

Variación de Componentes fitoplanctónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en Norte del Estado de Guerrero, México - Variation of phytoplanktonic components in a temporary earth ponds used for extensive aquaculture in north of the Guerrero, State, Mexico

Quiroz Castelán Héctor, Solís Pérez Ofelia, García Rodríguez Judith, Molina Astudillo F. Isela y Díaz Vargas Migdalia

Laboratorio de Hidrobiología del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.

Contacto por e_mail: quiroz@cib.uaem.mx, castelanqh@yahoo.com.mx

RESUMEN

Los factores abióticos y la permanencia del agua en bordos temporales, determinan la abundancia, composición y distribución del fitoplancton, que es un excelente indicador de la calidad del agua y el principal productor primario, ocupa distintos nichos, propiciando una elevada disponibilidad de alimento para otros niveles tróficos como los peces en sistemas de cultivo extensivo. El objetivo de este trabajo fue: Analizar los principales grupos del fitoplancton, su abundancia y distribución, así como su relación con parámetros físicos y químicos del agua durante un ciclo anual, en el bordo temporal "Laguna Seca" en el municipio de Pilcaya, Guerrero, México. Se realizaron muestreos de fitoplancton y de calidad del agua mensualmente, del 2003 al 2004. Con el análisis del fitoplancton, y de parámetros fisicoquímicos y nutrientes (Hach DREL 2010). Aplicándose diversos estadísticos. Se presentaron cinco grupos de organismos fitoplanctónicos, con

dominancia de euglenofitas y de cianofitas lo que muestra una fase de inicio en el proceso de florecimiento de los organismos autótrofos que refleja las condiciones en ese momento del bordo, ya que es de reciente construcción y estos grupos se presentan en ambientes con materia orgánica disuelta, lo que corresponde con los aportes por diferentes fuentes en el bordo. Así mismo, este cuerpo de agua se encontró en una fase de oligo-mesotrofia con algunas variaciones anuales cercanas a la eutrofia, sobre todo en la etapa de concentración, con cambios bruscos durante el año, con mayores abundancias en diferentes meses sin mostrar un patrón definido de florecimiento fitoplanctónico.

Palabras Clave: | Bordo temporal
| fitoplancton | parámetros físicos y
químicos | nutrientes

ABSTRACT

The abiotics factors and the permanency of the water in temporary earth ponds, they determine the abundance, composition and distribution of the phytoplankton, which is an excellent indicator of the quality of the water and the principal primary producer, occupies different niches, causing a high availability of food for other trophics levels as the fish in systems of extensive aquaculture. The principal objective of this work was: To analyze the principal groups of the phytoplankton, abundance and distribution, as well as relation with physical and chemical parameters of the water and variation during an annual cycle, in the temporary earth pond "Laguna Seca" in the municipality of Pilcaya, Guerrero, Mexico. There were realized samplings of phytoplankton and of quality of the water monthly, from 2003 to 2004. With the analysis of the phytoplankton, and of physical and chemical parameters and nutrients (Hach

DREL 2010). Being applied diverse statisticians. Variation they presented five groups of phytoplanktonic organisms, with predominance of euglenophyta and of cyanophyta what shows a phase of beginning in the process of bloom of the photosintetics organisms that reflects the conditions in this moment of the earth pond, since is of recent construction and these groups they appear in environments with matter organic, variation what corresponds with the contributions for different sources in the earth pond. Likewise, this body of water met in a phase of oligo-mesotrophics some annual variations near to the eutrophics, especially in the stage of concentration, Variation with sudden changes during the year, with major abundances in the different months without he proves to be a definite boss of phytoplanktonic bloom.

Keywords: |temporary earth pond|
|phytoplankton| physical and chemical
|parameters| nutrients |

INTRODUCCION

Los cuerpos de agua continentales se dividen en dos grandes grupos, que son los lóticos (ríos, arroyos, etc.) y los lénticos (bordos, embalses, lagos, etc.), dentro de éstos últimos se encuentran los bordos permanentes y temporales, también llamados jagüeyes o estanques rústicos, los cuales según Hernández-Avilés, *et al.* (2002) son reservorios artificiales de agua temporal o permanente, con una cortina rústica construida de tierra o mampostería; que generalmente están constituidos por aguas turbias debido a los sólidos en suspensión y a la materia orgánica. La calidad del agua está en función de la región hidrológica a la que pertenece y de las sales disueltas que contenga.

En la República Mexicana, el 67.13% de los cuerpos hídricos lénticos lo ocupan los bordos, cubriendo 188 781 ha., que representan el 14.74% de la superficie inundada de aguas epicontinentales. La mayoría de estos embalses tienen una superficie entre una y diez hectáreas y se localizan principalmente en los estados de Jalisco y Guanajuato (Tinoco y Atanasio, 1988). Aproximadamente el 90% son sistemas temporales (Arredondo y García-Calderón, 1982) con dimensiones menores a dos hectáreas.

Cualquier ecosistema acuático epicontinental está estrechamente relacionado con el ambiente terrestre, por medio de factores geológicos (gravidad), meteorológicos (precipitación- evaporación) y biológicos (el hombre y el ganado) (Likens y Bormann, 1974); por lo que en los bordos se presentan características propias que resultan de interés desde el punto de vista ecológico, ya que las condiciones ambientales como la latitud, la altitud, la temperatura, las corrientes del viento, el sedimento, el uso del suelo que los rodea, la vegetación circundante, los períodos de lluvia y de sequía a lo largo del año, además de sus características morfométricas, ocasionan variaciones en los niveles de intensidad lumínica que penetran en la columna de agua, ya sea por suspensión de materia orgánica e inorgánica autóctona y alóctona, movimientos horizontales y verticales en la columna del agua, cambios en el nivel del agua, surgimiento y florecimiento de ciertos grupos de organismos adaptados a condiciones ricas en oxígeno o anóxicas (por la descomposición de la materia orgánica en los sedimentos); que desarrollan estrategias en estas últimas condiciones (formas de vida latente) para sobrevivir a cambios drásticos que los someten a cierto estrés fisiológico. Por lo anterior, en estos cuerpos de agua se pueden distinguir dos fases, una fase de dilución que coincide con la temporada de lluvias y otra de concentración durante la sequía (Arredondo y García-Calderón, 1982; Porras, 1986).

Por otra parte, por ser sistemas someros con poco tiempo de haber sido construidos (no más de 20 años) y por la acumulación de materiales, se favorece una rápida sucesión o conversión de un ambiente acuático a terrestre, ya que en la zona litoral se pueden desarrollar macrofitas emergentes (*Thypha* y *Scirpus*, principalmente), macrofitas flotantes como *Potamogeton*, además de pastos y otras plantas herbáceas en el caso de sistemas temporales (Hernández-Avilés, *et al.*, 2002).

Cada cuerpo de agua posee una composición propia en cuanto a la diversidad de especies y la cantidad de organismos de acuerdo con sus características abióticas (luz, temperatura, nutrientes, etc.) y bióticas (competencia, depredación) y a pesar de los diferentes requerimientos fisiológicos y las variaciones en los límites de tolerancia a los parámetros ambientales físicos y químicos de cada especie, existen ciertos patrones de composición, en cuanto a la diversidad y abundancia entre el fitoplancton de agua dulce y el marino (Happay-Wood, 1991).

El término fitoplancton se asigna a un grupo de microorganismos fotoautótrofos o en algunos casos heterótrofos, los cuales desarrollan parcial o totalmente sus ciclos de vida en aguas abiertas de la zona pelágica de mares, lagos, lagunas y ríos (Reynolds, 1997). El fitoplancton es el principal indicador de qué tan productivos pueden ser estos ecosistemas, ya que es el principal productor de oxígeno y constituye el primer eslabón en la cadena trófica, ocupando distintos nichos ecológicos, lo que se traduce en una elevada disponibilidad de alimento para los otros niveles tróficos. Por otra parte, los organismos fitoplanctónicos son sensibles a los cambios en las condiciones tróficas de los cuerpos de agua continentales, provocados por la contaminación, manejo acuicultural, etc., al respecto, Quiroz, *et al.*, (2004) mencionan que la abundancia, composición y distribución del fitoplancton en estos sistemas, están influenciadas por dichas condiciones, por lo que es considerado como un importante indicador de la calidad del agua, por su corto ciclo de vida y su rápida respuesta a los cambios del medio ambiente, ya que algunas especies son muy sensibles a ciertos desechos químicos.

Los principales parámetros físicos y químicos que influyen en la presencia, distribución y abundancia de los organismos fitoplanctónicos en este tipo de ecosistemas son: temperatura, oxígeno disuelto, CO₂, pH, alcalinidad total, sólidos disueltos, dureza total, transparencia, turbiedad, conductividad y cantidad de nutrientes, ya que la variación de éstos a través del año, puede provocar diversos cambios que influyen directamente en la dinámica ecológica del bordo; de acuerdo a su naturaleza, Stickney (1994) los clasifica en conservativos y no conservativos; los primeros son aquellos que están relacionados con las características del sustrato y de los aportes externos y los segundos están influenciados por las condiciones bióticas del sistema, como el oxígeno, el CO₂ y la transparencia. En un ambiente acuático, los productores primarios están limitados por varios factores físicos y químicos, e influenciados por las interacciones intra e interespecíficas en cada una de las comunidades acuáticas (Barnes y Mann, 1980).

En un cuerpo de agua de características tan variables como un bordo con fluctuaciones tan bruscas de niveles de inundación y con profundidades tan bajas, que en ciertos periodos favorecen el desarrollo de pastos y hierbas; con una superficie tan amplia de más de tres hectáreas, las interacciones entre los parámetros físicos y químicos en los microhábitats, pueden ser variables y afectar a su vez a los diferentes organismos presentes en estos, así mismo la descripción de las posibles tramas tróficas que se pueden ubicar teóricamente en un sistema acuático, dependen básicamente de la descripción de estas relaciones, por lo que es muy importante la caracterización de algunas de estas en cada bordo susceptible de manejo. Además es importante considerar los aportes de materia orgánica y nutrientes por escurrimiento de las tierras de cultivo que se encuentran cerca del suelo que los rodea y de la excreción de los animales que en ellos abreven, así mismo, lo que sucede en esos sistemas puede ser semejante a lo que ocurre en un estanque rústico.

Mataloni, *et al.* (2000) mencionan algunos factores que tienen un efecto en el desarrollo de las algas en un lago eutrófico en la Antártica; Nogueira (2000) utiliza matrices de correlación de Pearson para relacionar aspectos de las comunidades fitoplanctónicas con nutrientes y concentraciones de clorofilas, y Naselli-Flores y Barone (2000) relacionan la dinámica del fitoplancton y su estructura con el estado trófico de diversos cuerpos de agua.

