose en una ciénaga fangosa, también para Carolina del Norte; Whitford, *et al.* (1971) en el Parque Nacional Rocky Mountain, Colorado, que lo reportan creciendo en una charca; y Starmach (1980), quien lo registra para Polonia, desarrollándose sobre puestas de rana.

En lo que se refiere a medidas del organismo, según Ruiz (comunicación personal), menciona los diámetros celulares máximos y mínimos de *O. parvulum* según varios autores (Cuadro 1):

Autor	Diám. cel. mín. (μm)	Diám. cel. máx. (μm)
Collins	3.0	9.0
Lindau	4.0	5.0
Pascher	4.0	5.0
Forest	3.0	15.0
Prescott	3.0	10.0
Ettl	4.0	6.0

Cuadro 1. Diámetros celulares máximos y mínimos reportados para *O. parvulum* (Ruiz 1992, comunicación personal).

A nivel mundial solo se tienen algunos registros del organismo como integrante de la flora ficológica de algunos sitios. Aunado a esto, existen pocos estudios relacionado con su fisiología, de manera particular en referencia a la adsorción de hierro que el organismo presenta ya que según Ettl (1978), *O. parvulum* se desarrolla en ambientes ácidos y ferrosos. Estas condiciones de acidez y acumulaciones de hierro, son similares a las que se presentan en los charcos.

En cuanto a la sistemática del género no hay un acuerdo general de su ubicación, definición y delimitación; ya que ésta está basada en caracteres superficiales y es poco satisfactoria (Ruiz, 1993). Algunos autores lo agrupan con otros géneros de la misma división. La similitud entre algunas formas es tan grande que no puede demostrarse que algunas especies de vida libre sean las mismas que en estados juveniles se encuentren fijas o bien en colonia (Prescott, 1962), y aún, que por cambios ambientales estos organismos modifican su morfología como una respuesta a las condiciones de tensión que en un momento dado el ambiente les proporcione. Por lo anteriormente mencionado, algunos autores como Bourrelly (1981) proponen averiguar si presenta crecimiento longitudinal y si sus células son uni o multinucleadas. Ruiz (1993), plantea la realización de estudios de tipo cariológico además de investigaciones referentes a la biosíntesis de pared celular, entre otras características.

Son escasos los estudios realizados referidos a la variación estacional de algas dulceacuícolas en cuerpos de agua inestables, por lo que surge el interés de determinar la estacionalidad de algunos géneros como *Ophiocytium*; el cual presenta un gran interés taxonómico, pues en ocasiones es difícil delimitar a las especies (Cuadro 2); fisiológico pues se ha observado que tiene la capacidad de adsorber hierro en su pared. Se seleccionó la localidad de Santa Ana debido a

se tenían algunos reportes de *O. parvulum* (y otras especies del mismo género) en el sitio (Ruiz 1993, comunicación personal).

El presente estudio es de tipo taxonómico, ya que está enfocado a las variaciones que presenta *O. parvulum* en cuanto a su morfología (medidas del diámetro del opérculo y de la célula). Dentro de las especies de *Ophiocytium*, *O. parvulum* es la que se puede diferenciar con mayor facilidad de las demás, debido a que los caracteres para distinguirla del resto de las especies son claros. Por otro lado, *O. parvulum* puede presentar variaciones en cuanto a su estacionalidad, ya que su presencia parece estar relacionada con los cambios en la temperatura del agua y variaciones en el nivel de la misma.

De acuerdo con lo propuesto por Ettl (1978), de las especies registradas para Santa Ana, México, las únicas que estarían bien delimitadas del resto serían *O. parvulum* por la carencia de espinas; *O. maximum* por el hecho de crecer en charcos de barro con un diámetro celular de hasta 27 μm ; y *O. majus* por ser solitaria además de presentar un botón de fijación, esta es la característica distintiva de esta especie. En lo que se refiere a ambientes de crecimiento *O. arbuscula* no debió de encontrarse en el charco ya que presentó pH más bien ácido y esta especie "evita aguas ácidas".

ESPECIE	HABITO DE VIDA	ESPINA	LONG.	BOTÓN	DIAM. CEL. (μm)	SOLITARIAS O COLONIAS	LONG. CEL. (μm)	AMBIENTE
<i>O. parvulum</i> (Perty) A. Braun 1855.	Libre flotadora	Ausentes	-----	Ausente	4-6 (3-8) μm	Solitaria	?	Preferen aguas ácidas y con contenido de fierro.
<i>O. majus</i> Nägeli 1849.	Libre flotadora	Ausentes	-----	Presente	5-10 μm	Solitaria	80-600 μm (2.5 mm)	Frecuente en charcos y zanjas.
<i>O. lagerheimii</i> Lemmermann 1899.	Libre flotadora	Presentes (1)	?	Ausente	3-5 μm	Solitarias. Se pueden unir por la espina para formar colonias de 4 a 8 individuos.	?	Difundido aunque no frecuente.
<i>O. cochleare</i> (Eichwald) A. Braun 1855.	Libre flotadora	Presente (1)	Hasta 12 μm	Ausente	5-8 μm	Solitarias. Raramente forman colonias.	Hasta 1.5 mm.	Algas con gran espectro ecológico.
<i>O. gracillimum</i> Borzi 1894, em. Pascher 1939.	Libre flotadora	Presente (1)	?	Ausente	2-3 μm	Solitarias	?	Creciendo en pantanos y charcos.
<i>O. maximum</i> Borzi, 1894, em. Pascher 1939.	Libre flotadora	Presente (1)	?	Ausente	Hasta 27 μm .	Solitarias	4 hasta 6 veces el diámetro celular.	Creciendo en charcos de barro.
<i>O. capitatum</i> Wolle 1887.	Fijas o libres.	Presentes (2). Distintas.	?	Ausente	5-7 (10) μm .	Coloniales (libres o fijas).	?	Preferen aguas poco ácidas.

<i>O. arbuscula</i> (A. Braun) Rabenhorst 1868.	Libre flotadora	Ausente	-----	Presente en forma de tallo.	7 μ m	Colonias libre dendroides.	La célula madre presenta una longitud 60 - 120 μ m.	Prefiere aguas salobres y evita aguas ácidas.
<i>O. desertum</i> Printz 1914 (Prescott 1962).	Usualmente epifitando algas filamentosas.	Ausente	-----	Presente	8-14 μ m	Solitaria.	Desde 30 hasta 60 μ m.	Habita en pantanos y ciénagas.

Las líneas punteadas ----- indican que por carecer de esta estructura no se tiene su magnitud.
El signo de interrogación ? indica que se desconoce o al menos, no lo reporta.

Cuadro 2: Diferencias entre las distintas especies pertenecientes al género *Ophiocytium* (*Sensu* Ettl, 1978).

2. CONSIDERACIONES TAXONÓMICAS.

2.1. UBICACIÓN TAXONÓMICA. (Bourrelly 1981).

La ubicación taxonómica de *Ophiocytium* ha sufrido varios cambios, sin embargo aún no hay un acuerdo general para su ubicación, definición y delimitación. Nägeli (1849) en la descripción original, lo sitúa entre los géneros *Characium* y *Scenedesmus*, provisionalmente dentro de la familia Characaceae (Chlorophyta). Algunos autores lo han agrupado dentro de familias y clases diferentes. Pascher (1925) lo coloca dentro de la familia Sciadiaceae (Chromophyta); Whitford (1943) lo sitúa en la familia Ophiocytaceae, dentro de la clase Xanthophyceae y perteneciente a la División Crysophyta; Engler (1959), Fritsch (1975) y Ettl (1978) lo agrupan en la familia Ophiocytaceae (in Ruiz, 1993). El traslado del género *Ophiocytium* de una división a otra es debido a las diferencias en pigmentos fotosintéticos, xantofilas y sustancias de reserva que poseen los organismos representantes de esta División. Actualmente, la clasificación mas aceptada es la propuesta por Bourrelly (1981), pues en ella ya están consideradas las diferencias fisiológicas de las diferentes divisiones de algas:

División:	Chromophyta
Clase:	Xanthophyceae
Orden:	Mischococcales
Familia:	Chlorotheciaceae (=Sciadiaceae)
Género:	<i>Ophiocytium</i> Nägeli 1849
Especie:	<i>Ophiocytium parvulum</i> (Perty) A. Braun 1855

2. 2. DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO.

Para la descripción del género, se consultaron las realizadas por Nägeli (1849), Engler (1959), Fritsch (1975) y Ettl (1978).

La descripción original de *Ophiocytium* corresponde a Nägeli (1849), esta misma podría considerarse como *sui generis* ya que en ella indica algunas observaciones muy personales del autor. Esta descripción se presenta a continuación:

"Las células (y las generaciones subsecuentes) son filiformes y cilíndricas, mucho muy arqueadas o enrolladas; células solitarias y libres con paredes delgadas, con un ápice finalizado en punta de espina. TIPO: *O. apiculatum* Näg. al cual pertenecen la segunda forma *O. majus* Näg. Las células nadan libres e individuales en el agua. Son inicialmente cortas, de manera que el largo es de 2 a 4 veces el ancho; rara vez se encuentran aquellas que no sean más largas que anchas. Después se alargan muy notoriamente y pierden muy poco el ancho. En células ya crecidas el largo excede de 10 a 40 e inclusive, como medida extrema, 80 veces el diámetro. El ápice anterior es un muñón que se angosta visiblemente, con una terminación en espina. El extremo posterior está un poco ensanchado y amufionado; una sola vez se observó la parte anterior un poco ensanchada y con punta de espina. Las células casi nunca son rectas o muy arqueadas, generalmente tan torcidas que dan de 1 hasta $1\frac{1}{2}$, a veces 2 y excepcionalmente hasta 3 vueltas. Estas son homogéneas y circulares, espiraladas o helicoidales. El contenido celular consta de un mucilago homogéneo que está completamente o en algunos lugares teñido de verde. A veces se encuentran dentro corpúsculos redondeados e incoloros que no se tiñen con iodo, que indudablemente son gotitas de aceite. Otras veces todo el contenido es aceitoso mucilaginoso y poco teñido o completamente incoloro. En *O. majus* se notan en todas las células espacios de un lado casi en semicírculo, que aparentemente están huecos y muestran una coloración rojiza y cuando el contenido es oleoso presentan un color café, verdoso. La clorofila se presenta en hileras largas que están delimitadas y que, en parte, forman un espacio vacío en el cual el resto del contenido está poco coloreado y oleoso mucilaginoso. La membrana es muy delgada y solamente se aprecia a manera de doble línea en las células más viejas de las formas mayores y en las células vacías de las formas menores. Las células vacías de las formas mayores permiten el reconocimiento de dos capas en la

membrana, donde la exterior es más delgada y rojiza mientras que la interna es más gruesa y blanquecina. La espina finaliza en *O. majus* principalmente en un botón redondo (cabezuela), inicialmente incoloro, después amarillento y posteriormente café. A veces escasea totalmente la cabezuela. Este apéndice es erecto inicialmente y en forma general muestra en su transcurso -a la mitad- una ondulación que después se rearregla. En su final, en la parte apical, se dobla, aunque en ocasiones toda la espina está arqueada. La posición de este Género en el Sistema es más bien dudosa, puesto que se carece de información. No se ha observado una ampolla de clorofila. Su propagación es desconocida todavía. Una situación observada en una ocasión, parece mostrar que las células se dividen repetidamente en el eje mayor por paredes transversales como un agregado cuyas células se vacían. Células sin contenido se encuentran frecuentemente ya que ésta se parte en dos, abriéndose en el extremo posterior. Al parecer las células jóvenes no están solas, al menos se han observado colonias de 4 a 8 individuos, que si hubieran sido solitarios no estarían así. Las células de *Ophiocytium* nacen a menudo en monstruosa cantidad; se encontraron en primavera cantidades innumerables en hojas a medio pudrir de *Phragmites* que nacían en una pequeña ciénaga; después de varios meses de cultivo no se percibió incremento en ellos."

Aunque la descripción de Nägeli (1849) es la original, la más completa es la realizada por Ettl (1978), ya que en ella se describe la reproducción de *Ophiocytium* (Nägeli 1849) *sensu* Ettl, 1978:

"Las células son solitarias o agrupadas en colonias con forma de umbela, libres o fijadas por un estilo a algún sustrato, algunas veces libres por ruptura del estilo; cilíndricas, muy alargadas, en ocasiones presentan una longitud de hasta 3 mm; erectas o ligeramente arqueadas de varias maneras, con giros en espiral o helicoidales. Comúnmente en ambos extremos se observan espinas o agujas que van desde cortas a largas, delgadas o gruesas, regulares o irregulares".

"La pared celular está compuesta de dos partes, solamente una de ellas se elonga, marcadamente estratificada y por ello comúnmente gruesa, mientras que la otra jamás, crece a lo largo; ésta última encierra a la célula en forma de opérculo. La pared celular puede tener ocasionalmente depósitos de hierro en los extremos o formar anillos. Los cromatóforos son escasos en las células jóvenes, pero proliferan posteriormente, su forma es variable: placa, disco, estrella, anillos, hasta formar una banda espiralada. Eventualmente el aparato fotosintético forma una trama. La grasa y el aceite en ocasiones son

abundantes en el protoplasma. Inicialmente las células son uninucleadas adquiriendo después la condición multinucleada".

"La reproducción asexual es por medio de zoosporas, antes de iniciar el proceso, los cromatóforos se reparten, formándose de dos a más zoosporas con dos flagelos diferentes, con estigma o sin él y el final claramente amiboideo. Finalmente, abandonan la célula parental después de presionar el opérculo. Tan pronto se forma la pared, se fijan y devienen planctónicas y solitarias o fijarse en la desembocadura de la célula madre, formando células hijas estipitadas, construyendo una colonia a manera de umbela de dos a diez o más células principalmente en el ápice de la célula parental. Este proceso puede repetirse y entonces, se presentan colonias constituidas en forma de pisos, muy peculiares. Al mismo tiempo, disminuye el tamaño de las generaciones superpuestas. En las formas de vida libre ocurre lo mismo, solo que menos frecuentemente. De partes del protoplasma se pueden formar aplanosporas de resistencia".

2. 3 DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

Actualmente el género *Ophiocytium* comprende dos secciones:

Sciadium, que agrupa a las formas coloniales y fijas y *Brochidium* (*Euophiocytium*) que abarca a las formas libres y solitarias (según Prescott, 1962 in Ruiz, 1993). A la sección *Brochidium* pertenece *O. parvulum*. Las especies *O. parvulum*, *O. maximum* y *O. majus*, son las únicas del género que están bien diferenciadas del resto de las especies. Sin embargo *O. parvulum* es la que se distingue más fácilmente por la carencia de espinas y/o estructuras de fijación en los extremos. Ecológicamente *O. arbuscula* estaría separado por el hecho de crecer en ambientes no ácidos. Esta aseveración es considerando solamente a las especies que se registraron en la zona de muestreo.

Originalmente fue descrito por Perty como *Brochidium parvulum*. Posteriormente A. Braun en 1855, lo reubicó bajo la especie *O. parvulum*. No fue posible localizar la descripción original, por lo que se tuvo que recurrir a los trabajos de otros autores.

Para la descripción de la especie se consultaron las realizadas por Collins (1909), Prescott (1962), Starmach (1968) y Ettl (1978); siendo las efectuadas por Starmach (1968) y Ettl (1978) las más completas:

Ophiocytium parvulum (Perty) A. Braun 1855 (in Starmach, 1968).

"Células cortas o cilíndricas oblongas, curvadas o en masas espirales, el ancho celular es de 3-9 (-13) μm , frecuentemente el ancho es de 4-6 μm , son organismos de vida solitaria, se reproducen acumulando formas nadadoras en una colonia, o las células se disponen en forma radial flotando libremente. Ambos extremos de las células están redondeados, a veces ligeramente capitadas, sin espina. Por lo general se les puede encontrar en aguas estancadas y sucias".

Ophiocytium parvulum (Perty) A. Braun 1855 (in Ettl 1978).

"Células sin espina, en la mayoría de los casos en forma de salchichón hasta espiral, a veces el extremo está ensanchado en forma de cabeza, mas o menos redondeado en los extremos.

Células de 3 - 9 μm , pero en la mayoría de los casos solo tienen de 4 - 6 μm de ancho.

Se encuentra difundido en todas partes pero prefieren las aguas ácidas y con contenido de fierro."

Es importante indicar que tanto para las descripciones genéricas como las de la especie, se desconoce si las medidas que se proporcionan corresponden a medidas de organismos adultos o bien a las que se observaron de manera general.

Descripción de *O. parvulum* (Zariñana, L. M. L. 1997).

Organismos de vida libre, habitan en sitios donde el nivel del agua fluctúa marcadamente, con pH mas bien ácidos; por lo general se encuentran entre algas filamentosas y/o vegetación. Presentan forma cilíndrica, rectas, enroscadas en "C" o en "S", y en ocasiones es una espiral muy pronunciada. Uní o multinucleada, ambos extremos están redondeados y carecen de espina (isopolares). Generalmente uno de los extremos está engrosado o hinchado, pero pueden no estar capitados (Fig. 1). En el extremo superior se encuentra una estructura parecida a una tapa (opérculo) la cual se desprende en el momento de la reproducción, la cual es asexual por medio de zoosporas o aplanosporas. Una vez que el organismo se reproduce, la célula parental queda vacía (Fig. 2).

La pared celular está compuesta de dos piezas a manera de una doble pared. De estas dos piezas solo una es la que crece.

Es frecuente encontrar a *O. parvulum* con acumulaciones de fierro adheridas a la pared (adsorción).

El diámetro celular oscila entre los 4.0 y 12.0 μm ; el diámetro del opérculo varía de 4.0 y 14.0 μm . Estas medidas corresponden a organismos adultos. El largo celular es variable y en ocasiones puede ser de hasta 45 veces el diámetro.

Se observó que *O. parvulum* al menos presenta dos etapas de reproducción las cuales coincidieron con cambios ambientales tales como disminución en la temperatura y variaciones en el nivel del agua. Esto fue observado en la localidad de Santa Ana, Municipio de "El Oro de Hidalgo", México.

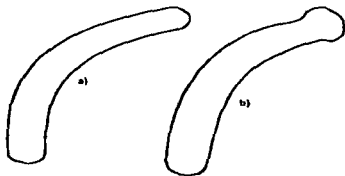


Fig 1. Ejemplares de *O. parvulum* no capitado (a) y capitado (b).

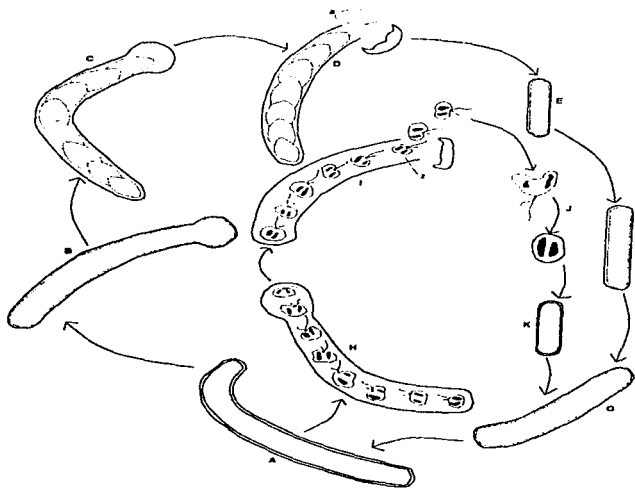


Figura 2. Ciclo de vida de *O. parvulum* (Zariñana 1997). A) Organismo en el cual aún no se distingue el opérculo. B) Organismo maduro, la tapa del esporangio está ensanchada debido a la formación de aplanosporas. C) Las aplanosporas maduran y continúan ejerciendo presión sobre la tapa. D) La tapa se desprende y las aplanosporas son liberadas. E) Una vez liberada la aplanospora ésta se fija y germina comenzando su crecimiento. F) El organismo continúa su desarrollo (G) hasta formar un organismo adulto (A). Por otro lado, el organismo puede formar zoosporas, por lo general se forman de 4 a 8. La célula presenta un ensanchamiento en la parte anterior y las zoosporas maduran (H). Una vez que éstas han madurado la tapa se desprende y las zoosporas son liberadas (I). Estas se fijan por medio de los flagelos adquiriendo forma ameboide y después redondeada (J), después de esto la zoospora germina. Conforme crece la célula va adquiriendo forma cilíndrica (K), pierde el pie de fijación y se vuelve planctónica (G). a=aplanosporas, z=zoosporas.

3. OBJETIVO GENERAL:

- Establecer la variación estacional de *O. parvulum* en un ambiente fluctuante, con base en cambios morfológicos.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

El Estado de México, es uno de los más poblados de la República Mexicana (INEGI 1994); además de ser el más industrializado del país. Se localiza en la Altiplanicie Mexicana y el Eje Neovolcánico, permitiendo que en su territorio se formen cuencas de gran importancia para México.

Algunas de las cuencas hidrológicas más importantes, son los afluentes del Río Lerma y Pánuco, los cuales se encuentran al Oeste del estado (INEGI, 1994). Ambas cuencas son de las más importantes para nuestro país.

La zona de muestreo se encuentra en la cuenca del Lerma-Chapala, precisamente en la localidad de Santa Ana, Estado de México (Municipio de "El Oro", Fig. 5), que se localiza en el kilómetro 17 de la carretera Atlacomulco - El Oro (Fig. 6). Se trata de un charco, que según la clasificación de Cule (1979; *in* Ortega, 1994) corresponde a los astáticos perennes (ambientes cuyos niveles de agua fluctúan, pero que nunca se secan). Se ubica en los 19°49'N y 100°02'O a una altitud de 2600 msnm (INEGI, 1994).

El tipo de clima de la zona es C(w) templado subhúmedo con lluvias en verano, cuenta con una temperatura promedio de 12.6°C (García y Falcón 1980; INEGI, 1994).



Figura 4. Santa Ana, Méx., en el estiaje. En ésta época los anexos y los canales se hacen evidentes.

En los alrededores de la vía se forma un pequeño canal que es perpendicular al cuerpo de agua mas grande (cuerpo principal), el cual desemboca en el mismo (Fig. 4). Este se hace evidente en época de lluvias, y se deseca durante la época de estiaje. Tiene una anchura de entre 0.70 y 1.0 m.; cuenta con una profundidad de 25 cm. aproximadamente. En ocasiones la extensión del canal aumenta según la precipitación pluvial que se presente en la zona.

Alrededor de la vía y del cuerpo de agua mas evidente, se forman pequeños cuerpos anexos que también desaparecen en época de secas haciéndose evidentes durante las lluvias (Fig. 4). La distribución de estos cuerpos menores es bastante irregular. Son someros con una profundidad aproximada de alrededor de 10 y 25 cm., el diámetro de los mismos es variable desde los 25 cm. hasta los 50 cm. La forma de estos sitios es muy variable. Estos lugares se forman en diversas depresiones como son: pisadas de ganado, pequeñas pozas, y otras que se forman de manera natural por la topografía irregular que se presenta en la zona. Precisamente en los cuerpos anexos y los dos canales que se forman en los alrededores del cuerpo principal fueron los sitios en los cuales se registró *O. parvulum*.

En cuanto a la fauna de la cuenca se presentan distintos organismos tales como charales, acociles, ranas, patos, garzas, culebras, ostrácodos, además de otros invertebrados microscópicos.

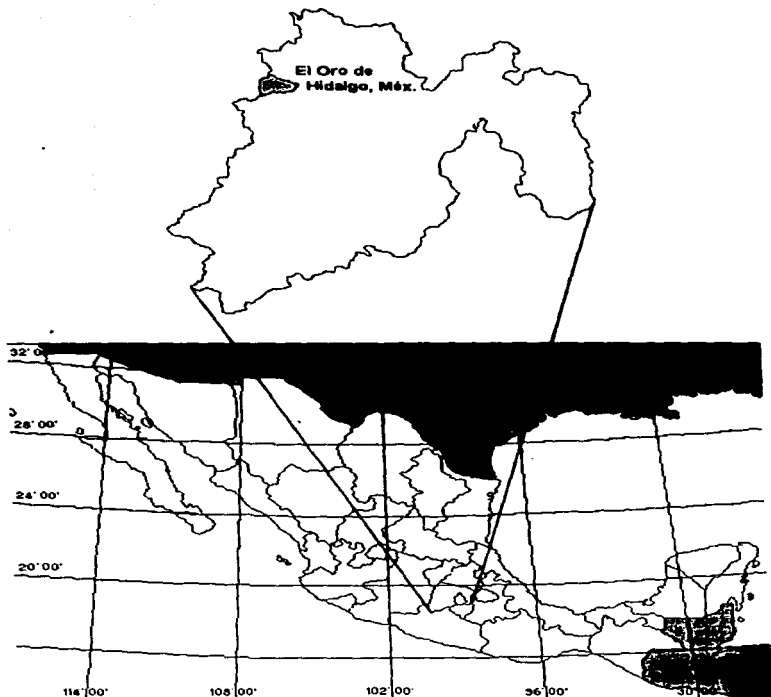


Fig. 5. Ubicación del Municipio de "El Oro de Hidalgo" en el Estado de México.