Ramírez y Alcaraz (2002), realizaron un estudio sobre la producción primaria fitoplanctónica en un lago eutrófico tropical en Colombia, reportando una productividad primaria bruta mayor que en otros lagos de dicho país, asociada con la conductividad y con la condición clorofila *a*/fósforo total; Zalocar de Domitrovic, *et al.* (1998), estudiaron la biomasa, diversidad y composición de las especies fitoplanctónicas en un lago subtropical en Argentina y mencionan que el grupo de las cianofitas fue el dominante durante el año de estudio, seguido del grupo de las clorofitas, y que la biomasa más baja y la diversidad más alta se encontraron siempre en la zona litoral.

En México, se han realizado diversos trabajos sobre el fitoplancton su distribución espacio-temporal, así como su relación con diferentes aspectos de los ecosistemas acuáticos: Rosas, *et al.* (1993) utilizaron a las comunidades algales como indicadores del estado trófico del lago de Pátzcuaro, Mich., Díaz-Pardo, *et al.* (1998) utilizaron a los organismos fitoplanctónicos como bioindicadores de las condiciones de salud del lago Azteca,

considerando el uso del análisis de correlación canónica para relacionar los parámetros con los organismos.

Hoz y de la Lanza, (2000) realizaron un estudio sobre la limnología y la contaminación de un jagüey en el Noreste de México; Hernández-Aviles, *et al.* (2002) realizó un trabajo sobre las características morfométricas, físicas, químicas y biológicas de bordos en diversos lugares de México; y Quiroz, *et al.* (2004) relacionaron las variaciones de la calidad del agua con la de los organismos fitoplanctónicos y su estado trófico en el lago de Chapala, Jalisco.

En el Estado de Morelos, Porras (1986) llevó a cabo un estudio en varios bordos y embalses temporales del estado, en el que se determinaron los factores morfométricos de los reservorios, la calidad del agua en base a parámetros físicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos, transparencia, coeficiente de extinción, pH, alcalinidad, dureza, magnesio, CO₂, calcio y cloruros) y el metabolismo de la comunidad (fitoplancton, zooplancton y peces); encontrando dos fases: de dilución y concentración con una correlación estrecha con el aporte de agua de la barranca y del canal que los abastece, además menciona que estos sistemas están en un estado de oligotrofia y uno en el límite de la eutrofia.

Molina, *et al.* (2005) realizaron un estudio en un estanque rústico con fertilización combinada para conocer la distribución vertical diaria del plancton y su relación con parámetros físicos y químicos, en el cual se registraron tres patrones de distribución: inverso, directo y crepuscular, además de una relación significativa entre ésta y la temperatura.

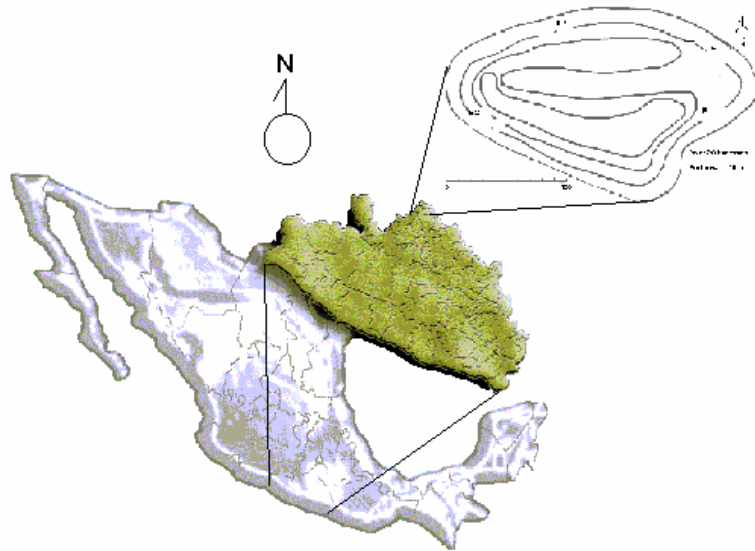
Son escasos los trabajos realizados en el Estado de Guerrero sobre los cuerpos de agua continentales, en uno de ellos, Carranza, *et al.* (2002) caracterizaron a la presa el Caracol mencionando que el bentos fue escaso muestreando en diversas ocasiones localidades someras a lo largo del embalse, sin encontrar vestigios de macrobentos. Juárez (2002) caracteriza la presa de Infiernillo también en este estado basado en aspectos físicos y químicos del agua y de pesquerías.

Debido a que en la región norte del estado de Guerrero no se han caracterizado limnológicamente los bordos que ahí se encuentran y de los cuales se puede hacer uso con la finalidad de convertirlos en sistemas productores de alimento o como fuente de ingresos para la misma comunidad, es necesario conocer los componentes fitoplanctónicos, ya que son la base de alimento natural que se genera en estos ecosistemas, así como la determinación de algunos parámetros físicos y químicos, que se relacionan con la calidad del agua y con la presencia y distribución de estos organismos, por lo que en este trabajo planteo el siguiente objetivo: Analizar los principales grupos fitoplanctónicos, su abundancia, distribución y su relación con parámetros físicos y químicos del agua durante un ciclo anual en el bordo temporal "Laguna Seca" del municipio de Pilcaya en la Región Norte del Estado de Guerrero.

MATERIALES Y MÉTODOS

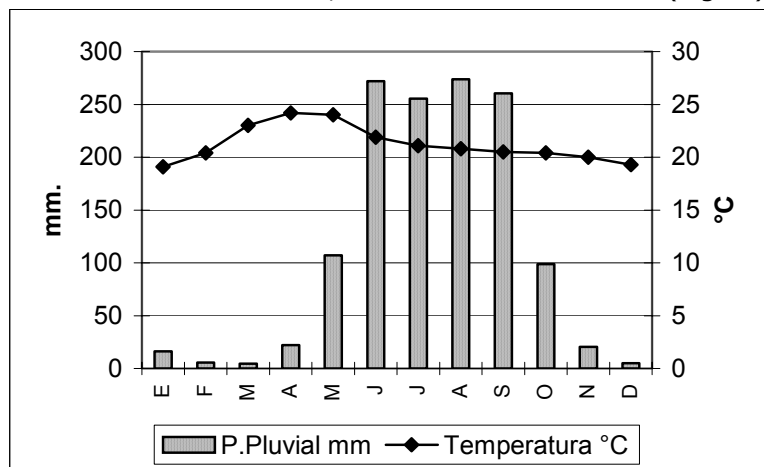
Área de estudio: El bordo "Laguna Seca" se encuentra localizado al norte de la población de Piedras Negras, en el municipio de Pilcaya, a un kilómetro de la carretera Taxco-Ixtapan de la Sal, colinda con el estado de México entre las coordenadas 18°43.949" Latitud Norte y 99°36.552" Longitud Oeste, a una altitud de 1 199 msnm (Fig. 1).

Figura 1.- Ubicación del Bordo "Laguna Seca" en el estado de Guerrero, México.



El municipio de Pilcaya se encuentra en la región norte del estado de Guerrero, limita al norte con el estado de México, al sur con el municipio de Tetipac, al este con el estado de Morelos y al oeste con el estado de México y cuenta con una superficie de 62.1 km², es el municipio más pequeño del estado. Geográficamente se localiza en las coordenadas: 18° 45' Latitud Norte y 99° 40' Longitud Oeste, se encuentra a 1 600 msnm (INEGI, 2000). El municipio de Pilcaya cuenta con 1 134.64 ha. (71 %) de las 1 656.098 ha. de superficie total del Parque Nacional Grutas de Cacahuamilpa. De acuerdo con la estación meteorológica ubicada en el municipio de Taxco de Alarcón, Gro., la temperatura promedio de la región es de 21.2°C; siendo marzo, abril y mayo los meses más calurosos del año. La precipitación pluvial promedio es de 111.79167 mm, abundante de junio a septiembre, seguida de un periodo extremadamente seco, de noviembre a abril (Fig. 2), García (2004).

Figura 2. Registros de la temperatura y precipitación pluvial media anual correspondientes al periodo Enero - Diciembre del 2004.



De acuerdo con el INEGI (1985), la distribución climática en el estado está estrechamente relacionada con los contrastes altimétricos del relieve, la presencia de una serie de cadenas montañosas que se alinean paralelas a la costa y que actúan como barrera orográfica y por su cercanía al mar; por lo que el 64 % de su superficie presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w), y el 18% de la misma, un clima semicálido-subhúmedo con lluvias en verano Acw; el resto de la entidad presenta diversos tipos de climas que van de un semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano Acw a un seco muy cálido y cálido BS(h') (INEGI, 2000).

En el estado de Guerrero se presentan todos los tipos de vegetación de las zonas templadas, tropicales secas y costeras. En particular en las comunidades del Mogote y Piedras Negras el tipo de vegetación circundante corresponde a selva baja caducifolia, pero en las áreas cercanas al bordo en general el uso del suelo se caracteriza como áreas de cultivo sin vegetación original (INEAGRO, 2000). Por otra parte, el municipio de Pilcaya cuenta con cuatro unidades de riego: el Espinal, Trapiche, Plan del dátil y Chichila, y con las que se riegan 800 ha. de tierras de cultivo; además, junto con la población de la Concepción, recibe agua para abasto público y para ganadería, a través de un canal rústico revestido que tiene una longitud de 60 km. El agua del río Pilcaya la aprovechan los que tienen terrenos cerca del mismo, y una junta directiva se encarga de distribuirla equitativamente al resto de la comunidad (Gobierno del Estado de Guerrero, 2000).

Metodología: El presente estudio se llevó a cabo durante el periodo comprendido de Noviembre del 2003 a Diciembre del 2004, tomando muestras aproximadamente cada 30 días, de fitoplancton y parámetros abióticos, a las 12:00 hrs. del día, en cuatro estaciones del bordo, considerando las diversas zonas del cuerpo de agua, tomando en cuenta áreas libres y con vegetación litoral (Fig.3). Las características morfométricas del cuerpo de agua fueron determinadas según lo mencionado por Wetzel y Likens (2000).

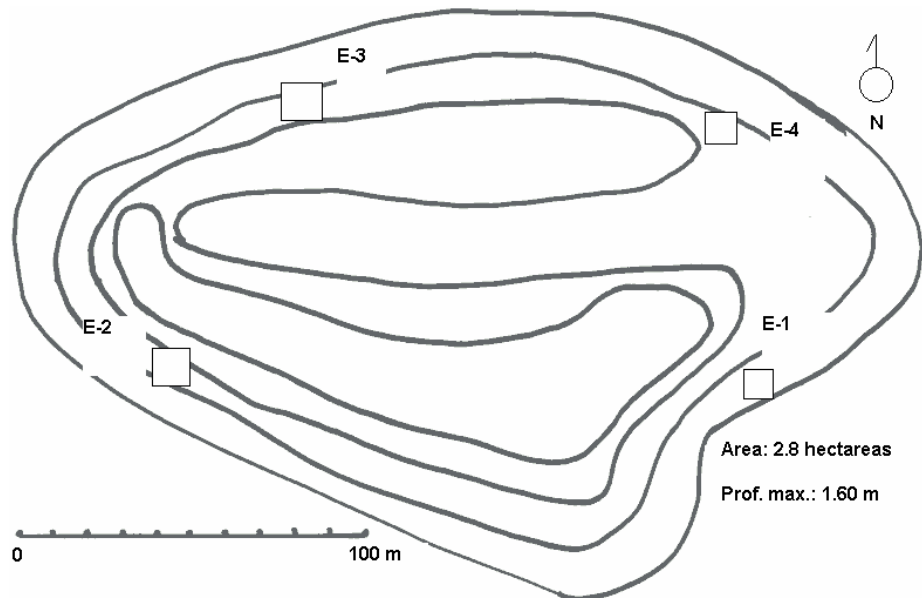


Figura 3.- Ubicación de las estaciones de muestreo en el bordo "Laguna Seca".