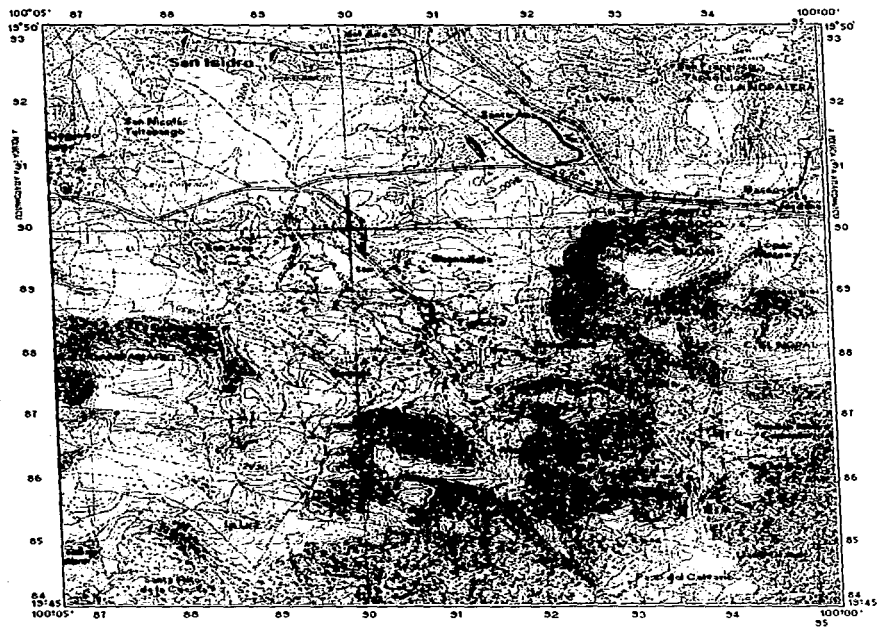


Fig. 6. Ubicación geográfica del sitio de muestreo, Sta. Ana, Méx. (INEGI, 1987)

5. METODOLOGÍA.

A partir de diciembre de 1993 se realizaron muestreos mensuales hasta febrero de 1995. En total se tienen setenta y tres muestras de catorce visitas. Los especímenes de *O. parvulum* se colectaron en los cuerpos anexos y en canales.

Durante las colectas se emplearon distintos tipos de muestreo como fueron: exprimidos de vegetación, exprimidos de algas, tomas con cuchara y tomas directas de algas (Bourrelly, 1990). Este tipo de muestreos son los más adecuados para el tipo de ambiente que se presentó en la localidad, ya que el cuerpo de agua no era lo suficientemente profundo como para trabajar con red. Los exprimidos se realizaron para obtener una mayor concentración de los organismos que pudiesen encontrarse asociados a los tallos y hojas de las vegetación.

Durante la toma de cada muestra se registraron la temperatura y el pH, ambos parámetros fueron medidos *in situ*. Para registrar la temperatura se usó un termómetro. En el caso de el pH fue medido usando papel indicador de pH Merck de 0-14. El pH que se registró en la zona de colecta fue ácido.

El material de colecta se colocó en frascos de vidrio de boca ancha (100 ml.). Las muestras se dividieron en dos y se colocaron en frascos diferentes. Una de las réplicas se fijó con formol al 4%, para tenerlo como material de referencia. Este material será depositado posteriormente en el Herbario de la Facultad de Ciencias al finalizar el proyecto. La réplica restante se utilizó para realizar las observaciones in vivo de los organismos.

Para la observación de los especímenes se elaboraron preparaciones temporales microscópicas en vivo.

Las muestras se revisaron en un microscopio óptico Zeiss al cual le fue acondicionada una cámara clara Zeiss para dibujar a los organismos.

Para la determinación de las especies de *Ophiocytium*, se utilizó la clave de Ettl (1978) modificada por Ruiz (1993).

Al momento de revisar las muestras se buscaban organismos vivos o células vacías. Se realizó de esta manera ya que al momento de que la célula se reproduce, la célula parental muere y queda sin contenido celular.

De los organismos observados se tomaron medidas como fueron: diámetro del opérculo, diámetro celular y el largo de los organismos. Se tomaron en cuenta estos caracteres debido a que son los que se emplean para la taxonomía del género, y, con base en las variaciones de éstos, conocer la estacionalidad *O. parvulum* en este sitio.

A los resultados se les aplicaron pruebas estadísticas como son: índice de correlación y frecuencias.

Se realizaron gráficas mensuales de las medidas de los organismos (diámetro del opérculo, diámetro y largo celular), para determinar la estacionalidad de *O. parvulum*, tomando como referencia los cambios morfológicos en el organismo y comparando estos cambios con las posibles variaciones ambientales que pudieran presentarse en la localidad.

Además del índice de correlación, con los resultados se realizaron gráficas de radar (Davidson, 1947), para determinar si existía correlación entre

algunos de los parámetros (diámetro celular y del opérculo y largo celular), además de conocer la importancia de éstos parámetros para la taxonomía de *O. parvulum*.

Se trataron de realizar algunos cultivos con organismos provenientes de Santa Ana, Méx.; para ello se utilizaron los medios KNOP-A, Chu10, Euglena y tabaco. Todos estos medios de cultivo fueron realizados tanto en medio líquido como en medio sólido (agar). Los cultivos se elaboraron en cajas Petri y se revisaron periódicamente. Estos cultivos se realizaron debido a que no siempre era posible coleccionar estos organismos, por lo que se trató de propagarlos para tenerlos en condiciones controlables.

Por otro lado también se intentó propagar organismos provenientes de cultivos puros debido a que los cultivos de organismos elaborados con material del campo se contaminaban constantemente con Cyanophyceae (*Nostoc* y/o *Anabaena*) y diversas especies de Diatomeas. Para esto se utilizaron cepas puras de *O. majus* provenientes de la Universidad de Texas (UTEX), los medios que se emplearon para dichos cultivos fueron Proteosa-Peptona, Bristol y ATCC, tanto en medio líquido como sólido. Es importante señalar que no se pudieron utilizar cepas puras de *O. parvulum*, debido a que solamente se tienen cultivos de *O. majus*.

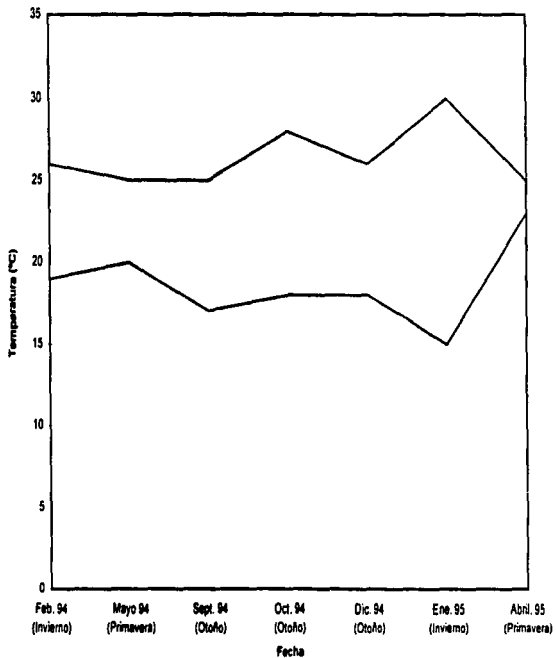
En el cuadro anterior es importante señalar que la presencia de *O. parvulum* es mas bien errática, sin embargo se observa que no se tienen registros del organismo durante los meses correspondientes a el verano. En la zona de trabajo esta estación se caracteriza por la presencia de lluvias.

Las temperaturas más altas que se registraron durante los muestreos realizados en Santa Ana, Méx.; corresponden a las colectas realizada en junio de 1994 y marzo de 1995, con una temperatura de 31°C; durante estos muestreos no se tuvieron registros de *O. parvulum* (Cuadro 3). La menor temperatura corresponde a la colecta hecha durante enero de 1995 con un registro de 15°C (Gráfica 1). En la gráfica, solamente se señalaron las colectas durante las cuales se registró *O. parvulum*.

En cuanto a la fecha en la que se registró una mayor cantidad de organismos, fue en la colecta del 4 de mayo de 1994 (536 organismos).

El pH se mantuvo relativamente constante a lo largo de los muestreos, este fue mas bien ácido. Sin embargo la temperatura mostró una variación considerable (Gráfica 1).

Gráfica 1. Parámetros ambientales en Santa Ana, Méx.



6. 1 Análisis de correlación.

De los caracteres tomados en cuenta se observó que el diámetro celular y el diámetro del opérculo mostraron una correlación muy estrecha. Sin embargo el largo de la célula no mostró estar relacionado con ninguno de los parámetros anteriores.

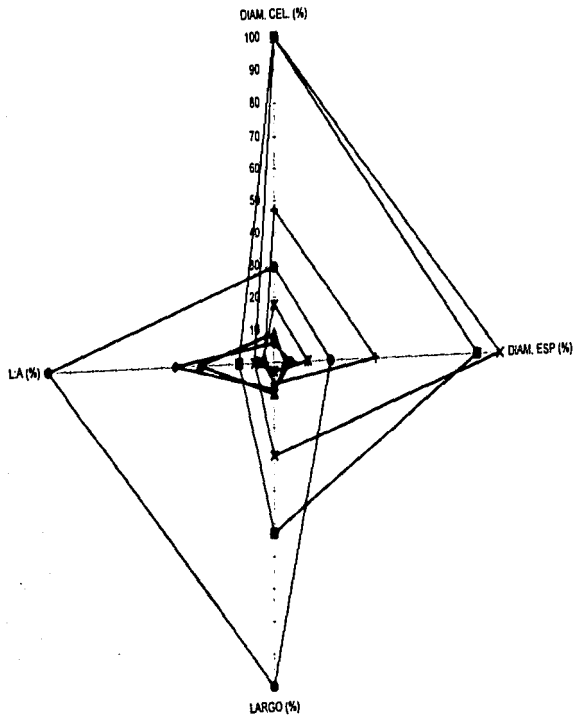
Para establecer las posibles correlaciones que se encontraran entre los diferentes caracteres, se emplearon las gráficas poligonales propuestas por Davidson (1947). Originalmente este tipo de gráficos se utilizaban para estudio en ecología de poblaciones. Posteriormente estos mismos gráficos comenzaron a utilizarse para comparar las variaciones en un número determinado de individuos de una población con solo observar dichas gráficas.

En las gráfica 2 y 3, están representados los valores máximos y mínimos para el diámetro celular y del opérculo, el largo celular así como de la relación largo/ancho (Davidson, 1947).

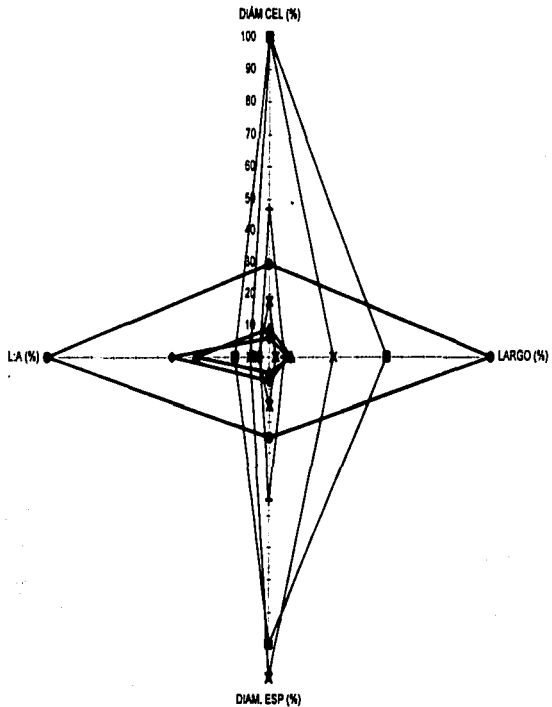
En la gráfica 2, se observa la correlación que existe entre el diámetro del opérculo y el celular, ya que las líneas trazadas entre ambos caracteres son paralelas. Esto es, que cuando el diámetro de la célula aumenta, el diámetro del opérculo también se incrementa en la misma proporción. El largo celular no mantiene relación alguna con el diámetro del opérculo o el celular.

En la gráfica 3 se observan los mismos caracteres, pero es mas evidente el hecho que en general, los organismos que presentan el mayor largo celular tienden a tener los diámetros celulares y del opérculo más pequeños. Además que los organismos que presentan los diámetros celulares y del opérculo más grandes, tienden a tener los largos celulares más pequeños.

Gráfica 2. Relación entre cuatro caracteres diferentes de *O. parvulum*, colectados en Santa Ana, México.



Gráfica 3. Relación entre cuatro caracteres diferentes de *C. parvulum*, colectados en Santa Ana, Méx.



Lo anterior se refuerza con lo obtenido con el índice de correlación, el cual muestra que existe relación solamente entre el diámetro celular y el diámetro del opérculo, el valor entre estos caracteres es de 0.8121 (Tabla 1); en la misma tabla se observa que no existe relación entre los parámetros anteriores y el largo celular.

	Diám. Opérculo	Diám. Celular	Largo Celular	Relación L/A
Diám. opérculo	1.0000			
Diám. Celular	0.8121	1.0000		
Largo Celular	0.2609	0.2896	1.0000	
Rel. L/A	-0.0661	-0.1385	0.8745	1.0000

Tabla 1. Valores de correlación entre el diámetro del opérculo, diámetro y largo celular y relación largo/ ancho en *O. parvulum*.

En la Tabla 1 se observa una correlación negativa entre la Rel. L/A y los diámetros celulares y del opérculo. Esto es que entre mayor sea el largo celular, los diámetros tanto celulares como del opérculo son menores. En las gráficas 2 y 3 es notorio que los organismos con las mayores tallas tienden a tener los diámetros celulares más pequeños. De la misma manera, los individuos que presentan los diámetros celulares (y del opérculo) mayores, poseen las menores tallas celulares.

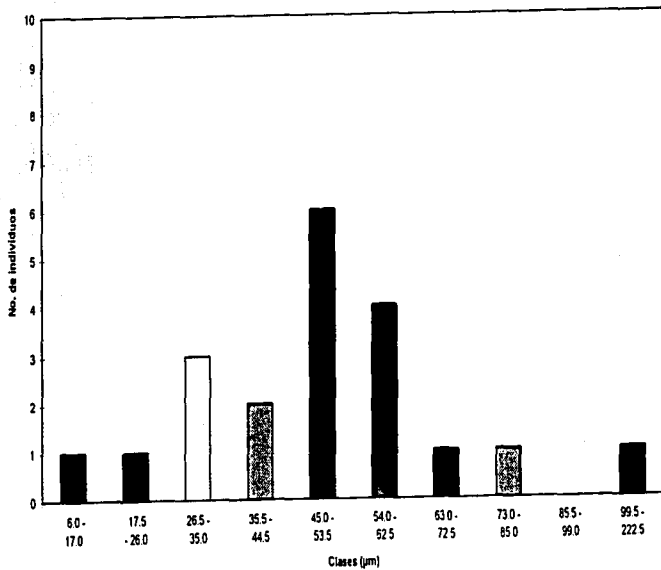
6. 2 Análisis de las variaciones morfológicas de *O. parvulum* (frecuencias).

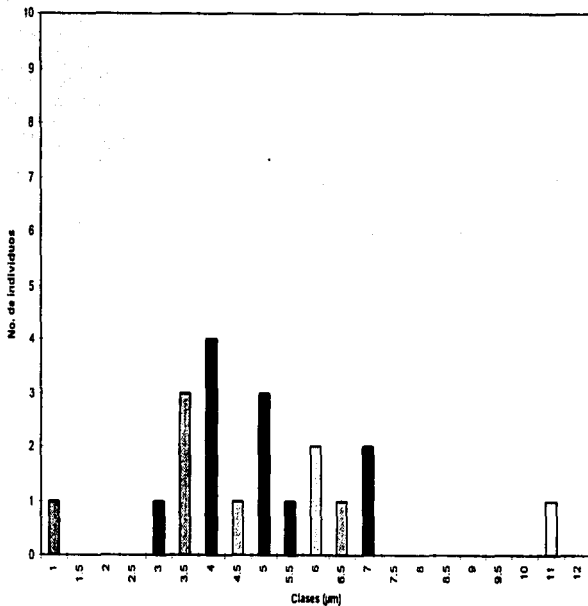
En lo que se refiere a las gráficas por mes de los caracteres, se observó que por lo general, el diámetro celular y del opérculo mostraron el mismo comportamiento. Para el análisis de los resultados se usaron las gráficas del largo celular y el diámetro de la célula. Las gráficas correspondientes al diámetro del opérculo no se emplearon para análisis ya que tuvieron un comportamiento muy similar al de la célula. Estas gráficas se encuentran en el Anexo 1.

6. 2. 1 Febrero de 1994.

Esta colecta corresponde a la estación de invierno, no se observó que hubiera llovido en la zona, razón por la que el cuerpo de agua estaba muy desecado. La temperatura que se registró en la zona fue entre los 19 y 22°C, solamente en una muestra presentó temperatura de 26°C.

Durante esta colecta se registró una cantidad pequeña de organismos. En la Gráfica 4 se observan las medidas de los largos celulares de estos organismos, en ella se observa que la mayor parte de estos se encuentran al centro de la gráfica, es decir, que los organismos se encontraban en crecimiento. Esto se observa ya que la mayoría de la población presenta medidas intermedias. Algunos de ellos posiblemente estaban germinando pues también encontramos organismos de talla pequeña. Esto mismo se observa en la gráfica 5, en la cual se presentan los diámetros celulares los cuales varían entre 3.0 y 7.0. Los datos correspondientes a los diámetros del opérculo, se encuentran en la Gráfica 18 (Anexo 1) .

Gráfica 4. Frecuencias en el largo celular (μm) de *O. parvulum* (Febrero 1994).

Gráfica 5. Frecuencias en el diámetro celular (μm) de *O. parvulum* (Febrero 1994).

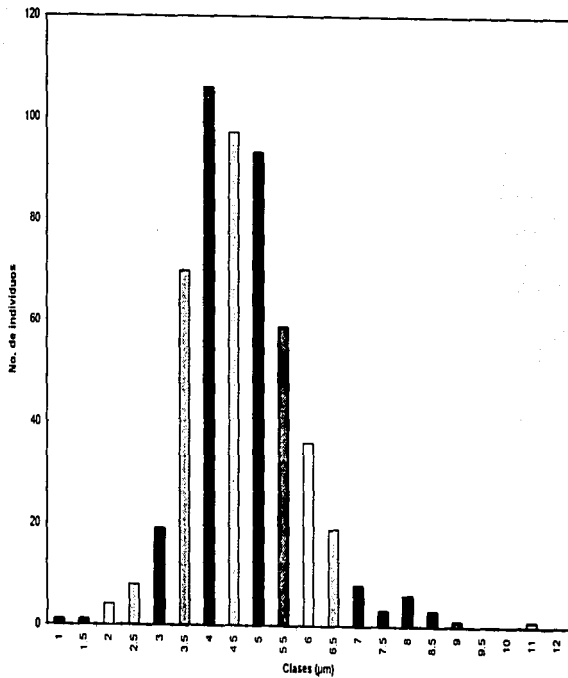
6. 2. 2 Mayo de 1994.

Durante este muestreo ya había llovido en la zona; el cuerpo principal estaba con un mayor nivel de agua, ambos canales ya presentaban agua en su cauce y la mayoría de los anexos ya se encontraban llenos. Este muestreo se realizó durante la primavera (mediados).

En la colecta realizada en este mes, se registró la mayor cantidad de organismos, ya que tan solo durante esta colecta se encontraron 536 organismos. Es la única colecta de todo el muestreo en la que se encontró tal cantidad de organismos en una misma población. Esta muestra presentó una temperatura de 25°C. El resto de las muestras colectadas en esta visita presentaron temperaturas de 20 y 22°C. En la Gráfica 6 se observan las medidas registradas (largo celular), en esta se observa que gran parte de los organismos presentaron medidas intermedias, sin embargo hay una mayor cantidad de organismos de talla mayor en comparación con la gráfica 4; por esto se puede decir que los organismos continuaban en crecimiento. Este mismo comportamiento se observa en la gráfica 7 ya que se presentaron organismos con diámetros celulares pequeños.

Es importante indicar que en esta misma gráfica (6) encontramos organismos pequeños y largo, es posible que éstos últimos hayan zoosporulado y algunas de estas zoosporas germinaron. Esto podría explicar al mismo tiempo, la presencia de organismos pequeños en la misma muestra.

Las referencias de los diámetros del opérculo se registraron en la gráfica 19 (Anexo 1).

Gráfica 7. Frecuencias en el diámetro celular (μm) de *O. parvulum* (Mayo 1994).

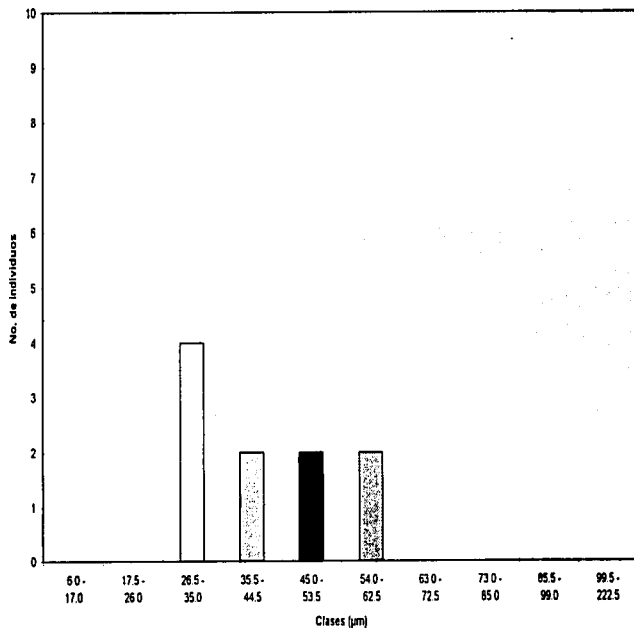
6. 2. 3. Septiembre de 1994.

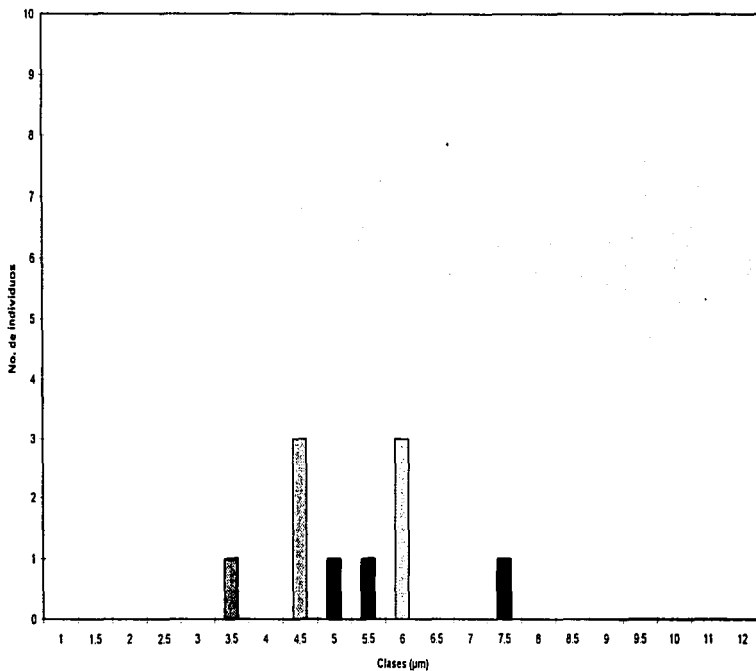
Durante el verano no se tuvieron registros de *O. parvulum*, esta colecta se realizó en los inicios de el otoño.

Durante esta visita se observó que ya había habido algunas precipitaciones en el sitio de muestreo. En esta ocasión la mayoría de los muestreos se llevaron a cabo en el canal principal. No fue posible coleccionar dentro del cuerpo principal ya que el terreno estaba sumamente fangoso. En la colecta anterior (Junio 1994), la zona estaba muy desecada y no hubo registros del organismo. La temperatura registrada en la zona fue de 17, 20 y 25°C.

En la gráfica 8 se observan los datos de los organismos que se registraron durante esta colecta, y es evidente que son menos numerosos que en la anterior (mayo 1994). En esta gráfica es notorio que la población completa se encuentran dentro de las medidas intermedias, lo que indica que los organismos se encontraban en crecimiento. No se reegistraron organismos de tallas pequeñas o grandes. En la gráfica 9, se observan los datos de los diámetros celulares, los que tuvieron el mismo comportamiento que el observado en la gráfica 8.

Los datos referentes a los diámetros del opérculo, están registrados en la gráfica 20 (Anexo 1).

Gráfica 8. Frecuencias en el largo celular de *O. parvulum* (Septiembre 1994).