Las muestras de los organismos fitoplanctónicos se obtuvieron directamente en la zona superficial utilizando frascos de 250 ml, las cuales se fijaron con formol al 4% (García, 2004). Para su cuantificación e identificación se utilizó un microscopio invertido Wild M-40, de acuerdo a lo propuesto por Uthermöhl (1958), utilizando cámaras de sedimentación de 10 ml (Wetzel y Likens, 2000). La abundancia se reportó como org/ml.

Para la separación de los organismos fitoplanctónicos por grupos se utilizaron los criterios de: Komárek y Fott (1983) para Chlorophyceae; de Prescott (1962) para Pyrrophyta; de Hubber- Pestalozzi (1955) para Euglenophyceae; de Gardner (1927) y Geitler (1932) para Cyanophyceae; y de Patrick y Reimer (1966) y Kramer y Lange-Bertalot (1988,1991a, 1991b) para Bacillariophyceae. Se registraron en cada estación los parámetros abióticos indicados en la tabla 1.

Tabla 1.- Parámetros abióticos registrados durante el periodo de estudio en cada estación

Parámetro	Técnica o Aparato
Oxígeno disuelto	Oxímetro digital YSI modelo 58
Temperatura	
pH	Potenciómetro Hach
Alcalinidad total	Técnicas
Dureza total	Colorimétricas
Bióxido de carbono	Boyd (1979)
Cloro	
Turbiedad	Turbidímetro Hach
Conductividad	Conductímetro
Sólidos disueltos	Modelo Hach
Transparencia	Disco de Secchi
Nitritos, nitratos, amonio, fosfatos, silicatos y sulfatos.	Equipo Hach 2010.

Los datos bióticos y abióticos obtenidos se representaron como valores máximo, mínimo, media, mediana y desviación estandar, se elaboraron gráficas, así como también se utilizó un análisis de varianza para datos de distribución no normal de Kruskal- Wallis y comparaciones de medias de Tuckey (Sokal y Rohlf, 1969; Zar, 1999) entre las estaciones de muestreo para ver si existían diferencias entre ellas. Para analizar la relación entre los parámetros abióticos con las variaciones del fitoplancton se utilizaron regresiones, análisis factoriales y las correlaciones de Pearson (Zar, 1999; Hair, *et al.* 1999).

Para llevar a cabo los análisis mencionados, los datos obtenidos se resumieron en una matriz de abundancia por grupos por estaciones, y en otra matriz para los factores

ambientales por estación, y se aplicaron los paquetes estadísticos siguientes: Microsoft Office Excel, JMP Ver. 3.2.2, y Statistica '99.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La característica primordial de las comunidades es la coexistencia simultánea de numerosas poblaciones en un mismo hábitat acuático. Cada especie tiene un nicho basado en sus necesidades fisiológicas en relación con las variaciones de los factores del hábitat. La combinación de las variaciones de estos factores requeridos para una especie puede expresarse teóricamente en un espacio multidimensional o hiperespacio correspondiente a los valores de las variables que permiten a las especies permanecer en este hábitat (Hutchinson, 1967).

Abundancias y Diversidad Fitoplanctónica.

Variación de abundancias y grupos fitoplanctónicos en totales anuales.

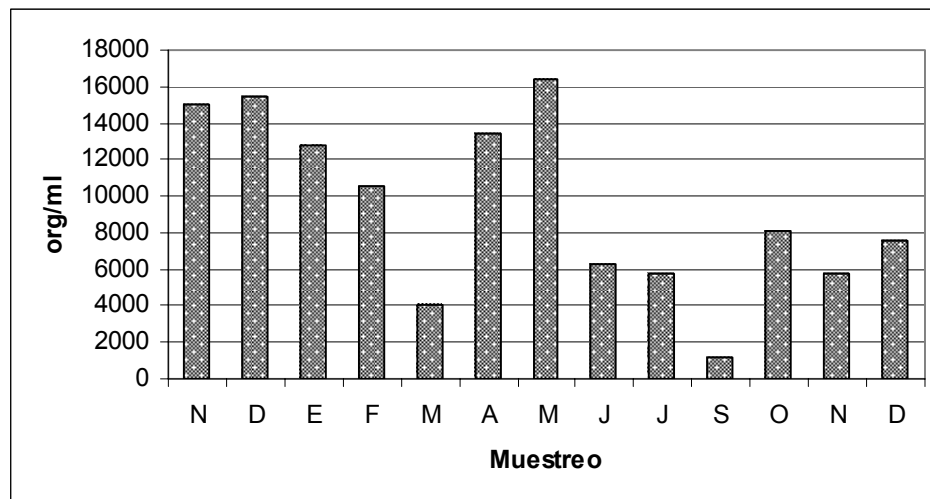


Figura 4.- Abundancias totales de los organismos fitoplanctónicos registradas en cada uno de los muestreos.

El total de organismos fitoplanctónicos registrados en el bordo durante el año de muestreo fue de 122, 358 org/ml (Fig. 4), se agruparon en cinco grupos principales: Euglenophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyceae y Pyrrophyta; siendo los más dominantes los dos primeros, ya que los demás grupos presentaron porcentajes menores del 6% (Fig. 5).

Al respecto de la relación entre la cantidad de organismos fitoplanctónicos y el estado trófico de los cuerpos de agua, Margalef (1977) indica la relación del estado productivo de un lago con el número de organismos del fitoplancton, así mismo Keyenrn, *et al.* (1996) indican cuales son las características de los cuerpos de agua oligotróficos, mesotróficos y eutrófico, y Brettum (1989) y Helionen (1980) indican que según los biovolúmenes de fitoplancton

obtenidos relacionados con los límites que ellos utilizan, los cuerpos de agua se pueden clasificar en ultraoligotróficos, oligotróficos, oligomesotróficos, mesotróficos y eutróficos, por lo que de acuerdo a las abundancias obtenidas por estación durante el año en este trabajo, y sus condiciones generales, así como por lo indicado por los autores citados, este cuerpo de agua se encontró en una fase de oligo-mesotrofia con algunas variaciones anuales cercanas a la eutrofia, sobre todo en la etapa de concentración, con cambios bruscos durante el año.

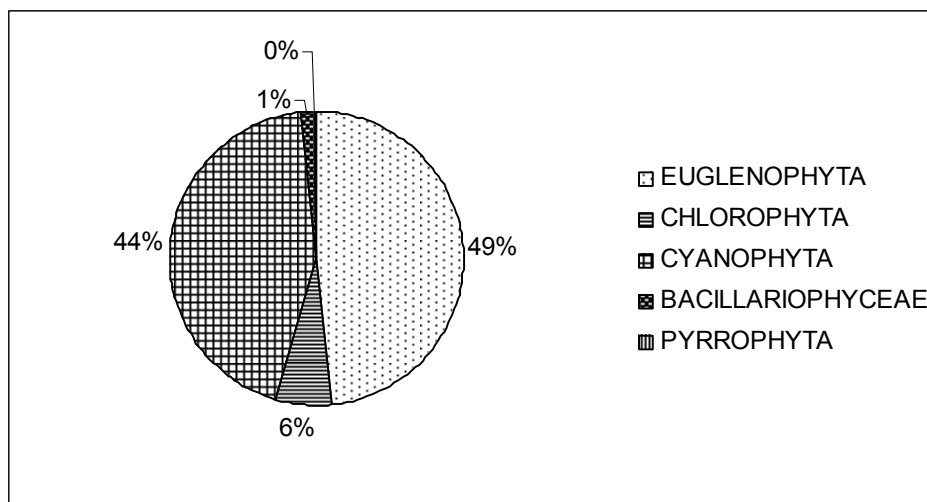


Figura 5.- Valores porcentuales de los principales grupos fitoplanctónicos en el bordo "Laguna Seca" durante el periodo de estudio.

En éste trabajo, la comparación de medias de Tukey-Kramer HSD, mostraron diferencias significativas entre las abundancias por grupos obtenidas durante todo el ciclo anual ($P > 0.05$). Especialmente las microalgas dominantes con los otros grupos: las euglenofitas con las clorofitas, bacilariofíceas y pirrofitas, y por otro lado las cianofitas con las clorofitas, las bacilariofíceas y las pirrofitas.

Este tipo de bordos son sistemas temporales, que se forman en la época de lluvias y presentan dos fases, una de concentración y otra de dilución. En lo que respecta a la primera, conforme hay una reducción del volumen del agua debido a procesos de evaporación y uso del agua (riego y abrevadero), se incrementan los contenidos de nutrientes y los florecimientos del plancton, con abundancia de cianofitas y rotíferos (Hernández-Avilés, *et al.*, 2002); lo que coincide con las mayores abundancias totales que se registraron durante este estudio en los meses de noviembre, diciembre y mayo del 2003, ya que el periodo de lluvias en esta región es de junio a septiembre. El menor valor se registró en el mes de septiembre (Fig. 4).

Las algas presentan procesos de sucesión, debido a que la abundancia de sus poblaciones muestra fluctuaciones temporales, dominando en algunos periodos y desapareciendo en

otros, o en ocasiones se hacen extremadamente raras (Hutchinson, 1964); tal es el caso de las cianofitas, también llamadas mixofíceas, nostocofíceas, cianobacterias o más comúnmente algas verdeazules; cuya proliferación explosiva coincide con periodos de estiaje en que los cuerpos de agua se estratifican y la hidrodinámica se mantiene atenuada. Por lo general, esto se observa a finales del verano e invierno de manera más prolongada y acentuada (Gómez y Martínez, 1998). Al respecto, en cuanto a la abundancia por grupos durante los muestreos se observaron diferencias significativas entre las cianofitas y las otras cuatro divisiones ($P > 0.05$), las cianofitas fueron el grupo más abundante en los muestreos al final del invierno y del verano; aunque de mayo a junio se observó una drástica disminución que se mantuvo hasta el último mes, con un aumento de las euglenofitas (Fig. 6).