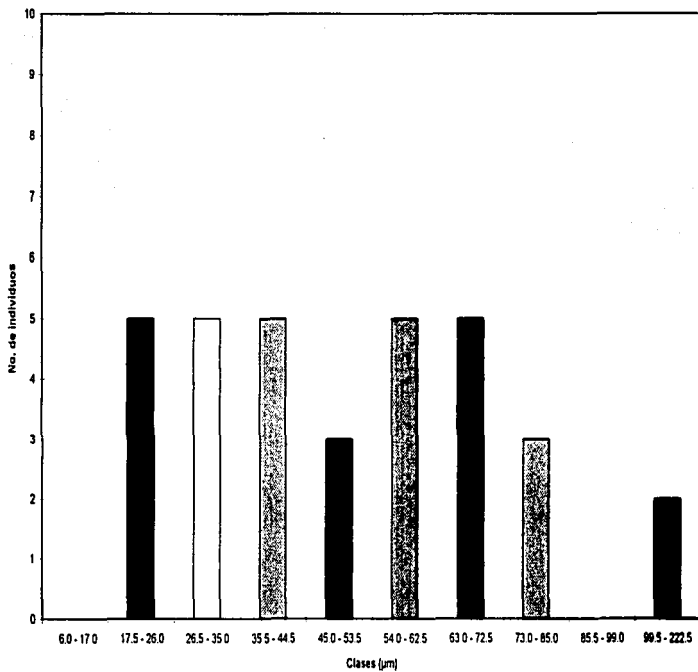
Gráfica 9. Frecuencias en el diámetro celular (μm) de *O. parvulum* (Septiembre 1994).

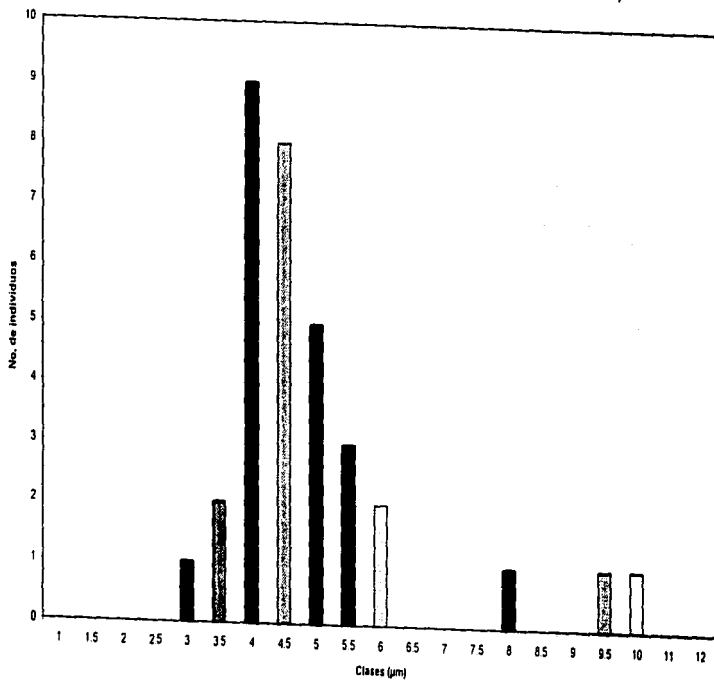
6. 2. 4. Octubre de 1994.

Esta colecta corresponde a la estación del verano. Aunque ya había llovido en la zona, durante este muestreo el cuerpo de agua ya se había desecado bastante, por esto la mayoría de los muestreos se realizaron en los anexos que se disponían en los alrededores del cuerpo mayor, los canales que ya tenían cierto volumen de agua y los anexos que se encontraban en la parte posterior del cuerpo principal. Las temperaturas que se registraron en las muestras oscilaron entre 18 y 28°C, siendo el registro más común los 25°C.

Durante la colecta realizada durante este mes, se obtuvo un cantidad mayor de organismos en comparación al mes anterior (septiembre). En la gráfica 10 se tiene los registros de los individuos de esta colecta, y en ella se observa que la mayoría de los organismos presentaron las tallas intermedias, lo cual indica que se encontraban en crecimiento. En esta misma gráfica ya se tienen datos de organismos de tallas mayores, lo que indica también que los individuos se encontraban en desarrollo. No se tienen registros de organismos que presenten las tallas más pequeñas. Este mismo comportamiento de los individuos se observa en la gráfica 11, ya que solo hubo desarrollo en los organismos.

Los datos de los diámetros del opérculo de esta población se encuentran en la gráfica 21 (Anexo 1).

Gráfica 10. Frecuencias en el largo celular (μm) de *O. parvulum* (Octubre 1994).

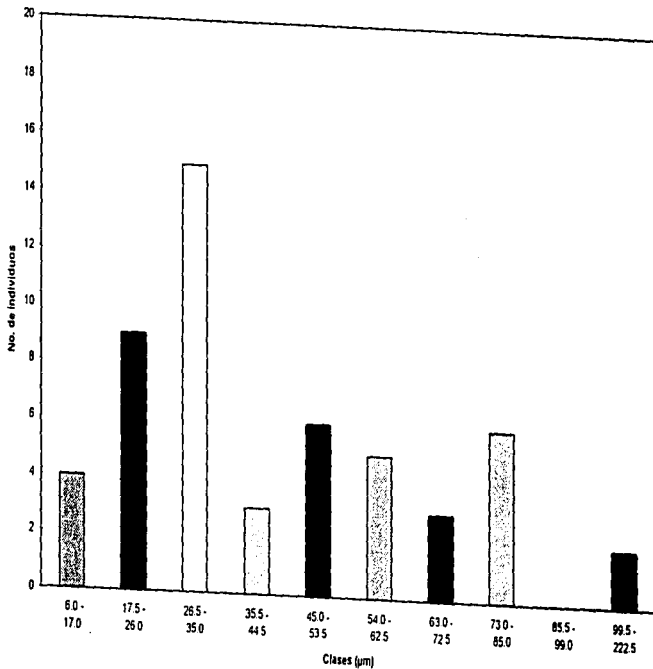
Gráfica 11. Frecuencias en el diámetro celular (μm) de *O. parvulum* (Octubre 1994).

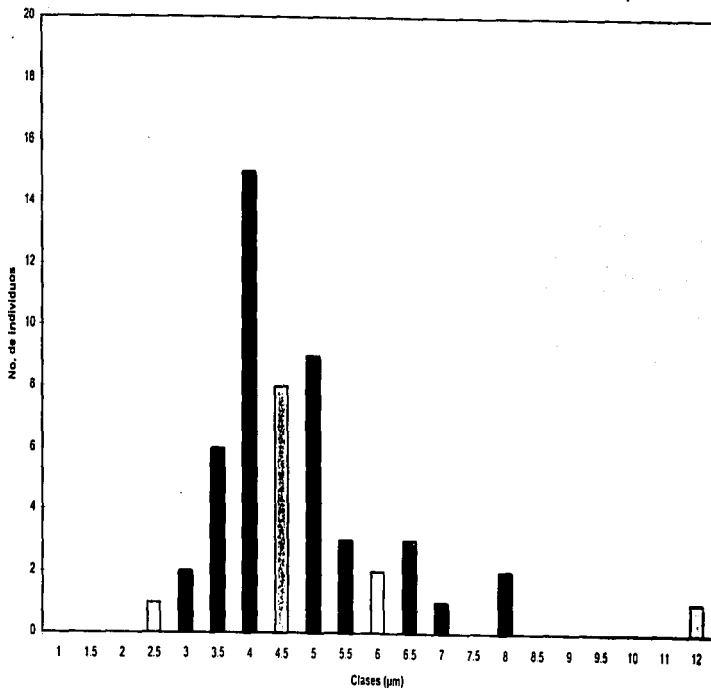
6. 2. 5. Diciembre de 1994.

Este muestreo corresponde a la temporada de otoño (finales). En esta ocasión la zona estaba muy desecada, el cuerpo principal estaba muy desecado, los canales tenían poca cantidad de agua, por lo que la gran mayoría de los muestreos se realizaron en los anexos que se encontraron en los alrededores del cuerpo principal y en los canales. En esta visita la temperatura de las muestras varió de 24 a 26°C, solamente en tres muestras se registraron temperaturas de 18 a 21°C.

Durante este mes se registró una cantidad mayor de organismos, tal como se observa en la gráfica 12. En esta, es notorio que hay un número más grande de organismos que presentaron tallas mayores, esto indica que la población se encontraba en desarrollo (crecimiento). Es importante señalar que precisamente durante este muestreo se presentó el organismo con la talla celular mayor (222.5 μm). En la gráfica 13 se observan los datos de los diámetros celulares de los organismos de esta colecta, en ella también se observa que en los organismos hubo crecimiento y un comportamiento muy similar de los datos con respecto a la gráfica anterior.

Los registros de los diámetros del opérculo se encuentran en la gráfica 22 (Anexo 1).

Gráfica 12. Frecuencias en el largo celular (μm) de *O. parvulum* (Diciembre 1994).

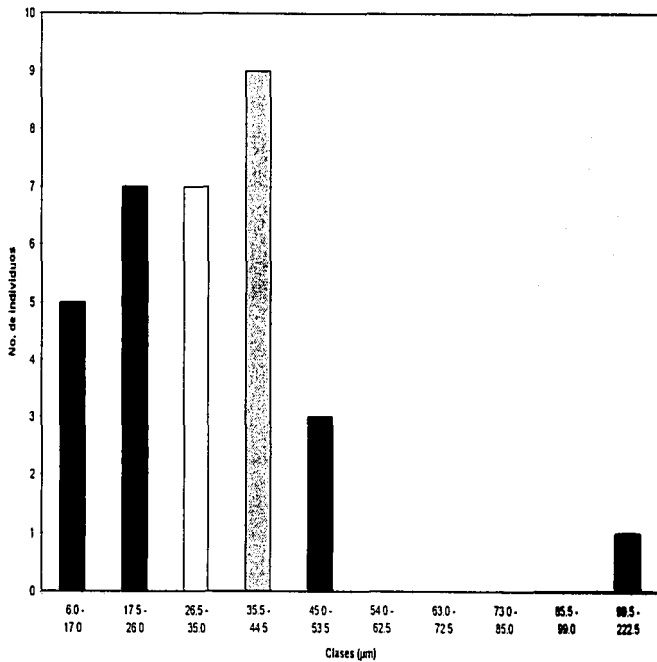
Gráfica 13. Frecuencias en el diámetro celular (μm) de *O. parvulum* (Diciembre 1994).

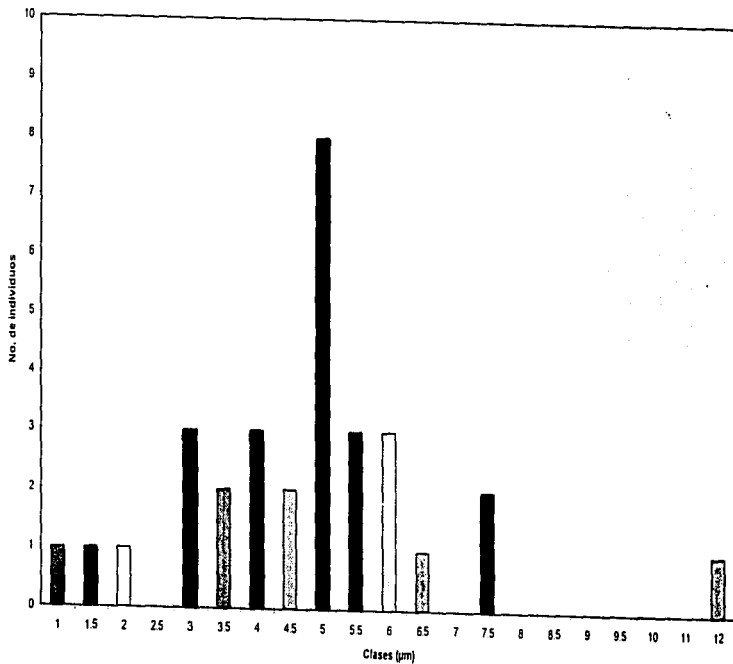
6. 2. 6. Enero de 1995.

Esta colecta corresponde a la única que en que se tuvieron registros de *O. parvulum* durante el invierno. En esta visita se observó un alto índice de sequía en la zona. Se muestrearon algunos anexos y los canales. Se tuvieron registros de *O. parvulum* en las muestras provenientes de estos sitios. En las muestras colectadas durante esta visita se registraron temperaturas de entre 20 y 24°C.

Los datos de los individuos colectados durante este mes, se encuentran en la gráfica 14. En ésta gráfica se observa que gran parte de los organismos presentaron las tallas más pequeñas, esto indica que entre esta colecta y la anterior los organismos zoosporularon, y que además las zoosporas generadas germinaron y por esto se encuentra esporangios de tallas pequeñas. En la gráfica 15 también se observa que los organismos presentaron diámetros celulares pequeños lo cual indica que hubo zoosporulación, germinación y crecimiento.

En la gráfica 23 (Anexo 1) están registrados los datos del diámetro del opérculo correspondientes a esta población.

Gráfica 14. Frecuencias en el largo celular (μm) de *O. parvulum* (Enero 1995).

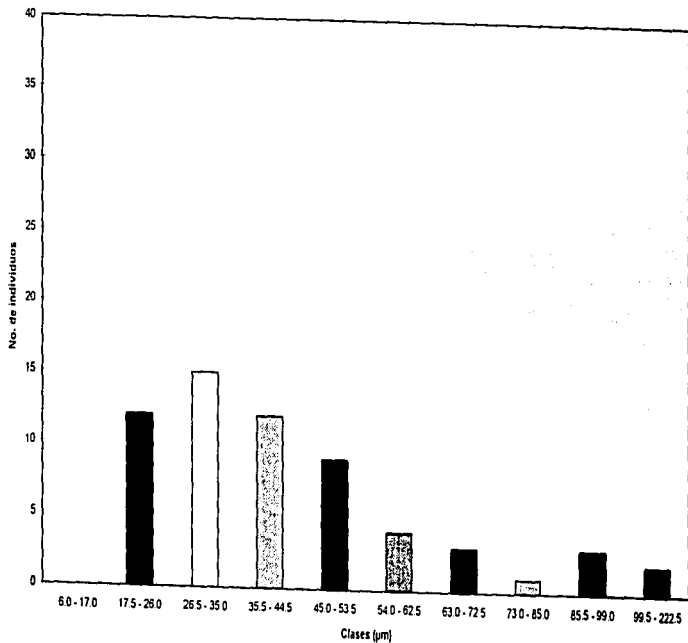
Gráfica 15. Frecuencias en el diámetro celular de *O. parvulum* (Enero 1995).

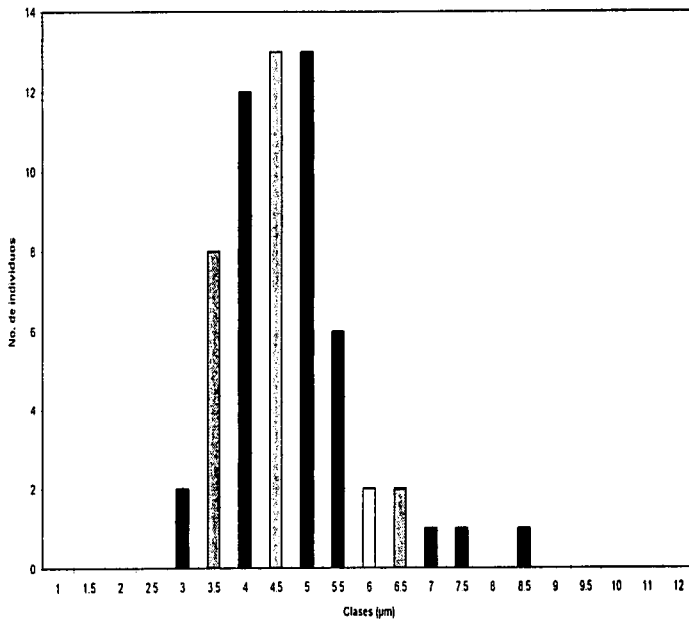
6. 2. 7. Abril de 1995.

Esta colecta corresponde a la primavera, durante este muestreo la localidad presentaba un alto índice de sequía, uno de los canales estaba completamente desecado. El otro canal no estaba del todo seco. Los muestreos se llevaron a cabo en los anexos que se encontraban rodeando al cuerpo principal. La temperatura que se registró durante las colectas fueron de entre 23 y 25°C.

En la gráfica 16, se encuentran los registros de los organismos de esta colecta. En ésta se observa que la población se encuentra dentro de las tallas intermedias, lo que indica que los organismos se encontraban en desarrollo y aumentando su longitud. En ésta misma gráfica se tienen registros de individuos con tallas mayores. Los datos de los diámetros celulares se encuentran en la gráfica 17, y en ella es notorio que solo hubo crecimiento en los organismos ya que los diámetros celulares oscilaron entre 3.0 y 8.5 μm , lo cual coincide con lo observado en la gráfica 16.

En cuanto a los datos de los diámetros del opérculo de esta población, se encuentran registrados en la gráfica 24 (Anexo 1).

Gráfica 16. Frecuencias en el largo celular (μm) de *O. parvulum* (Abril 1995).

Gráfica 17. Frecuencias en el diámetro celular de *O. parvulum* (Abril 1995).

En las gráficas anteriores de manera general se observó lo siguiente:

- Existe una correlación muy estrecha entre el diámetro celular y el del opérculo, tal como lo demuestra el índice de correlación y las gráficas de radar (gráficas 3 y 4). El largo de la célula no mantiene relación con alguno de los otros parámetros.

- Durante el tiempo de muestreo, en la localidad hubo dos épocas de reproducción para *O. parvulum*, éstas épocas de zoosporulación correspondería a mediados de primavera y principios del invierno.

7. DISCUSIÓN.

O. parvulum no se registró en el cuerpo principal, siempre se encontró en los pequeños cuerpos anexos además del canal principal. Estos sitios estaban siempre apartados del cuerpo principal. La temperatura observada fue en el intervalo de 20°C y 30°C. El pH que se registró en la zona fue ácido.

En cuanto a las estaciones, durante el verano no se registró *O. parvulum*, esto puede deberse a que esta época corresponde la temporada de lluvias, por lo tanto, los organismos no maduraban lo suficiente, no se desarrollaban y por consiguiente no eran evidentes. Según lo observado por Pecora y Rhodes (1973), bajo condiciones de cultivo y utilizando Medio Bold Basal, *O. majus* presentó una gran producción de zoosporas en medio libre de nitrato, y una disminución significativa en la producción de zoosporas en medio carente de calcio. Esto podría explicar el hecho que con la llegada de las lluvias *O. parvulum* zoosporule, ya que la concentración de nutrientes disponibles se veía disminuida debido a que estos se diluían por efecto de la precipitación; sin embargo también es probable que por efecto de la precipitación halla acarreo de nutrientes del área circundante ya que existen en la zona una elevada actividad ganadera y agrícola.

Se presenta una correlación positiva solamente entre el diámetro del opérculo y de la célula (0.87); no existe relación alguna entre los parámetros anteriores y el largo celular. Esto mismo también se observa en las gráficas 3 y 4. Lo anterior coincide con la descripción de Nägeli, en la cual indica que al inicio las células son cortas, después se alargan notoriamente y pierden muy poco el ancho. Por otra parte confirma la relación que existe entre ambos parámetros (diámetro celular y del opérculo). También se observa una correlación negativa

entre la relación L/A y los diámetros celulares y del esporangio, esto es, que mientras la célula aumenta en longitud disminuye el diámetro celular.

El diámetro del opérculo y de la célula presentaron en general valores muy similares, es decir, que los organismos mostraron en la mayoría de los casos las mismas medidas de diámetro del opérculo y de la célula, esto indica que por lo menos para "El Oro de Hidalgo" Méx., la mayor parte de los organismos no estaban capitados. Esto llevaría a pensar que durante los muestreos solamente se colectaron organismo juveniles, o bien, organismos que ya habían zoosporulado (en estos casos la célula carecía de uno de los extremos). Esto indica que los muestreos debieron de ser más selectivos o bien más contiguos.

En cuanto a las frecuencias en los diámetro celulares, se observó que para el diámetro del opérculo la medidas variaron entre 4.0 y 14.0 μm ; en el caso del diámetro de la célula, los valores oscilaron entre 4.0 y 12.0 μm tomando como referencia a los organismos adultos. Estas medidas coinciden con las propuestas por varios autores según Ruiz, 1993 (cuadro 1).

Llama la atención el hecho que durante la colecta de mayo de 1994, se hayan colectado 536 organismos; durante las siguientes colectas no se tuvo un registro similar a éste.

En las descripciones para las especies de *Ophiocyrtium* Ettl (1978), establece que éstas, aunque pueden ser similares morfológicamente, se diferencian por el tipo de ambiente en el que crecen (Cuadro 2). Ecológicamente *O. parvulum* estaría separado del resto de las especies por su capacidad de adsorber fierro en su pared, además de ser el único representante del género que habita en ambientes ácidos y con contenido de fierro. Sin embargo es

importante indicar que en varias ocasiones se encontró a *O. parvulum* coexistiendo en una misma muestra hasta con seis especies distintas del género como: *O. apiculatum*, *O. arbuscula*, *O. capitatum*, *O. desertum*, *O. gracillimum*, *O. lagerheimii* y *O. majus*. Estas especies presentan diferencias morfológicas y de tipo crecimiento, como son la presencia de espinas en alguno o ambos extremos, pié de fijación, y solo una especie colonial la cual crece en ambientes no ácidos. De acuerdo con los datos obtenidos en el campo, es evidente que los caracteres que Ettl emplea para la taxonomía del género no permiten hacer una diferenciación intraespecífica para delimitar a una especie de otra; ya que se registraron organismos que en teoría no debió de haberse presenado en la zona, por lo que es necesario realizar observaciones mas detalladas de los organismos, o bien emplear características mas naturales (forma y posición del cloroplasto, por ejemplo). En el cuadro 2 se observa que las diferencias entre las especies se basan en variaciones morfológicas y/o ecológicas; además que algunas de las características de los organismos aún se desconocen, por lo que se tienen que realizar estudios más especializados para tratar de separarlas o bien especificar ya sean las variantes morfológicas y/o ambientales que presentes las especies.

En los que se refiere a los cultivos de los organismos, no se observó un crecimiento considerable de los organismos, ya que por lo general los que mas se desarrollaban eran Cyanopyceae (*Nostoc* y/o *Anabaena*), aunque los organismos que se presentaron en mayor proporción fueron las Diatomeas. Solo en casos especiales se logró observar un crecimiento de *O. parvulum*; sin embargo después de algún tiempo el desarrollo de los organismos se veía mermado por el crecimiento de otras especies algales.

De los organismos provenientes de cepas puras, estas no eran axénicas, por lo que generalmente los cultivos se contaminaban con colonias bacterianas.

No se tienen cepas puras de *O. parvulum*, las únicas que se tienen corresponden a la especie *O. majus*.

Lo anterior demuestra la dificultad de obtener cultivos de organismos colectados en el campo, por lo que una alternativa para obtener cultivos puros de todas las especies pertenecientes al género en cuestión, sería utilizar medio procedente del sitio de colecta (agua), filtrarlo empleando Millipore para eliminar a las bacterias o cualquier otro organismo que pudiese ser en un momento dado competencia por los nutrientes para los organismos. Este filtrado podría utilizarse como medio de cultivo a las especies de interés. Una vez que ya se tengan los cultivos se podría hacer un seguimiento para conocer a detalle las características del ciclo de vida no solo de *O. parvulum* sino también del género.

8. CONCLUSIONES.

Tanto el volumen del agua como la temperatura en el cuerpo de agua, mostraron ser factores determinantes en la variación de *O. parvulum*, ya que estos cambios ambientales coincidieron con los períodos de zoosporulación del organismo.

Se presentó una correlación positiva entre el diámetro de la opérculo y el diámetro del cuerpo, esto indica que existe cierta dependencia entre ambos caracteres. Esto no fue observado con el largo de las células. En la mayoría de los casos los organismos con el mayor largo celular presentaron los menores diámetros celulares y del opérculo; también se observó que los organismos con

los diámetros celulares y del opérculo menores generalmente mostraron las menores tallas.

La mayoría de los organismos presentaron los mismos diámetros celulares y del opérculo, esto indica que en general los individuos de este sitio no estaban capitados. Esto lleva a pensar que en la mayoría de los muestreos se colectaron organismos juveniles o bien que ya habían zoosporulado por lo que el opérculo ya no se encontraron restos del opérculo.

Se tienen que seguir realizando muestreos para en ellos tratar de medir oxígeno disuelto y otros parámetros de calidad del agua, además de los nutrientes presentes en el charco, para determinar si alguno de estos factores influye de manera importante sobre la estacionalidad de *O. parvulum*. Esto serviría también para conocer la cantidad de nutrientes presentes en el lugar en las distintas épocas de colecta, lo que permitiría conocer las variaciones de los iones calcio y nitrato y, al mismo tiempo, relacionarlo con lo observado por Pecora y Rhodes (1973).