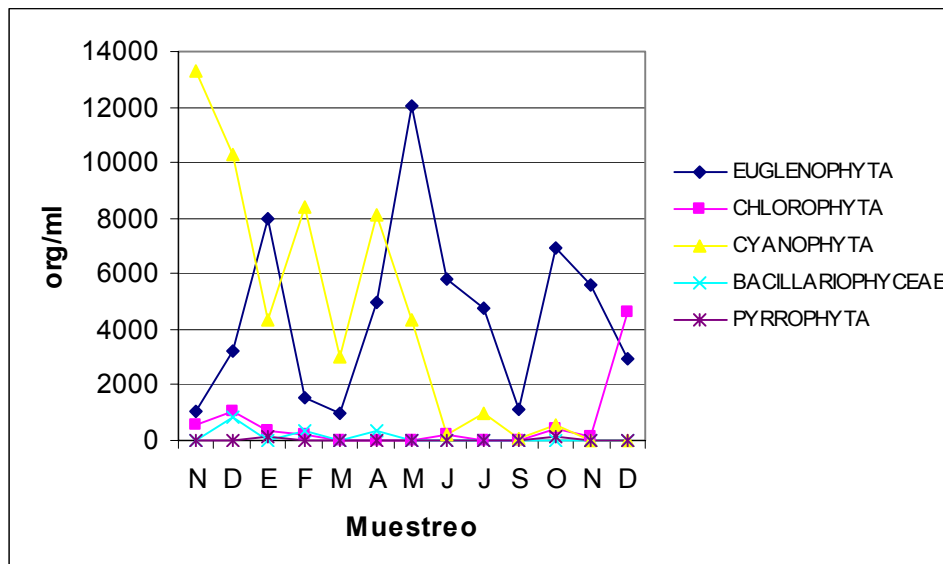


Figura 6. Abundancia del fitoplancton por grupos durante el periodo de estudio (Noviembre 2003 a Diciembre 2004).

La presencia de un alga particular en un determinado cuerpo de agua depende de cierto número de interacciones espaciales y temporales complejas entre los factores ambientales que afectan la tasa de crecimiento (Marshall, 1991); para el caso de algunos bordos, cuyo volumen disminuye en la época de estiaje y con ello la penetración de la luz debido a una mayor turbidez, la producción primaria también disminuye, clasificándose como hipereutrófico (altamente productivo) en esta fase y como eutrófico (productivo) en la época de dilución, ya que las concentraciones de nitrógeno y fósforo se pueden elevar por el acarreo de materiales de la cuenca en el periodo de inundación y por la liberación de estos micronutrientes de la materia orgánica a lo largo del año (Hernández-Avilés, *et al.*, 2002) este proceso es similar a lo obtenido en este trabajo ya que se presentó un aumento de las euglenofitas en el periodo de lluvias, ya que de acuerdo a Wetzel (1981) su desarrollo se localiza de manera temporal a determinados niveles de profundidad o en sistemas acuáticos con concentraciones altas principalmente de materia orgánica disuelta, lo cual se presentó

durante la época de lluvias, también se menciona que estos organismos se encuentran con mayor frecuencia en aguas poco profundas ricas en materia orgánica Wetzel (1981), Marshall (1991) y Gómez y Martínez (1998).

El grupo de las clorofitas no fue abundante, sólo se registró un incremento en el último mes del muestreo, Quiroz (2004) menciona que en lagos con tendencia a la eutrofia, el crecimiento algal se manifiesta con un reemplazamiento de especies de clorofitas por cianofitas; Kalff y Knoechel (1978) indican que uno de los síntomas de avance de la eutrofización es la ocurrencia de florecimientos de algas verde-azules.

Por otra parte, Gómez y Martínez (1998) mencionan que las pirrofitas también conocidas como dinoflagelados, es un grupo que está más diversificado en aguas marinas que en las continentales, correspondiendo a lo mencionado por Hernández-Avilés, *et al.* (2002) quienes indican que en los bordos de climas cálidos algunos de los organismos más representativos del fitoplancton son las clorofíceas, con los géneros *Monorrraphidium*, *Selenastrum*, *Pediastrum*, *Coelastrum*, *Crucigenia* y *Scenedesmus* y las bacilariofíceas, y de las cianofíceas *Daitiloccocopsis*, *Microcystis* y *Anabaenopsis*, son los géneros más abundantes. Así como a lo obtenido en este trabajo, que es similar a lo mencionado por estos autores.

Distribución de las abundancias y composición fitoplanctónica en cada estación durante el periodo de estudio.

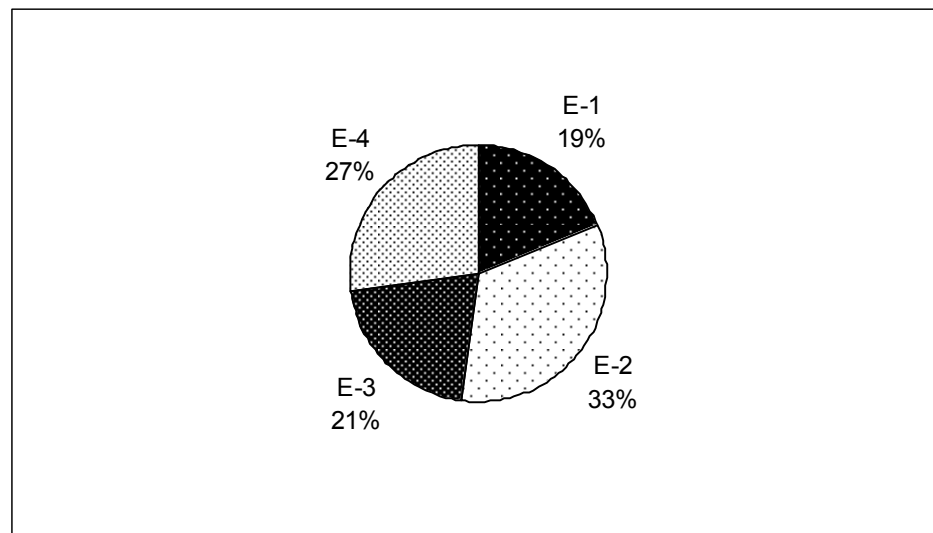


Figura 7.- Valores porcentuales del fitoplancton por estación durante el periodo de estudio.

La mayor abundancia se registró en la estación 2; coincidiendo con los valores más altos que se encontraron en esta estación durante todo el año; seguido de la estación 4, 3 y 1, en esta última se registraron los valores bajos del fitoplancton durante los trece muestreos, sin picos significativos (Fig.8).

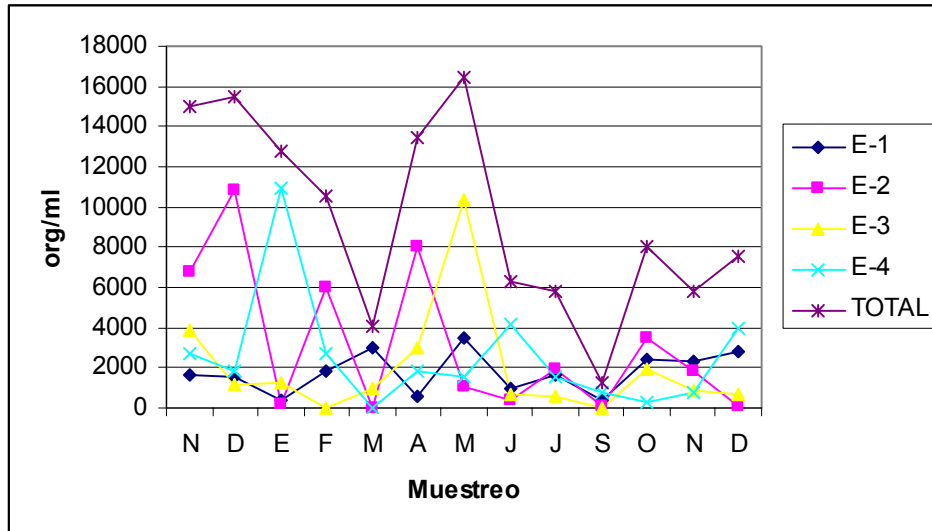


Figura 8.- Variaciones de la abundancia fitoplanctónica en cada estación.

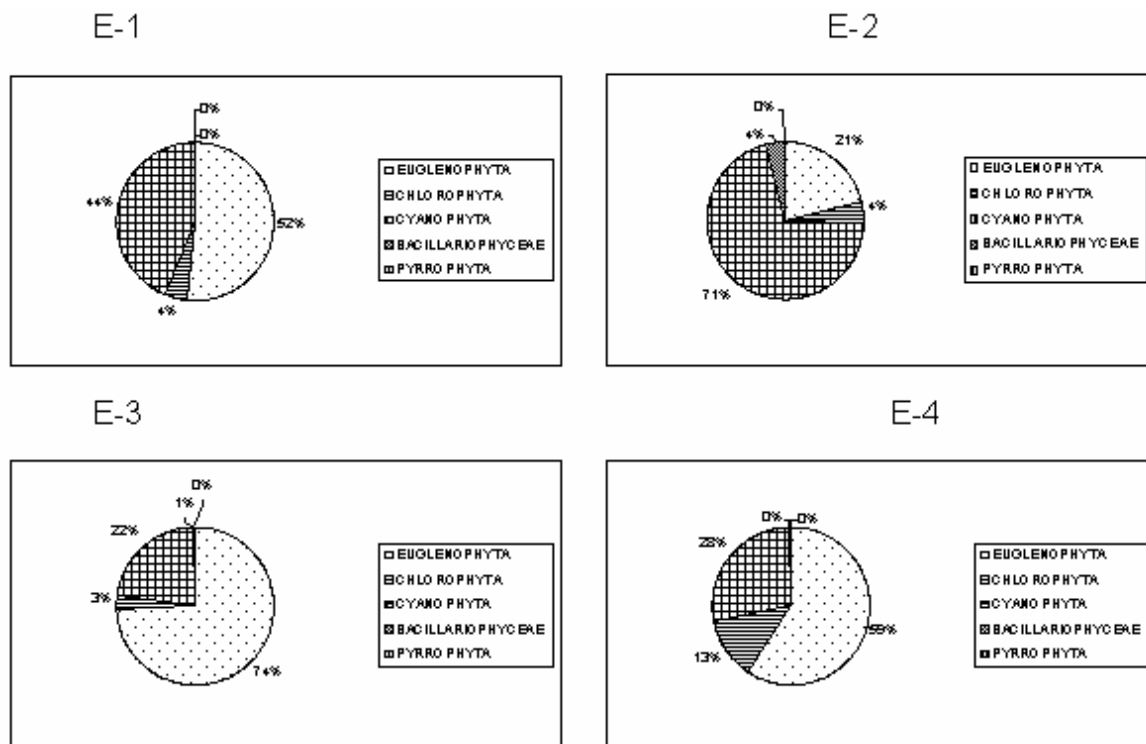


Figura 9.- Valores porcentuales de los grupos fitoplanctónicos por estación durante el periodo de muestreo.

En cuanto a las abundancias por estación, no se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) aún cuando las euglenofitas fueron las más dominantes en las estaciones 1, 3 y 4 de acuerdo a lo mencionado por Wetzell (1981), Marshall (1991) y Gómez y Martínez (1998) se pudo deber a la presencia de vegetación acuática y por lo tanto, la cantidad de materia orgánica en esos sitios fue más abundante que en la estación 2, donde no había vegetación, presentándose en este un mayor porcentaje de cianofitas. La proporción de clorofitas fue semejante en las estaciones 1, 2 y 3, y un 10% más elevado en la estación 4 (Fig.9).

Relación entre los parámetros fisicoquímicos y el fitoplancton en el bordo "Laguna Seca".

De acuerdo a los resultados obtenidos no se registraron diferencias significativas entre los parámetros fisicoquímicos en lo que respecta a las estaciones de muestreo ($P < 0.05$), sin embargo si existieron entre los muestreos ($P > 0.05$) de manera similar a lo ocurrido con el fitoplancton, sobre todo por la ocurrencia de las dos fases del bordo.

Tabla 2.- Valores de las correlaciones de Pearson entre los grupos fitoplanctónicos y los parámetros fisicoquímicos.

Grupos	°C	Conductividad	Sólidos disueltos	pH	CO ₂	Transparencia	O ₂	Alcalinidad Total
Euglenofitas	0.190	0.228	0.202	0.028	-0.78	-0.200	-0.068	0.020
Clorofitas	-0.115	-0.235	-0.254	-0.003	-0.150	-0.023	-0.028	0.277*
Cianofitas	-0.327*	-0.083	-0.039	0.299*	-0.095	0.148	0.292*	0.355**
Bacilariofitas	-0.345*	-0.158	-0.115	0.148	0.040	0.013	0.003	-0.207
Pirrofitas	-0.046	0.034	-0.028	-0.165	0.133	-0.017	-0.131	-0.055

Grupos	Dureza Total	Turbiedad	Cl	NO ₂	NO ₃	NH ₃	FO ₄	SiO ₃	SO ₄
Euglenofitas	-0.022	0.201	0.095	0.132	0.074	0.135	0.130	0.114	0.176
Clorofitas	0.379**	0.076	-0.036	-0.031	0.029	-0.013	-0.127	-0.046	-0.129
Cianofitas	-0.225	-0.161	0.036	-0.223	-0.184	-0.150	-0.009	0.221	0.026
Bacilariofitas	-0.068	0.068	-0.209	-0.100	-0.092	-0.076	-0.138	0.103	0.022
Pirrofitas	-0.060	0.084	-0.218	-0.070	-0.076	-0.091	-0.174	0.124	-0.092

* significativo ** muy significativo

Como se observa en la tabla 2, en lo que respecta a las correlaciones de Pearson y regresiones entre los diferentes grupos del fitoplancton y los parámetros fisicoquímicos se observó que las euglenofitas no presentaron relación con los parámetros, las clorofitas registraron una correlación positiva con la alcalinidad y la dureza, las cianofitas mostraron una correlación negativa con la temperatura y positiva con el pH, el oxígeno disuelto y la alcalinidad total, por otro lado, las bacilariofitas presentaron una correlación negativa con la temperatura. Ninguno de los grupos registró una correlación significativa con los nutrientes, registrando concentraciones bajas, probablemente la dinámica de este sistema se está estableciendo, debido a que es de construcción reciente. En cuanto a las variaciones generales de las abundancias no se presentaron correlaciones significativas con los

parámetros, mostrando algunas correlaciones durante el año con la conductividad, sólidos disueltos y pH, considerando las fases de concentración y dilución.

La temperatura influye en la tasa de producción primaria y en las reacciones metabólicas de la reproducción y el crecimiento de las especies (De la Lanza, 1998), los niveles de tolerancia de las algas frente a las variaciones de la temperatura son diversos (Wetzel, 1981), de tal forma que los organismos del fitoplancton elevan su tasa de crecimiento cuando aumenta la temperatura hasta algún valor óptimo, después del cual disminuye, con frecuencia drásticamente, hasta cero (Marshall, 1991).

Los registros de la temperatura del agua indicaron un promedio anual de 23.17 °C, con una mínima promedio de 17.92 °C (diciembre 2003) y una máxima promedio de 28.6 °C (mayo y junio) (Fig. 10). Marshall (1991) menciona que para el crecimiento de muchos de los organismos fitoplanctónicos marinos y de agua dulce, los óptimos de temperatura están dentro del límite de 18 a 25 °C, aunque las formas de aguas frías tienen generalmente óptimos menores.

La temperatura del agua está relacionada con la del aire, por lo que los cuerpos de agua pueden calentarse y estratificarse de manera permanente o estacional según la latitud y altitud (De la Lanza, 1998) y en lo que respecta a este cuerpo de agua que es poco profundo, se presentó la misma condición térmica a lo largo de toda la columna de agua debido a la acción del viento. Según Lewis (1983) estos embalses se clasifican como polimícticos cálidos continuos, ya que son someros y se localizan en latitudes tropicales. Por otra parte, este proceso de recambio homogeniza los gases y materiales disueltos o en suspensión a lo largo de toda la columna de agua, estableciéndose una estrecha relación entre los sedimentos y el agua, con un mayor intercambio de calor y liberación de los nutrientes que se encuentran en el fondo y que de esta manera quedan disponibles para los organismos fitoplanctónicos o las macrofitas (Hernández-Avilés, *et al.*, 2002).

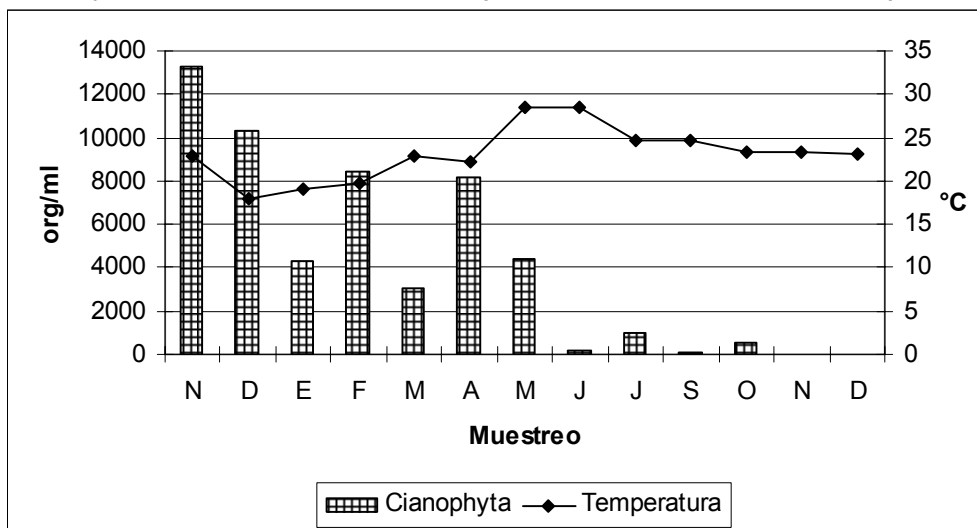


Figura 10.- Relación de la abundancia de las cianofitas con la temperatura durante el periodo de estudio.

De acuerdo con la correlación de Pearsons, las cianofitas presentaron en el estudio una correlación positiva con este parámetro. Ramírez, *et al.* (2000), mencionan que hay factores ambientales que favorecen el predominio de las cianofitas como, las temperaturas elevadas (18 y 20° C), condiciones de luz-energía (óptimas de la primavera al otoño), capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, pH alto (6.5 a 8.5), baja tasa de filtración por el zooplancton y la formación de vesículas de gas; Mora (1997), en el lago de Chapala, el cual es clasificado como un lago cálido polimíctico (Lind, *et al.*, 1992), reporta que las cianofitas se encontraron abundantemente con temperaturas promedio de 22.5 °C, y en este estudio la mayor abundancia de este grupo se registró a los 22.9°C.

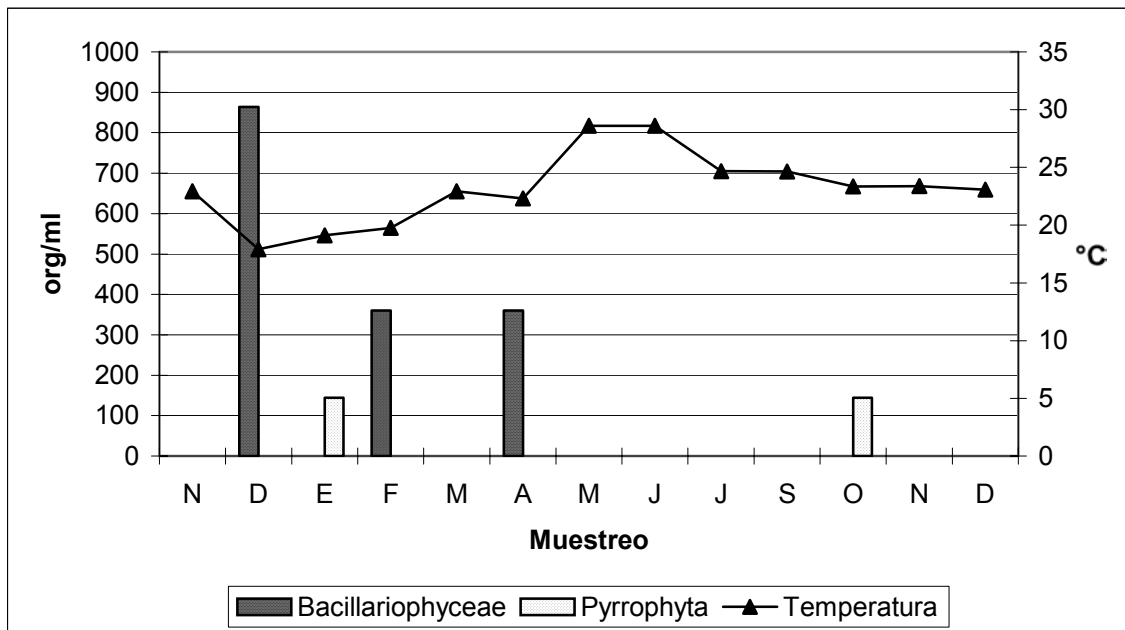


Figura 11.- Relación de la abundancia de las bacilariofitas y pirrofitas con la temperatura durante el estudio.

Las bacilarioficeas o diatomeas presentaron una correlación positiva con la temperatura, de tal manera que la mayor abundancia se registró con la temperatura más baja durante el mes de diciembre, al inicio del muestreo. Este grupo, a pesar de ser un componente importante del plancton en todos los medios acuáticos, tienen mayor relevancia en aguas no estratificadas, ricas en nutrientes, como las que se producen durante e inmediatamente después de los periodos de mezclas (Márquez y Guillot, 2001).

Esto también se observó en la estación 2 en donde las bacilarioficeas presentaron un 4% relacionado con la dominancia de las cianofitas, lo cual indica que en este sitio libre de vegetación acuática y en el que no se observó una disminución del volumen de agua, la concentración de materia orgánica es estable; y en la estación 3 la escasa presencia de las pirrofitas (1%) coincide con la dominancia de las euglenofitas (Fig.11) observándose vegetación en este sitio por lo que hay un aporte constante de materia orgánica en la columna del agua.

El pH es una medida de la concentración de protones en el agua y es el resultado de equilibrios ácido-base. De la Lanza (1994) menciona que las variaciones de pH pueden influir en el proceso de descomposición de la materia orgánica, liberación de amonio y en la precipitación del hierro y magnesio.

El pH presentó un promedio de 8.48, siendo el valor más bajo de 7.77 correspondiente al mes de septiembre y el más alto de 9.32 en el mes de abril. Debido a que los procesos biológicos y ecológicos presentan relaciones estrechas con el pH, respecto a cuyas variaciones y valores extremos la biota tiene una limitada capacidad de tolerancia (Márquez y Guillot, 2001), el bordo puede considerarse como un ambiente adecuado para la vida acuática, debido a que la mayoría de los organismos toleran cambios de pH dentro del intervalo de 6 a 9 que normalmente se presenta en los ambientes acuáticos (De la Lanza, 1998), aunque por otra parte autores como Swingle (1961), Boyd (1979), Wetzel (1981) y Arredondo (1987) indican que el intervalo de 6.5 a 9.5 es el adecuado para el mejor desarrollo de los organismos acuáticos y el crecimiento de los peces.

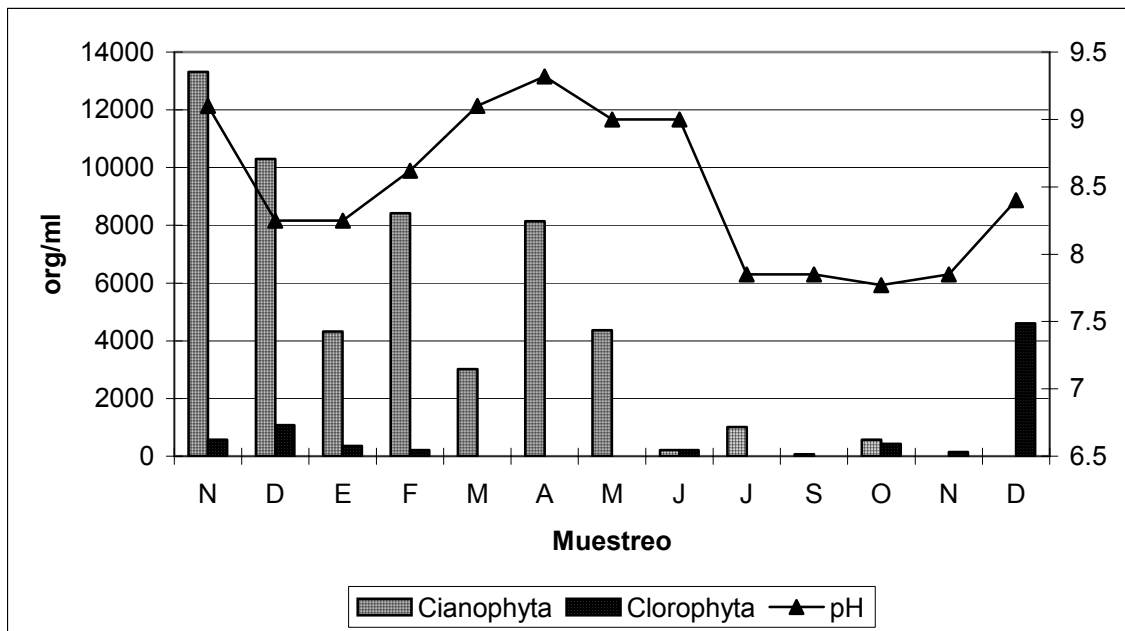


Figura 12.- Relación de las abundancias entre las cianofitas y clorofitas con el pH durante el periodo de estudio.

De acuerdo al estadístico de Pearson, las cianofitas presentaron una correlación positiva, al respecto Wetzel (1981) indica que las algas crecen mejor con pH neutro o casi neutro, pero un número considerable de algas verde-azules crecen mejor con valores básicos, Kirsten y Nauwerk (1993) indican que estas microalgas tienen ventajas sobre las clorofitas cuando el pH aumenta a valores de nueve. La mayoría de las abundancias se registraron entre 8.2 a 9.3 (Fig.12).

El oxígeno disuelto depende de factores fisicoquímicos (temperatura y salinidad) y procesos biológicos (fotosíntesis y respiración) es un gas fundamental en la dinámica de los cuerpos de agua y su balance limita el desarrollo de los organismos acuáticos en los sistemas de cultivo (De la Lanza, 1998; Quiroz, 1996), razón por la cual el oxígeno varía en el tiempo y en el espacio, por lo que en la fase de dilución aumenta su concentración por efecto de la lluvia y en la etapa de concentración se reduce debido al aporte constante de materia orgánica proveniente de los procesos de descomposición en la zona adyacente a los sedimentos, donde el bióxido de carbono tiende a incrementarse como producto final de la degradación (Hernández-Avilés, *et al.*, 2002). De acuerdo al criterio de Thurston, *et al.* (1979) el límite mínimo de oxígeno en aguas dulces debe ser de 2.0 a 5.0 mg/l y de acuerdo a la normatividad sobre calidad del agua se propone 2.5 mg/l como mínimo aceptable para la acuicultura (De la Lanza, 1998).

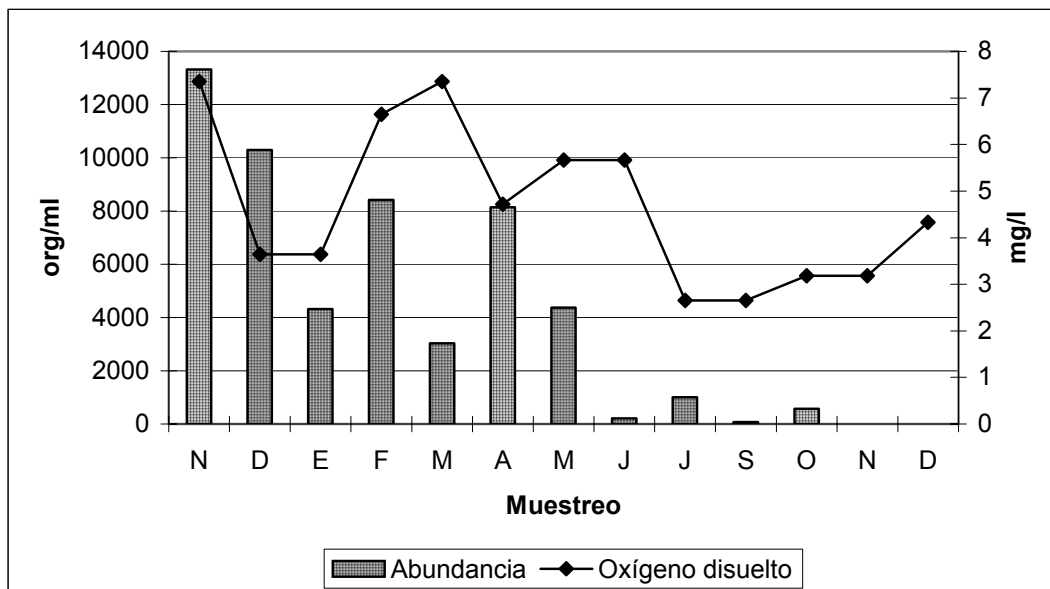


Figura 13.- Relación de la abundancia de las cianofitas con el oxígeno disuelto durante el periodo de estudio.

Según las correlaciones de Pearson, las cianofitas fue el único grupo que presentó una correlación significativa positiva con el oxígeno disuelto, al disminuir la cantidad de oxígeno decreció la abundancia de cianofitas sobre todo en el verano y al inicio del invierno.

La alcalinidad total se refiere a la concentración total de bases en el agua expresadas en mg/l de equivalentes de CaCO_3 y generalmente están representados como iones HCO_3^- y CO_3^{2-} que constituyen la base fundamental del sistema amortiguador del agua, para mantener estable el valor de pH entre 8 y 9; el ión dominante es el bicarbonato, aunque es posible detectar pequeñas cantidades de carbonato; Boyd y Lichtkoppler (1979) y Wetzel (1975) consideran que las aguas que contienen 40 mg/l o más de alcalinidad total son más duras, según Moyle (1946) estas son más productivas y no sólo es el resultado de una alta alcalinidad sino que los niveles de fósforo y otros elementos esenciales incrementan con la

alcalinidad, por lo que puede ser considerada como un indicador de productividad. Arrignon (1978) reporta que de 100 a 150 mg/l de CaCO_3 se consideran aguas de media y altamente productivas, Arredondo (1987) indica que las concentraciones de 200 mg/l son consideradas óptimas para cultivos piscícolas.

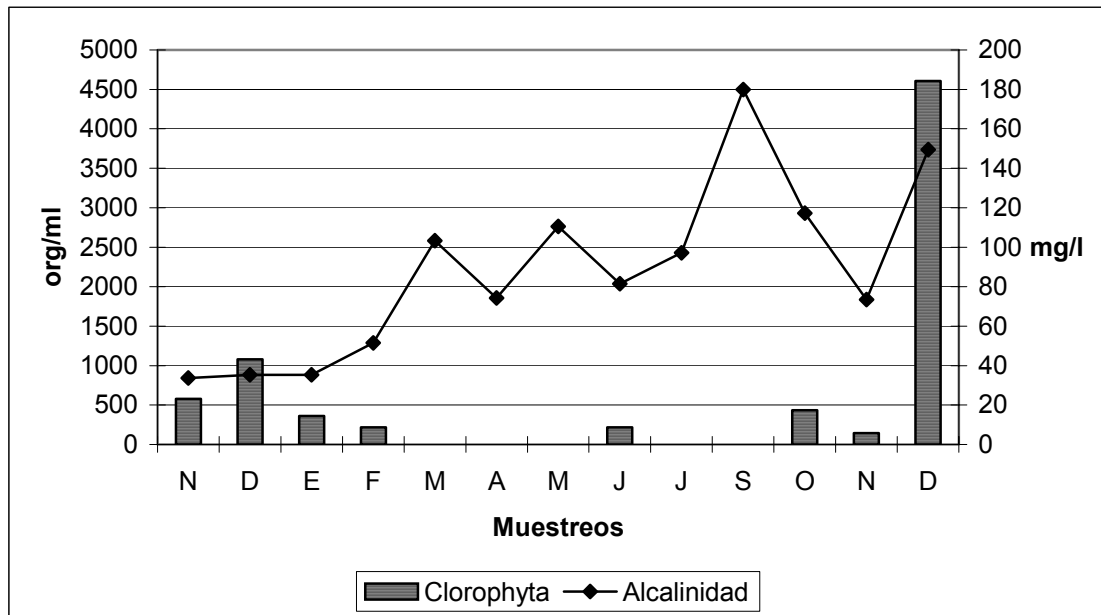


Figura 14.- Relación entre la abundancia de las clorofitas y la alcalinidad total durante el periodo de estudio.

En este estudio el mayor valor se registró en septiembre con 180 mg/l de CaCO_3 , y en marzo, mayo, septiembre, octubre y diciembre del segundo año, se presentaron valores entre 100 y 160 mg/l de CaCO_3 , por lo que, considerando los datos mencionados por los autores, en estos meses se registró una productividad media y en los ocho restantes fue pobre, lo que se refleja en la variación de las clorofitas sobre todo en noviembre del 2003 y diciembre en ambos años (Fig. 14). En el caso de las cianofitas, a pesar de lo que indican las correlaciones y las regresiones, cuando se registraron los menores valores de alcalinidad total aumentó la abundancia principalmente al inicio del trabajo (Fig. 15).

La dureza del agua se refiere al contenido de sales de calcio y magnesio como bicarbonatos y carbonatos (dureza temporal) y sulfatos, cloruros y otros aniones de ácidos (dureza permanente) (Wetzel, 1975). Thurston *et al.*, (1979) lo definen como la medida de iones polimetálicos y la concentración de iones metálicos divalentes en el agua expresados como mg/l de equivalentes de carbonato de calcio.

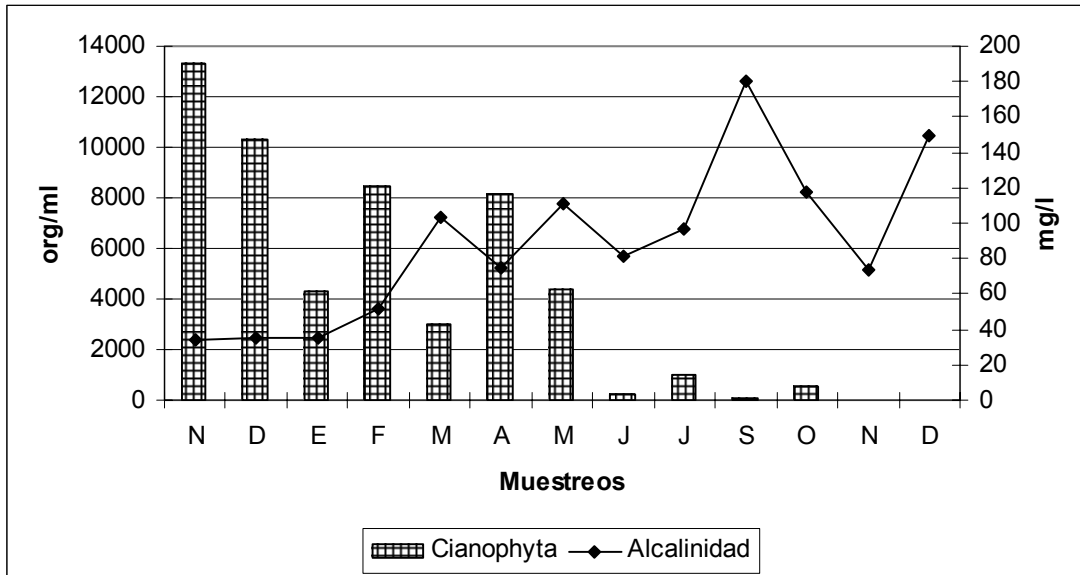


Figura 15.- Relación entre la abundancia de las cianofitas y alcalinidad total durante el periodo de estudio.

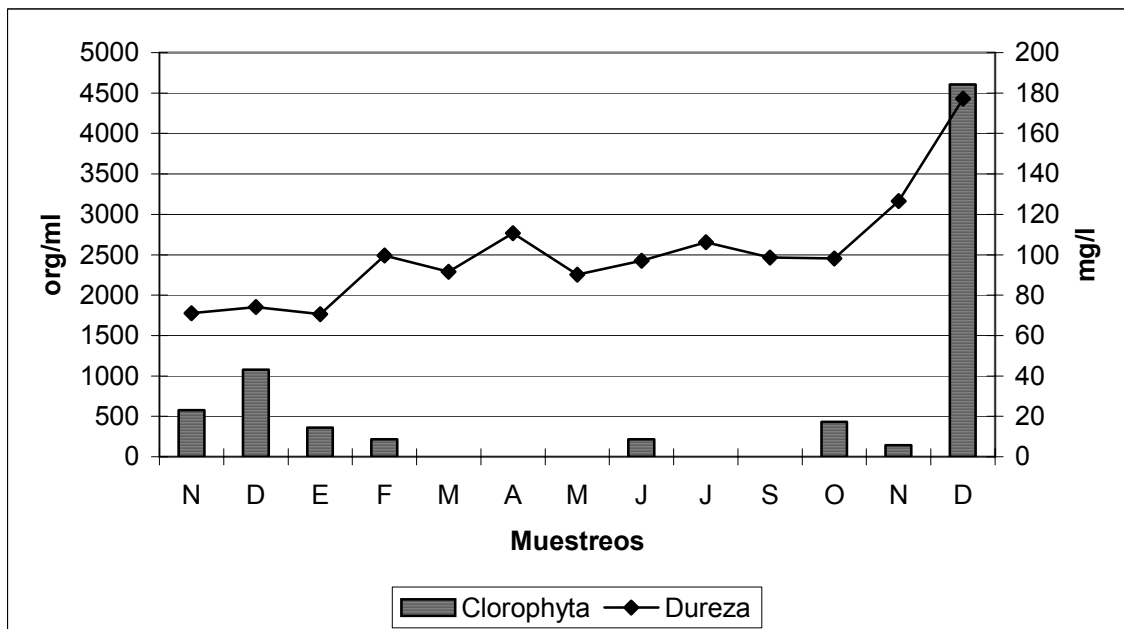


Figura 16.- Relación entre la abundancia de las clorofitas y la dureza total durante el periodo de estudio.

En este caso los valores de la dureza total incrementaron paulatinamente de noviembre del 2003 a diciembre del 2004 con un valor inicial de 70 mg/l y final de 180 mg/l, que coincide con las abundancias más altas de las clorofitas (Fig.16). Sawyer y McCarty (1967) categorizan industrialmente a las aguas y de acuerdo a los valores obtenidos en este trabajo se pueden considerar como aguas moderadamente duras.

Así que en este trabajo se puede concluir que:

- Se presentaron cinco grupos fitoplanctónicos: Euglenophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyceae y Pyrrophyta en este bordo.
- Los grupos dominantes fueron Euglenophyta y Cyanophyta lo que permite observar una fase de inicio en el proceso de florecimiento de los organismos autótrofos. Sin presentarse un patrón de variación definido.
- La abundancia de las cianofitas fue muy variable a través del tiempo de muestreo, sin embargo, fue el grupo más abundante a finales del invierno y verano.
- Este cuerpo de agua se encontró en una fase de oligo-mesotrofia durante la mayor parte del ciclo anual, con tendencia hacia la eutrofia en la etapa de concentración.
- Las abundancias fitoplanctónicas más altas correspondieron a la estación 2. Las estaciones 1, 3 y 4 estuvieron dominadas por los grupos de las euglenofitas y las cianofitas en la estación 2.
- Las clorofitas presentaron una correlación positiva con la alcalinidad y la dureza, las cianofitas con la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto y la alcalinidad y finalmente las bacillaríficas con la temperatura.
- Ninguno de los grupos presentó correlación significativa con los nutrientes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de forma especial a la Dra. Rosa Emilia Pérez Pérez por su invaluable apoyo para el análisis estadístico de los datos de este trabajo, así como a los miembros de la comunidad de Piedras Negras, que nos permitieron el acceso al bordo estudiado, así como a Diana López por su apoyo en los muestreos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arredondo, F. J. L. y García-Calderón, J. L. 1982. La conducta fisicoquímica y el rendimiento pesquero en un estanque temporal tropical utilizado para la piscicultura extensiva en el estado de Morelos. México. *Rev. Lat. Acui. Lima.* 12; 1-60.
2. Arredondo, F. J. L. 1987. Policultivo experimental de ciprínidos asiáticos en México. Tesis doctoral. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México.

3. _____. 1990. Estado actual de la reproducción inducida de ciprínidos alóctonos en México. En: De la Lanza, G. y Arredondo, J. L. (Comp.). La acuicultura en México, de los conceptos a la producción. UNAM. Pp 229-248.
4. Arrignon, J. 1978. Calcul pratique de la section d'un moine de vidange. Bull. lais. C. S. P. No. 1-2/78, 12-14 p.
5. Barnes, R. K. y Mann, K. H. 1980. Fundamentals of aquatic ecosystems. Blackwell Scientific Publications. USA. 229 p.
6. Boyd, C. E. 1979. Water quality in warmwater fish ponds. Auburn, Alabama. 359 p.
7. Boyd, C. E. y Lichtkopper, F. 1979. Water quality management in ponds fish culture. International Center for Aquaculture Agriculture Experiment Station. Research and Development Series. No. 22, 30 p.
8. Brettum, P. 1989. Alger som indikatorer på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA Report: 111 pp.
9. Carranza, F. J., López, H. M. y Ramos, E. G. 2002. Presa el Caracol (Ingeniero Carlos Ramírez Ulloa). En: De la Lanza, E. G. y García, C. J. L. (Compiladores). Lagos y presas de México. AGT Pp. 479- 483 pp.
10. CONAPO, 2000. Proyecciones de la población del Estado de Guerrero, 2000-2030. México. [<http://www.conapo.gob.mx/00servicios/2k.htm>]
11. De la Lanza, E. G. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano: Química. En: De la Lanza, E. G. y Cáceres, M. C. (Editores). Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Pp
12. _____. 1998. Aspectos fisicoquímicos que determinan la calidad del agua. En: Martínez, C. L. R. (Compilador). Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT. México. Pp1-26.
13. Díaz-Pardo, E., Vázquez, G., López-López, E., 1998. The phytoplankton community as a bioindicator of health conditions of Atezca Lake, Mexico. *Aquatic Ecosystem Health and Management*. 1: 257-266.
14. FAO. 2000. The state of world fisheries and aquaculture. Editorial Group FAOInformationDivision. [<http://www.fao.org/DOCREP/003/X8002E/x8002e00.htm>]
15. García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, No. 6, Serie Libros. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 90 p.
16. García, R. J., 2004, Distribución espacio – tiempo del fitoplancton del lago de Zempoala, Morelos México, durante un ciclo anual. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. 36 p.
17. Gardner, N.I. (1927). New Myxophyceae from Porto Rico, Memoirs of the New York Botanical Garden 7:44 p.
18. Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In: Rabenhorst's Krypt. Fl. Akad. Verlageses. Leipzig. 14:1196 p.
19. Gobierno del Estado de Guerrero. 2000. Plan Estatal de Desarrollo 1999-2005, Programa Sectorial de Ecología y Medio Ambiente.
20. Gómez, A. S. y Martínez, L. R. 1998. El fitoplancton. En: Martínez, C. L. R. (Compilador). Ecología de los sistemas acuícolas. Bases ecológicas para el desarrollo de la acuicultura. AGT. México. Pp 77-94.
21. Hair, Jr. J.F., Anderson, R.E., Tatham, R.I. y Black, W.C. 1999. Análisis multivariante. Prentice Hall Iberia. Madrid, España. 799 p.

22. Haphey-Wood, C.M. 1991. Ecology of freshwater planktonic green algae. En: Sangreen, C.D. (Editor) Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press. New York. Pp 175-226.
23. Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Publ. Water Res. Inst. 37, Vesihallitus-National Board of Waters, Finland.
24. Hernández –Avilés, S. J., Galindo, de S. M. del C., y Loera, P.J. 2002. Bordos o Microembalses. En: De la Lanza, E. G. y García, C. J. L. (Editores). Lagos y presas de México. AGT editor, México. Pp 680-.
25. Hoz, Z. E. y De la Lanza, E. G. 2000. Limnology and pollution of a small, shallow tropical water-body (jagüey) in North-East Mexico. Lakes and Reservoirs: *Research and Management*. 5: 249-260.
26. Hoz, Z. M. E. y de la Lanza, E. G. 2002. Los Jagüeyes, cuerpos de agua epicontinentales del noreste de México. En: De la Lanza, E. G. y García, C. J. L. (Editores). Lagos y presas de México. AGT. México. Pp 680.
27. Hubber-Pestalozzi, G. 1955. Euglenophyceen. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. Die Binnengewässer. Thienemann, A. Vol 4, Stuttgart. 1135 p.
28. Hutchinson, G. E. 1964. The lacustrine microcosm reconsidered. *Amer. Sci.*, 52:334-341.
29. _____. 1967. A treatise on Limnology. II. Introduction to lake biology and limnoplankton. New York, John Wiley & Sons, Inc. 1115 p.
30. INEGI. 1985. Geografía Física del Estado de Guerrero.
31. INEGI. 2000. Anuario Estadístico, Guerrero. SPP.
32. Instituto de Ecología Aplicada de Guerrero, A.C (INEAGRO). 2000. Proyecto "Propuesta de Área Natural Protegida en la Región del Alto Balsas del Estado de Guerrero". Informe.
33. Juárez, P. J. R. 2002. Presa Infiernillo (Adolfo López Mateos). En: De la Lanza, E. G. y García, C. J. L. (Compiladores). Lagos y presas de México. AGT. Pp 479.
34. Kalff, J. y Knoechel, R. 1978. Phytoplankton and their dynamics in oligotrophic and eutrophic lakes. *Annals of Rev. Ecological Systems*. 9, 475-495.
35. Kevern, R.N, Darrell L. King L.D., y Ring, R. 1996. LAKE CLASSIFICATION SYSTEMS – PART 1 The Michigan Riparian February 1996.
36. Kirsten, O. y Nauwerek, A. 1993. Stress and disturbance in the phytoplankton community of a shallow, hipertrophic lake. *Hidrobiología*. 249: 15-24.
37. Komárek, J. y Fott, B. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen). Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und biologie Hubber.Pestalozzi, G. Vol.7. Teil, I, Band XVI Die Binnengeewässerrrrr, Stuttgart, E. Schwizerbart' sche Verlagsbuchhandlung. 1044 p.
38. Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (1988). Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Ephitemiaceae, Surirellaceae. Band 2/2. Die Süßwasserflora von MittelEuropa. Pascher, A; Ettl, H. ; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag. 596 p.
39. Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (1991a). Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3. Die Süßwasserflora von MittelEuropa. Pascher, A; Ettl, H. ; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag. 576 p.
40. Krammer, K. y Lange-Bertalot, H. (1991b). Bacillariophyceae 4. Achnantaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis. Teil 1-4. Die Süßwasserflora von MittelEuropa. Pascher, A; Ettl, H. ; Gerloff, J.; Heyning, H.; Mollenhauer, D. (Eds.) Stuttgart. Gustav Fischer Verlag. 437 p.

Quiroz Castelán Héctor, Solís Pérez Ofelia, García Rodríguez Judith, Molina Astudillo F. Isela y Díaz Vargas Migdalia. **Variación de Componentes fitoplanctónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en Norte del Estado de Guerrero, México.** [Revista Electrónica de Veterinaria REDVET](http://www.veterinaria.org)®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 11, Noviembre/2006, [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - [Comunidad Virtual Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>

41. Lewis, W. M. Jr. 1983. A revised classification of lakes based on mixing. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 140: 1779-1787.
42. Lind, O. T, Doyle, R. Vodopich, D. S., Trotter, B. T. Glass, J., Dávalos-Lind, L. y Limón, J. G. 1992. Lago de Chapala: factores que controlan la producción de fitoplancton. *Ingeniería Hidráulica en México*. Mayo-Diciembre. 17-19 p.
43. Likens, E. G. y Bormann, F. H. 1974. Linkages between terrestrial and aquatic ecosystems. *Bioscience*. 124(8): 447-456.
44. Margalef, R. 1977. Ecología. Cátedra ecología. Universidad de Barcelona, Omega, S.A. Barcelona, España. 951 p.
45. Márquez C., G. y Guillot M., G. 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses. Aproximación con casos colombianos. Colombia, 218 p.
46. Marshall, D. W. 1991. Biología de las Algas. Enfoque fisiológico. Limusa. México. 236 p.
47. Mataloni, G., Tesolín, G., Saculo, F. y Tell, G. 2000. Factors regulating summer phytoplankton in a highly eutrophic Antarctic lake. *Hydrobiologia*. 432:65-72.
48. Molina, A. F. I, Quiroz, C. H., García, R. J. y Díaz, V. M. 2005. Distribución vertical del plancton en un estanque rústico de producción piscícola en el Municipio de Cuautla, Morelos, México. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET*. ISSN1695-7504. VI,(4). [<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040405html>].
49. Mora, Z. L. M. 1997. Análisis del fitoplancton en tres zonas del Lago de Chapala durante el periodo de mayo 1992-febrero 1993. Tesis de licenciatura. UAEM. 38 p.
50. Moyle, J. B. 1946. Some indices of lake productivity. *Trans Amer. Fish. Soc.*, 76: 322-334.
51. Naselli-Flores, L. y Barone, R. 2000. Phytoplankton dynamics and structure: a comparative analysis in natural and man-made water bodies of different trophic state. *Hidrobiología*. 438: 65-74.
52. Nogueira, G.M. 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), Sao Paulo, Brazil. *Hydrobiologia*. 431: 115-128.
53. Patrick, R. y Reimer, C. W. 1966. The Diatoms of the United States. Vol. 2, Part. 1 Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 688p.
54. Porras, D. D. 1986. Hidrobiología de embalses de la cuenca del río Atoyac, Morelos, México. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México. p
55. Prescott, G.W. 1962. Algae of the Western Great Lakes Area. Revised Edition. Dubuque, Iowa. W.M.C. Brown Co. Pub. 977 p.
56. Quiroz, C. H. 1996. Dinámica ecológica y producción en sistemas con policultivo piscícola en estanques rústicos con fertilización orgánica, inorgánica y combinada en el Estado de Morelos. Tesis Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias. UNAM. 84 p.
57. Quiroz, C. H, Mora, Z. M. L., Molina, A. I. y García, R. J. 2004. Variación de los organismos fitoplanctónicos y la calidad del agua en el Lago de Chapala, Jalisco, México. *Acta Universitaria*, 14(1): 47-57.
58. Ramírez, R. J. J. y Alcaráz, H. 2002. Dinámica de la producción primaria fitoplanctónica en un sistema eutrófico tropical: Laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. *Limnología Caldasia* 24(2):411-423.
59. Ramírez, G. P., Martínez, R. E., Martínez, S. D. y Eslava, C. C. 2000. Cianobacterias, microorganismos del fitoplancton, y su relación con la salud humana. [<http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/440/cap4.html>]

60. Reynolds, C. S. 1997. Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory. In: Excellence in Ecology. 9. Ecology Institute. Oldenforf. Germany. 371 p.
61. Rosas, A. I., Velasco, R., Belmont, A., Baez y Martínez, A. 1993. The algal community as an indicator of the trophic status of lake Patzcuaro, Mexico. *Environmental Pollution*, 80: 255-264.
62. Sawyer, C. N. y McCarty, L. P. Chemistry for Sanitary Engineers. McGraw- Hill Book Co. New York, 518 p.
63. Scagel, R. T., Bandoni, R. J., Pouse, G. E., Schofield, W. B. y Taylor, T.M. C. 1980. El Reino Vegetal. Omega. 659 p.
64. Stickney, R. R. 1994. Principles of Aquaculture. John Wiley & Sons, Inc. 502 p.
65. Sokal, R. R. y Rohlf J. F. 1969. Biometría, Principios y Métodos Estadísticos en la investigación Biológica. Blume. España. 830 p.
66. Swingle, N. S. 1961. Relationships of pond waters to their density of carp in monoculture under conditions of intensive growth. *Bamidgeh*, 31(2):26-34.
67. Tavera, R. 1996. Phytoplankton of the tropical Lake Catemaco. Ph. D Thesis. University of South Bohemia, České Budejovice, Czech Republic. 66 p.
68. Tinoco J. M. R. y Atanacio, V. L. D. 1988. Inventario nacional de cuerpos de agua. Secretaría de Pesca. México.
69. Thurston, R. V., Russo, R. C., Felterolf, Jr., C. M. Edsall, T. A. y Barber, Jr. Y. M. (Eds). 1979. A review of the EPA Red Book: Quality criteria for water. Water Quality Section, American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 313 p.
70. Uthermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton methodick. Mitt. Int. Ver. or. Angew. *Limnol.*, (9):39.
71. Wetzel, R. G. 1975. Limnology. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 743 p.
72. Wetzel, R. G. 1981. Limnología. Omega. España. 679 p.
73. Wetzel, R. G., Likens, G. E. 2000. Limnological analyses. Third edition. Ed. Springer. USA. 421 p.
74. Williams, D. D., 1987. The ecology of temporary waters. Croom Helm. London & Sydney. p
75. Zalocar de Domitrovic, Y., Asselborn, V. y Casco, S. 1998. Variaciones espaciales y temporales del fitoplancton en un lago subtropical de Argentina. *Rev. Brasil. Biol.*, 58 (3): 359-382.
76. Zar, J. H. 1999. Biostatistical Análisis. Prentice. 123 p.

Trabajo recibido el 10/10/2006, nº de referencia [110621_REDDET](#). Enviado por su autor principal. Publicado en [Revista Electrónica de Veterinaria REDDET®](#), ISSN 1695-7504 el 01/11/06. [Veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org®](#) - Veterinaria Organización S.L.®. Se autoriza la difusión y reenvío de esta publicación electrónica en su totalidad o parcialmente, siempre que se cite la fuente, enlace con Veterinaria.org – <http://www.veterinaria.org/> y [REDDET®](#) <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y se cumplan los requisitos indicados en [Copyright](#) 1996 -2006