En cuanto a la problemática del resto de las especies del género, se requiere la realización de estudios en cuanto a cultivos además de algunas investigaciones relacionadas con la ultraestructura del núcleo para resolver el problema taxonómico que el género presenta. Las especies muestran ciertos problemas para su determinación. Esto como consecuencia de que los criterios para delimitar a las especies no son muy exactos ya que la clave para determinar a las especies del género, está realizada tomando como referencia caracteres artificiales (diámetro y largo de la célula, diámetro del opérculo, diámetro de la pared). En ocasiones un mismo organismo puede ser ubicado

dentro de varias especies (dos hasta tres) al mismo tiempo; en otras, los organismos no entran en ninguna especie.

Falta por realizar estudios en cuanto a la fisiología de *Ophiocyttium*, esto debido a que en ocasiones se encontró a los organismos con algunas acumulaciones de hierro adheridas a la pared, esto serviría para determinar el mecanismo mediante el cual el hierro se une a la pared (adsorción). Esta misma situación fue observada por Ettl (1978), tanto para la descripción de género como para la correspondiente a la especie.

Hasta el momento no se ha observado que *Ophiocyttium* presente reproducción sexual, se trata de organismos uniparentales, por lo que se tienen que hacer estudios más detallados para tratar de conocer de una forma más precisa si carece o no de reproducción sexual. En este caso se tendrían que realizar observaciones de organismos en cultivo.

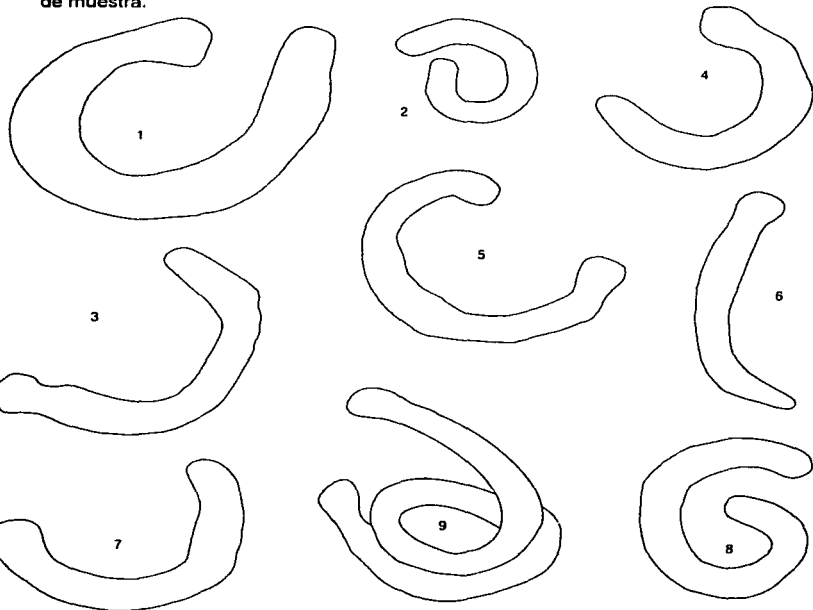
Por otro lado, se requiere de estudios acerca de individuos en cultivo tratando de reproducir las condiciones bajo las cuales fueron encontradas, esto con el fin de conocer el ciclo completo de *O. parvulum*, que involucraría formación de zoosporas, fijación de la misma hasta el desarrollo del esporangio. Se podría someter a los cultivos a condiciones de estrés de temperatura y desecación para conocer hasta que grado llegan a afectar estos cambios el proceso reproductivo.

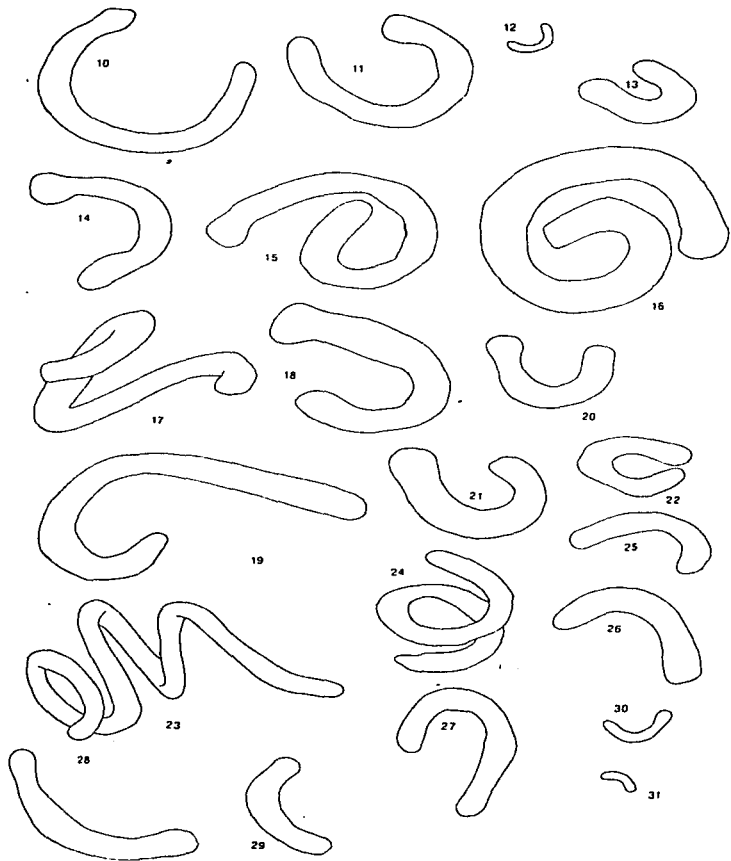
Por otro lado de se debe contemplar la posibilidad de realizar muestreos más contiguos en cuanto al tiempo, éstos se podrían hacer cada quince días para tratar de obtener información mas detallada de la dinámica ambiental. Por otro lado, también se podrían realizar muestreos mensuales mas selectivos. Se debe de tener en mente que se está trabajando con charcos (cuerpos de agua

temporales), los cuales presentan una dinámica considerable, lo que complica su estudio.

9. ICONOGRAFÍA.

Se muestran a continuación algunos ejemplares representativos de *O. parvulum*, colectados en Santa Ana, Méx. En la Tabla 3, se muestran los siguientes datos: diámetro celular, diámetro del opérculo, largo celular y número de muestra.





No. de organ.	Diám. Cel. (μm)	Diám. Opérc. (μm)	Largo Cel. (μm)	No. muestra
1	7.0	7.5	76.0	4
2	3.0	4.0	38.0	8
3	4.0	6.0	50.5	17
4	5.0	5.0	45.0	17
5	5.5	5.0	57.5	17
6	4.0	5.0	37.0	17
7	5.0	5.5	46.0	17
8	4.5	4.5	57.5	17
9	3.5	4.5	108.0	17
10	4.0	4.5	59.0	17
11	5.0	5.0	48.5	17
12	3.0	3.0	28.0	17
13	5.0	5.0	26.0	17
14	4.5	6.0	38.5	17
15	3.5	6.0	73.5	17
16	6.0	6.0	102.5	42
17	4.0	5.0	77.5	43
18	6.5	8.0	50.5	51
19	4.5	4.5	73.5	52
20	4.5	4.5	29.5	52
21	5.5	6.5	37.0	52
22	4.0	4.0	31.5	52

23	3.5	3.0	136.0	52
24	3.0	3.0	72.0	52
25	4.0	4.0	27.0	52
26	4.5	5.5	32.0	52
27	4.0	4.0	40.5	52
28	4.0	4.0	23.0	53
29	5.0	5.0	37.5	57
30	1.5	1.5	13.5	58
31	1.0	1.0	6.5	58

Tabla 3. Medidas del diámetro celular, largo celular y diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum*. Organismos colectados en El Oro de Hidalgo, Méx.

10. BIBLIOGRAFÍA.

- Bourelly, P. 1990. **Les Algues d'eau douce. Initiation a la Systematique.**
Tome I. Les algues vertes. Ed. N. Boubée et Cié. Paris, France. 569 pp.,
121pls.
- Bourelly, P. 1981. **Les Algues d'eau douce. Initiation a la Systematique.**
Tome II. Les algues jaunes et brunes, Chrysophycées, Phéophycées,
Xanthophycées et Diatomés. Ed. N. Boubé et Cié. Paris, France.
512 pp., 135 pls.
- Collins, F. S. 1909. **The Green Algae of North America.** Tufts College Studies.
Vol. II. No. 3.
- Davidson, J. F. 1947. **The polygonal graph for simultaneous portrayal of
several variables in populations analysis.** Madroño, Vol. 9, No. 3, pp.
105-110.
- Ettl, H. 1978. **Xanthophyceae I. Teil** in: Ettl, H., Gerloff, J. & Heynig, H.
(Eds.). **Süßwasser Flora von MittelEuropa. Bd. 3.** Fisher. Stuttgart &
New York. 503 pp.
- Engler, A. 1959. **Die Natürlichen Pflanzenfamilien. III Band . Chlorophyceae.**
Duncker & Humblot/Berlin. 463 pp.
- Forest, H. 1954. **Handbook of algae with special reference to Tennessee and
Southeastern United States.** The University of Tennessee United States
Press. Knoxville. USA. 453 pp.
- Fritsch, F. E. 1975. **The structure and reproduction of the algae. Vol I.**
Cambridge University Press. 791 pp.

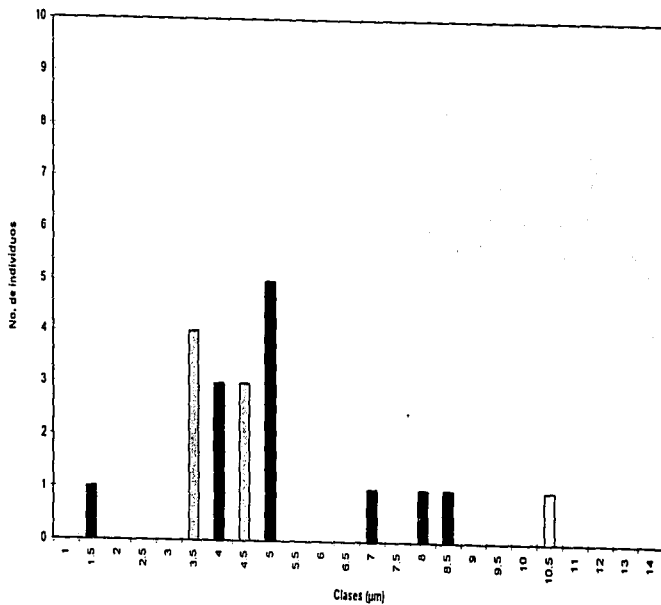
- García, E. y Z. Falcón. 1980. **Nuevo Atlas Porrúa de la República Mexicana.** Porrúa, S. A. México, D. F. 197 pp.
- Hibberd, D. J. & G. F. Leedale. 1971. **Citology and Structure of the Xanthophyceae. II. The Zoospore and vegetative cell of coccoid forms, with special reference to *Ophiocytium majus* Nägeli.** Br. Phycol. J. 6: 1-23.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1987. **Carta Topográfica "El Oro de Hidalgo" (E14A16).**
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1994. **Anuario Estadístico del Estado de México.** 428 pp.
- Lindau, G. 1926. **Die algen.** 1-301. Verlag von Julius Springer, Berlin, Deutschland (cit. Ruiz, 1993)
- Margain, H. R. M. 1981. **Flora Ficológica de los cuerpos de agua temporales de la región oriental y sur de la cuenca del río Pánuco.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Margain-Hernández, R. M. 1989. **Lista ficoflorística de la cuenca del Río Pánuco, México. I. Cuerpos de agua temporales (Región Oriental y Sur).** BIOTAM. Investigación Científica y Tecnológica. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Vol. 1; Núm. 3: 107 - 120 pp.
- Margain-Hernández, R. M., D. P. Moreno y F. P. J. Gallardo. 1990. **Estudio fitogeográfico preliminar de las algas dulceacuícolas de la República Mexicana.** Rev. Fac. de Ocean., Pesq. y Cs. Alimentarias 2: 210 - 213.

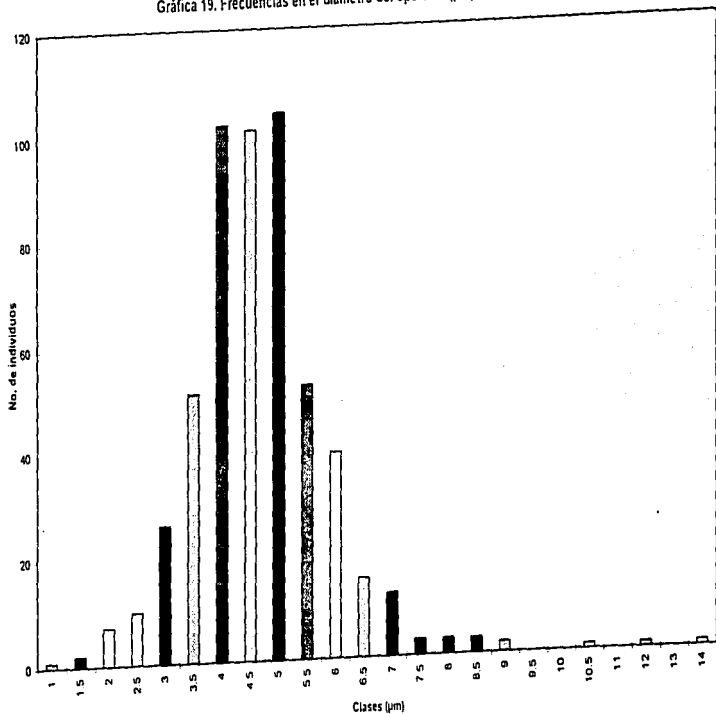
- Mendoza, G. A. C. 1973. **Estudio florístico ficológico estacional de la Laguna de Victoria o de Santiago Tilapa, Estado de México.** Tesis. Esc. Nac. Ci. Biol., I. P. N. México. 153 pp. (cit. Ortega , 1984).
- Nägeli, C. 1849. **Gattungen Einzelliger Algen, Physiologisch und Systematisch Bearbeitet.** Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesamten Naturwiss. 10 (7): 87.
- Ortega, M. 1984. **Catálogo de algas continentales recientes de México.** UNAM. México. 566 p.
- Ortega, M. M.; J. L. Godínez; G. Garduño y M. G. Oliva. 1994. **Ficología de México. Algas continentales.** AGT. Editor, S. A. México, D. F.
- Pascher, A. 1925. **Heterokontae, in: Pascher's Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs un der Schweiz.** Bd. 11. Jena. 118 pp. (cit. Ruiz, 1993).
- Pecora, R. A. & R. G. Rhodes G. 1973. **Zoospore production in selected Xanthophyceean algae.** Br. Phycol. J. 8: 321-324.
- Prescott, G.W. 1962. **The algae of the western great lakes area.** W.C. Brown Co. Dubuque, Iowa. 977 pp., 136 pls.
- Reid, K. G. & D. R., Wood. 1976. **Ecology of Inland Waters and Estuaries.** D. Van Nostrand Company. New York, USA. 485 pp.
- Ruiz, L. A. 1993. **Elementos para una revisión de *Ophiocytium* Nägeli 1849 (Xanthophyceae).** Ficología. III Congreso Latinoamericano. 1a. Reunión Iberoamericana.

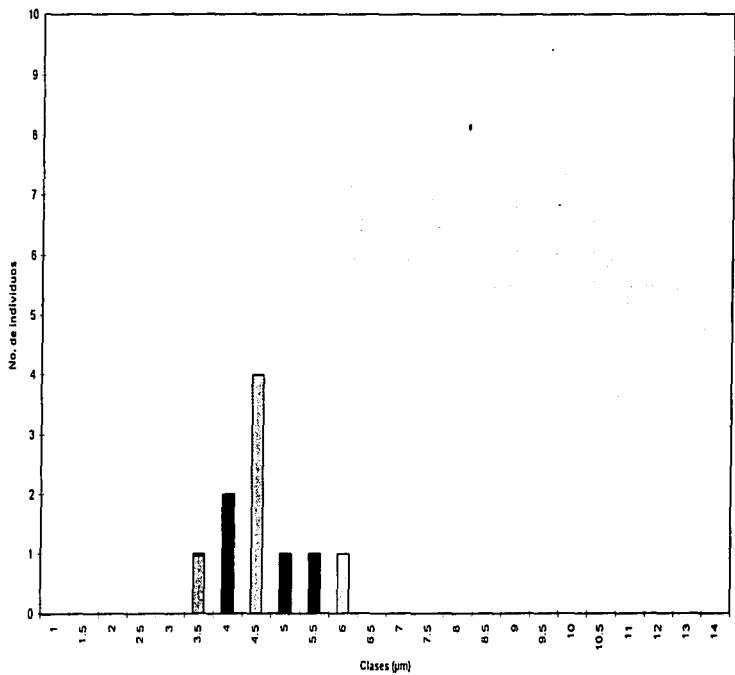
- Ruiz, L. A.; V. Chávez, P.; G. Santiago, A. y L. Zariñana L. 1994. **Estudio de la variación temporal de la flora ficológica en un ambiente inestable ("El Oro de Hidalgo").** 5º Encuentro de Investigadores en Flora y Fauna de la Región Centro-Sur de la República Mexicana (Memorias).
- Schumacher, G. J., Kim, Y. C., Whitford, L. A. and Dollard, G. E. 1966. **Additions to the fresh-water algae in North Carolina.** VII. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. 82 (2): 131-138.
- Starmach, K. 1968. **Chrysophyta III. Xanthophyceae Różnowiciowe.** Flora Ślaskowa Polski. Tom. 7. Państwowe wydawnictwo Naukowe. 394 pp.
- Starmach, K. 1980. **Communities of algae in frog spawn.** Acta Hydrobiol. 22 (2): 127-145.
- Welch, P. S. 1952. **Limnology.** Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. USA. 538 pp.
- Whitford, L. A. 1943. **The freshwater algae of North Carolina.** J. Elisha Mitchell Sci. Soc.: 131-171.
- Whitford, L. A. and Kim, Y. C. 1971. **Algae from alpine areas in Rocky Mountain National Park, Colorado.** Amer. Midl. Natur. 85 (2): 425-430.
- Whittle, J. S. 1976. **The major chloroplast pigments of *Chlorobotrys regularis* (West) and *Ophiocytium majus* Nägeli (Xanthophyceae).** Br. Phycol. J.11: 111 - 114.

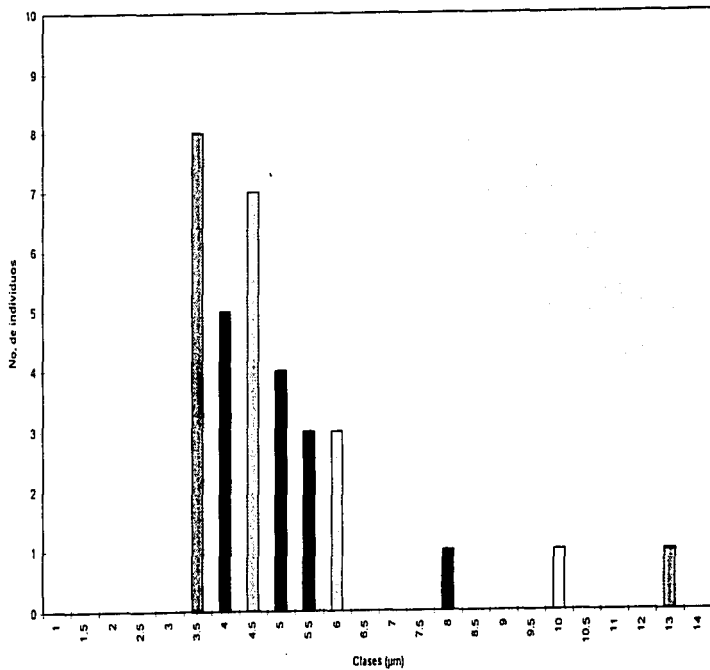
11. ANEXO 1.

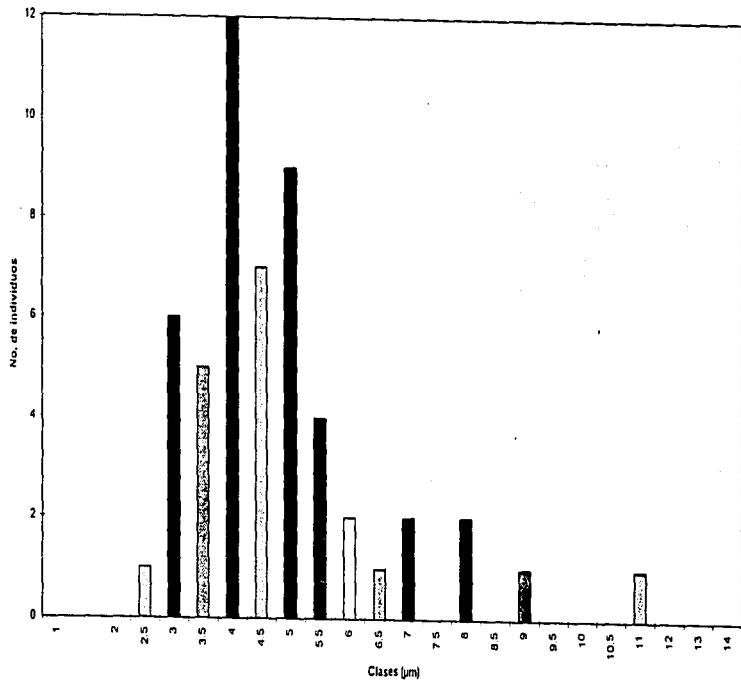
En el presente anexo, se muestran las gráficas del diámetro del opérculo de *O. parvulum* durante el tiempo de estudio. Como se observa éstas gráficas tuvieron el mismo comportamiento que el presentado por el diámetro celular. Por esta razón no se utilizaron en el análisis de resultados.

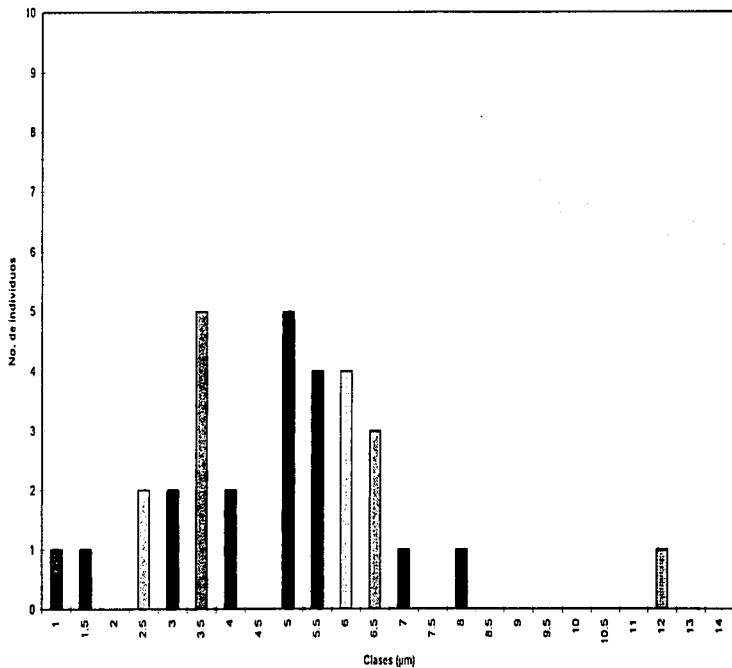
Gráfica 18. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum* (Febrero 1994).

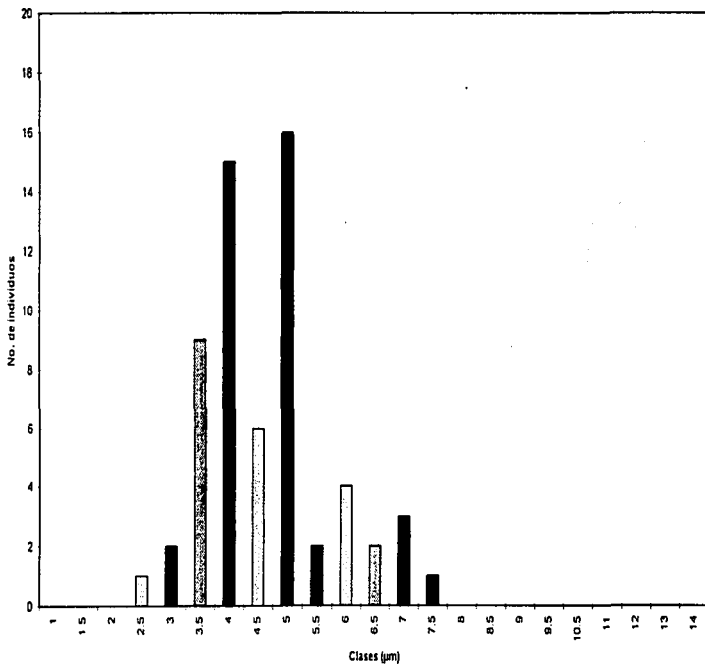
Gráfica 19. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum* (Mayo 1994).

Gráfica 20. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum* (Septiembre 1994).

Gráfica 21. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum* (Octubre 1994).

Gráfica 22. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum* (Diciembre 1994).

Gráfica 23. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *O. parvulum* (Enero 1995).

Gráfica 24. Frecuencias en el diámetro del opérculo (μm) de *D. parvulum* (Abril 1995).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA