



Florecimientos de Microalgas Nocivas en Estanques para Cultivo Semi-Intensivo de Camarón en México

ROBERTO CORTÉS ALTAMIRANO^{1*} Y SERGIO LICEA DURAN²

Estación Mazatlán ICMYL-UNAM, A. P. 811, Mazatlán 82040, Sin., México.¹
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, A. P. 70-305, D. F. 04510, México.²

*Autor para la correspondencia: Tel. (69) 85-28-45. Fax (69) 82-61-33. E mail roberto@mar.icmyl.unam.mx

ABSTRACT. Four fortuitous blooms of micro algae were found to be harmful in some ponds and canals in four semi-intensive shrimp farms. These blooms were associated with fertilizations, excess of organic matter and drained water occasioned by rains. The results show that in all ponds there was a major frequency of cyanobacteria belonging to the Chroococcaceae family, mainly *Synechocystis diplococcus*, a non toxic organism. Blooms were dominated by *Schizothrix calcicola*, *Anabaenopsis elenkinii* and to a lesser degree by *Anabaena aequalis*. In addition, there was found in large quantities the dinoflagellate *Prorocentrum minimum*, which apparently caused no harm to shrimp; other subdominant species were *Gyrodinium spirale* and *Gymnodinium incoloratum*. It is concluded that there are three mechanisms that promote micro-alga bloom developments: 1) the anthropogenic mechanism, which is the contamination of organic material from shrimp food and inadequate fertilizations; 2) the physiological mechanism, which is produced by intra-specific competition by which antagonist substances either stimulate or inhibit other micro-algae development; and 3) natural conditions, produced by surplus freshwater drains from abundant out-of season rains or out of season. Although no case of the poisoning of cultured shrimp was observed, there was detected a significant decrease in shrimp growth, which had direct repercussions on farm economy, despite the balanced diet of the shrimp.

Key Words: micro algae, blooms, cyanobacteria shrimp.

RESUMEN. Cuatro florecimientos fortuitos de microalgas resultaron nocivos en el crecimiento para el camarón en cuatro granjas de cultivo semi-intensivo. Estas proliferaciones se asocian a fertilizaciones, exceso de materia orgánica y de agua dulce por lluvias. Los resultados indican una mayor frecuencia de cianobacterias de la familia Chroococcaceae en todos los estanques, principalmente de *Synechocystis diplococcus*, organismo no tóxico. En los florecimientos dominaron *Schizothrix calcicola*, *Anabaenopsis elenkinii* y en menor grado *Anabaena aequalis*. También se encontró al dinoflagelado *Prorocentrum minimum* en grandes cantidades aparentemente sin causar daño al camarón; otras especies subdominantes fueron *Gyrodinium spirale* y *Gymnodinium incoloratum*. Se concluye la existencia de tres mecanismos por los cuales se desencadenan los florecimientos algales: 1) antropogénicos, producidos por la contaminación de materia orgánica excedente en la alimentación de los camarones y fertilizaciones inadecuadas; 2) fisiológicos, por competencia intra-específica que determina la producción de sustancias antagónicas que inhiben o estimulan el desarrollo de otras microalgas; y 3) condiciones naturales, producidas por excedentes de agua dulce procedentes de lluvias abundantes fuera de temporada. Aunque no se registró ningún caso de envenenamiento de camarón cultivado, pero sí la disminución en el crecimiento, lo que repercutió directamente en la economía acuícola, a pesar de que se les suministraba alimento balanceado.

Palabras Clave: Microalgas, Proliferaciones, cianobacteria, camarón.

INTRODUCCION

El fitoplancton de estanques para cultivo de camarón (*Penaeus vanamei* y *Penaeus stylirostris*) ha sido poco estudiado en México, aunque las investigaciones realizadas en países orientales han demostrado la estrecha e importante relación de la cantidad y calidad de microalgas con el desarrollo del camarón¹ y de peces.²⁴ Se sabe que en los

estanques de cultivo semi-intensivo de camarón, se estimula el crecimiento del fitoplancton mediante las fertilización con el fin de obtener un buen crecimiento de las post-larvas de camarón. Sin embargo, en ocasiones se desarrollan microalgas nocivas que deterioran el ambiente, con la consecuente mala calidad en la disponibilidad de alimento, o bien por ser especies tóxicas. Con este planteamiento, el propósito de este estudio es dar a conocer algunos casos



donde se registraron florecimientos masivos de microalgas que afectan negativamente el desarrollo del camarón, así como la abundancia de las especies dominantes y su posible relación con los eventos ambientales circundantes. Cabe aclarar que estos eventos fueron fortuitos y en ocasiones no ha sido posible registrar los parámetros deseables que permitan indagar su relación con los florecimientos algales, es por ello que los resultados obtenidos no deben considerarse del todo concluyentes.

ÁREA DE ESTUDIO

Se encuentra en el Estado de Sinaloa en la costa noroeste de México, entre las coordenadas 23° 10' de latitud N y 106° 26' de longitud W a nivel nacional (Fig. 1). Es importante mencionar que esta zona está considerada como la mejor para el cultivo de camarón. Se caracteriza por presentar un clima tropical y subtropical húmedo. La temperatura del aire durante la temporada de las colectas fluctuó entre 12.7 y 35.4°C. Los vientos predominantes son del noroeste en invierno y del suroeste en verano. La precipitación pluvial durante septiembre y octubre registró valores de 109.6 y 114.2 mm respectivamente, pero en la granja F3, durante el invierno de 1992 fue de 348 mm. Los meses de febrero a junio se caracterizan por la escasez de lluvias, existiendo un periodo marcado de la precipitación a finales del verano y principios de otoño acompañado de tormentas tropicales. Las características generales de los estanques se encuentran en la Tabla 1.

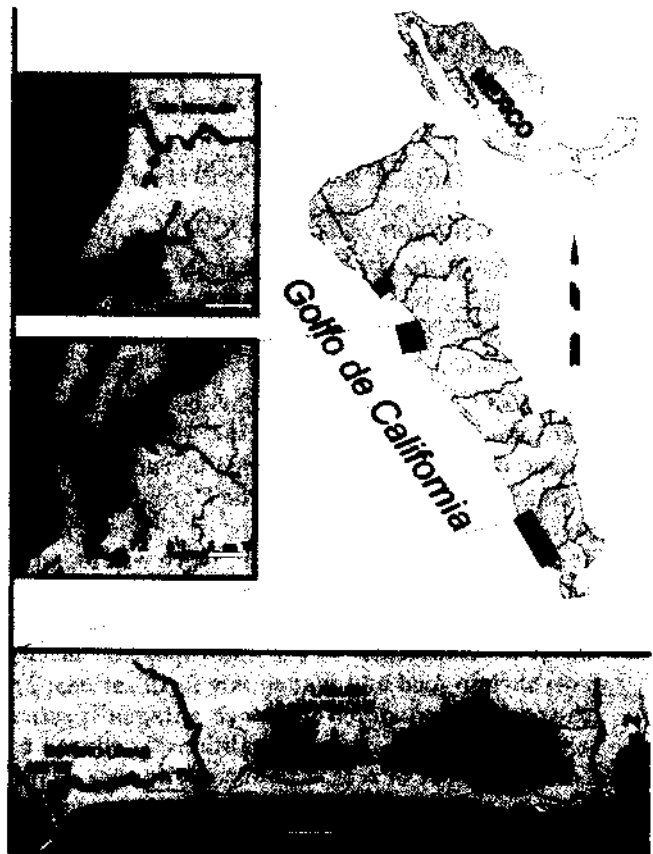


Fig. 1. Localización de las granjas camaronícolas (F1 a F4) en el Estado de Sinaloa, México.

Tabla 1. Características de los estanques de cultivo de camarón.

Granjas (estanques)⇒	*F1 (1-6-11)	F2 (6)	F3 (5)
Área estanque (Ha)	10-12-13	5.70	7.3
Tipo de fondo	limo-arenoso	?	limo-arenoso
Aireación	no	no	no
Tasa de recambio (%)	6-7	?	5-8
Fertilizaciones (Num.)	si (?)	si (3)	si (5)
Siembra postlarvas/m ²	?	17	14
Temperatura C	29-34	30-35.7	21.3-34.9
Salinidad ‰	28-33	35-54	12-35
Oxígeno disuelto ml/l	3-10	2.5-7.7	3-12
pH	8.1-8.3	?	8-9

* F Clave de la granja ubicada en la Fig. 1, en paréntesis está el número del estanque estudiado. La granja F4 no se considera porque sólo se recolectó en los canales.



MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de fitoplancton se recolectaron manualmente sobre la superficie del agua en cuatro granjas para cultivo de camarón (F1-F4), preservándolas en una solución (1:100) de acetato-lugol y almacenadas en botellas de plástico de 50 ml. Los análisis cuali y cuantitativos se realizaron mediante un microscopio con objetivos invertidos¹⁰ equipado con contraste de fases y un ocular 10x que tenía acoplado un disco de Whipple dividido en cuadrantes de 100x 100µm de un 1mm². Las lecturas se realizaron a 100 y 200 aumentos cuantificando en todos los casos un ml de muestra en cámaras de sedimentación compuestas. Las cianobacterias se contaron por tricomas debido a que por su pequeña talla es difícil diferenciar cada célula individual; asimismo, las esporas de resistencia aisladas no se contabilizaron, ya que se confunden fácilmente con organismos del grupo Chroococaceae. La determinación de las especies^{4,6,7,11,12} se confirmó con la ayuda de las descripciones existentes en la literatura especializada para cada una de las especies observadas. En algunos casos fue necesario la utilización del Microscopio Electrónico de Barrido (MEB), siguiendo las técnicas tradicionales en la deshidratación y secado al punto crítico con CO₂, y recubrimiento de oro mediante una ionizadora.

Los resultados de los análisis del fitoplancton de las cuatro granjas estudiadas se encuentran expresados en las figuras 4 a 7 y los organismos más abundantes en las fig. 2 y 3. En la Granja 1 referida en el texto como F1, se estudiaron tres estanques (p1, p6, p11), Canal de Llamada (CLL) y el Reservorio (RES) durante tres periodos con frecuencia mensual durante el cultivo del camarón. En la granja 2 (F2) se realizó el seguimiento de la abundancia y composición del fitoplancton después de tres fertilizaciones hechas con 18 kg/ha de urea (46N-OP-0K) y 460 ml/ha de humus, con una relación N:P de 6.6:1, evaluándose a través del estanque conocido como p6 con intervalo de tiempo de dos días durante 3 meses. La granja F3 se estudió en un estanque a través de un ciclo de crecimiento del camarón con observaciones semanales y análisis del fitoplancton cada 3 días. Por último, la granja 4 (F4) se realizaron dos muestreos (febrero y marzo de 1993) en el Canal de Llamada y el Reservorio.

La alimentación del camarón se llevó a cabo por los técnicos de cada granja, quienes de acuerdo a la biomasa disponible calculaban la ración diaria en tablas de alimentación. Las mediciones de peso de postlarvas de camarón consisten en promedios de capturas de 5 lances mínimos con atarraya de diferentes aberturas de malla (0.5 a 2.5 cm) de acuerdo al área y densidad de estos organismos en cada estanque.

RESULTADOS

La composición de las taxocenosis del fitoplancton in-

dicó la presencia bastante frecuente de microalgas pertenecientes a la familia Chroococaceae (Figs. 2 a-j), siendo la más conspicua *Synechocystis diplococcus* (Pringsheim),⁷ además de la presencia de otras especies de difícil determinación, debido a pequeña talla (<5µ). Adicionalmente, durante los florecimientos se observó la dominancia de las cianobacterias *Anabaenopsis elenkinii* Miller,¹² *Schizothrix calcicola* (Agardh),⁶ *Anabaena aequalis* Borge³ y de los dinoflagelados *Prorocentrum minimum* (Pavillard) Schiller, *Gymnodinium incoloratum* Conrad et Kufferath³ y *Gyrodinium spirale* (Bergh) Kofoid et Swezy, así como otras especies del género *Gyrodinium* (Fig. 3 k-q) que fueron dominantes en periodos muy cortos de tiempo (1 a 2 días) y que eventualmente podrían ser nocivos en determinadas circunstancias. En los párrafos siguientes se presentan los resultados en cada una de las granjas estudiadas.

Los resultados de la granja F1 demuestran la dominancia de cianobacterias (>90%) sobre el grupo de las diatomeas (<1%). Al inicio de las observaciones en agosto, se detectó la presencia de *A. elenkinii* en el canal de llamada y únicamente en un estanque (P6), pero la diatomea *Cyclotella kuetzingiana* se presentaba en todos los estanques (Fig. 4B), canal de llamada y reservorio, aunque con poca abundancia (<0.70%), con excepción del estanque (p6) donde proliferaba *A. elenkinii*. Observaciones posteriores efectuadas en septiembre y octubre, mostraron la invasión y dominancia de *A. elenkinii* en todos los demás estanques (Fig. 4C y E), representando más del 70% de la comunidad fitoplanctónica durante el último mes; en cambio, *C. kuetzingiana* y otras diatomeas desaparecieron completamente con excepción de *Nitzschia* sp. y *C. kuetzingiana* en el canal reservorio. (Fig. 4D y F). Esto se observó más claramente por sus porcentajes máximos que van desde 0.70% en agosto, 0.10% en septiembre, hasta 0.08% en octubre. Cabe mencionar que aún con recambios de más del 50% de agua no se pudo erradicar a las cianobacterias.

En la granja F2 se observó un efecto favorable en el desarrollo del dinoflagelado *P. minimum* después de tres fertilizaciones sucesivas, por lo que se asume que las sustancias húmicas, agregadas al estanque favorecieron este florecimiento. Su densidad mayor se registró después de mes y medio de la primera fertilización, observándose una moda con un máximo de 34,000 células/ml y una dominancia del 97%, así como una permanencia de 10 días (Fig. 5). Dicho estanque se sembró el 1ro. de mayo con 986,100 postlarvas de *P. stylirostris* (talla 15 mm L.T. y 1.5 g peso promedio) en una densidad de 17 x m²; sin embargo durante la cosecha se obtuvieron únicamente 201,600 camarones (talla 112 mm L. T. y 10.5 g promedio). Estos datos indican una mortalidad del 79.5% de las postlarvas y una producción de 2,116 toneladas; es decir, 371 kg/ha, por lo que se infiere que esta escasa sobrevivencia de postlarvas y baja producción hayan sido afectadas por la proliferación de *P. minimum*, ya que posteriormente los camarones no crecieron. Aunque no se realizaron análisis de toxinas, los camarones cultivados y consumidos no produjeron envene-

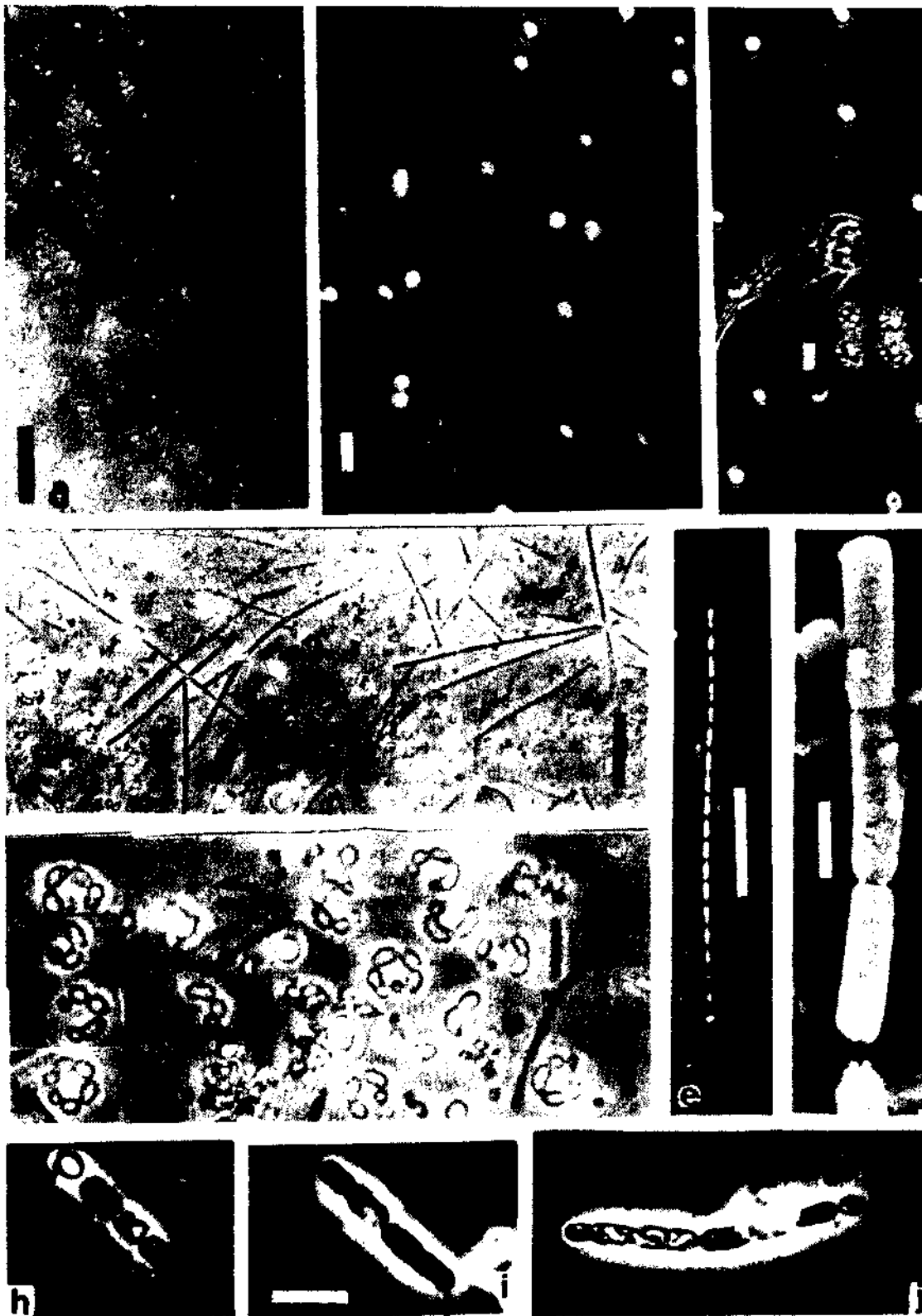


Fig. 2. Especies de cianobacterias dominantes en estanques de cultivo para camarón. Escala=10 μ m a menos que se indique. A) Chroococcaceae más comunes, en condiciones "normales", escala=50 μ m, ML; b) *Synechocystis diplococcus*, ML; c) *Tetracoccus* sp., 10 μ m, ML; d) florecimiento de *Schizothrix calcicola*, tricomas de aprox. 200 μ m, escala=50 μ m, ML; e) *S. calcicola*, ML; f) *ibid.* escala= 1 μ m, MEB; g) florecimiento de *Anabaenopsis elenkinii*, ML; h-j) *Anabaena aequalis*, en contraste de fases. ML=microscopio de luz, MEB=microscopio electrónico de barrido.

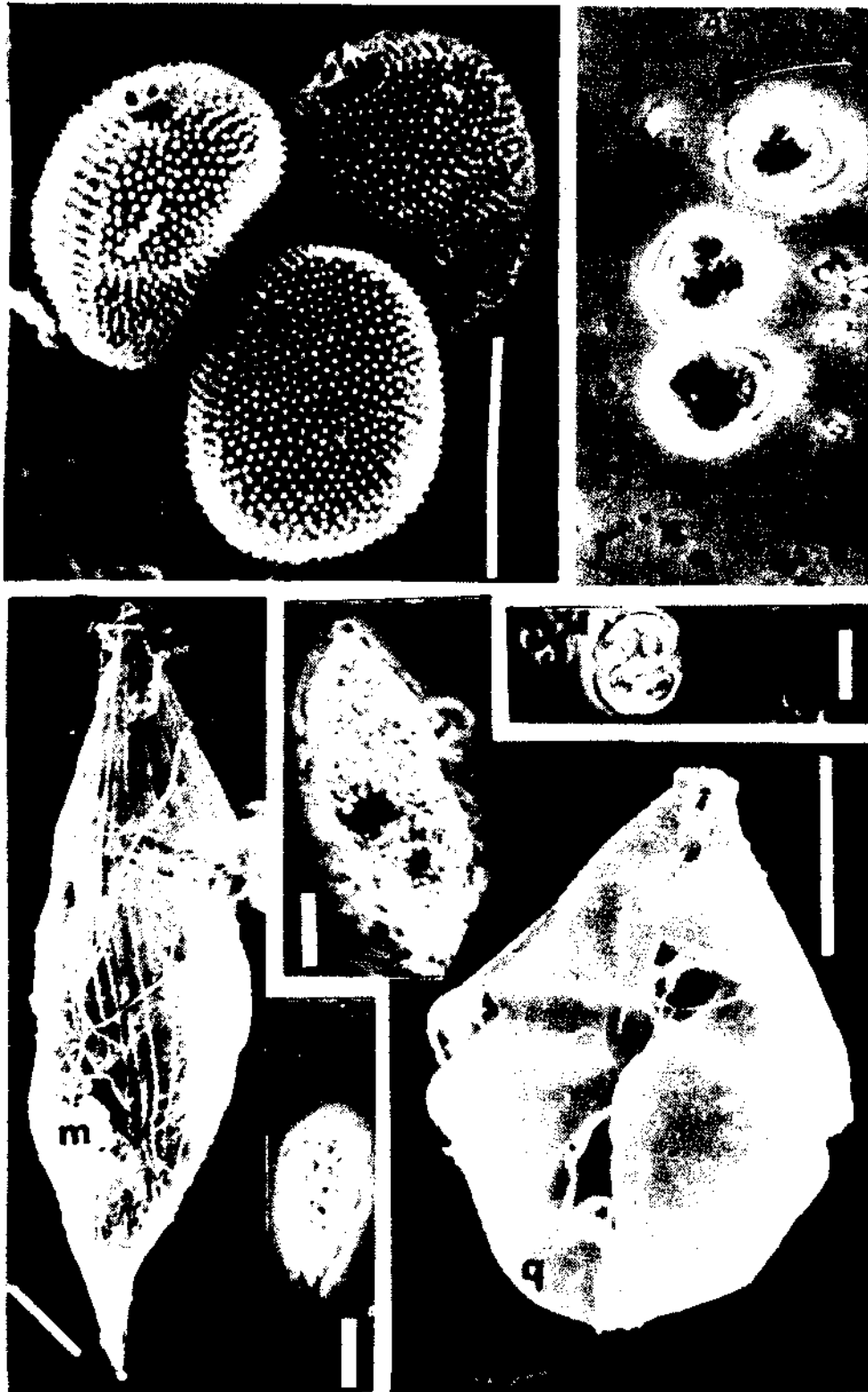


Fig. 3. Especies de dinoflagelados dominantes en estanques de cultivo para camarón. Escala=10 μ m. K y l, *Prorocentrum minimum*, MEB y ML respectivamente; m, n y o, *Gyrodinium spirale*, MEB y ML; p, *Gymnodinium incoloratum*, en vista ventral y lateral, ML; q, *Scrippsiella trochoidea*, MEB. ML=microscopio de luz; MEB=microscopio electrónico de barrido.

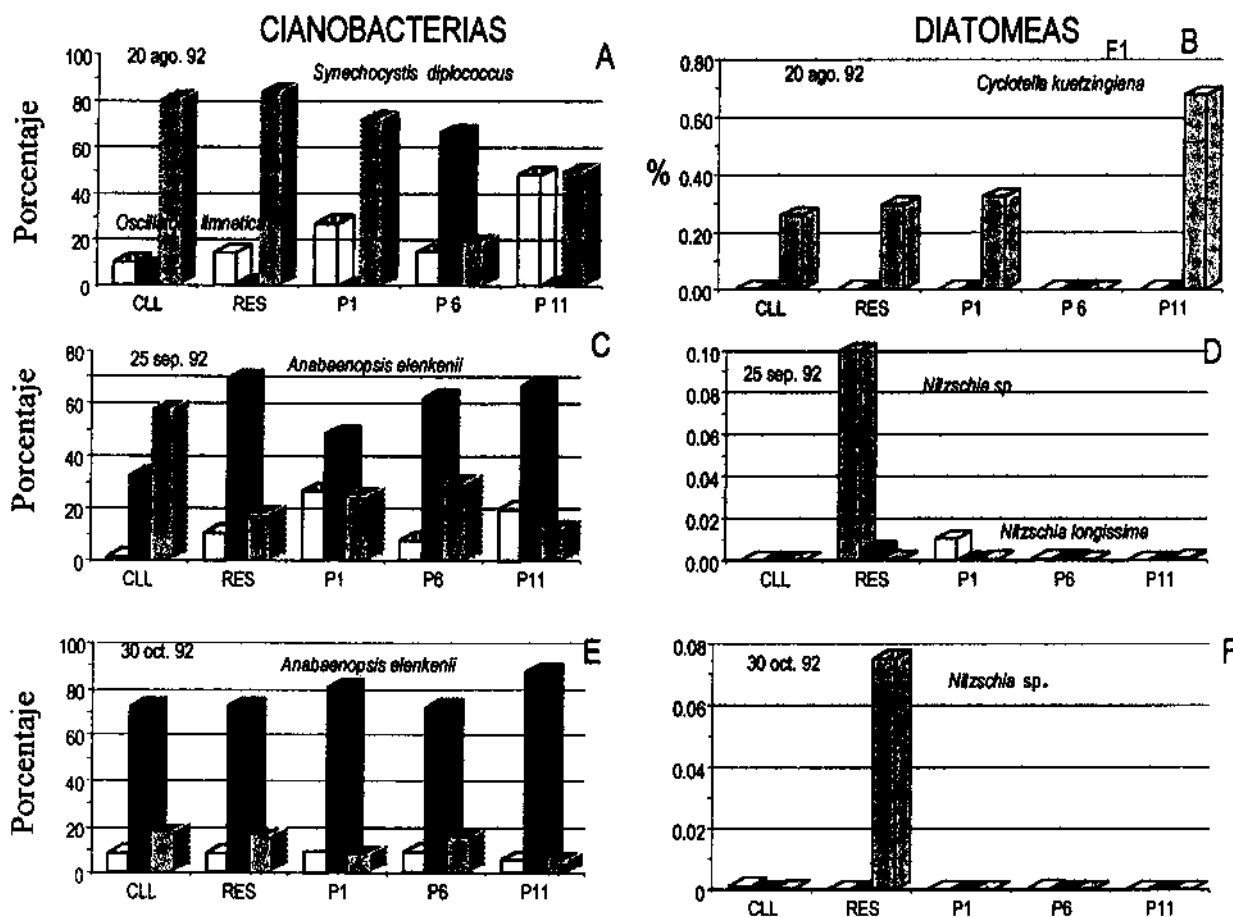


Fig. 4. Porcentaje de la abundancia de cianofitas (A, C, E) y diatomeas (B, D, F) de la granja F1 de los sitios: Canal de Llamada (CLL), Reservorio (RES) y tres estanques (p1, p6 y p11) de engorda de camarón en tres periodos de muestreo.

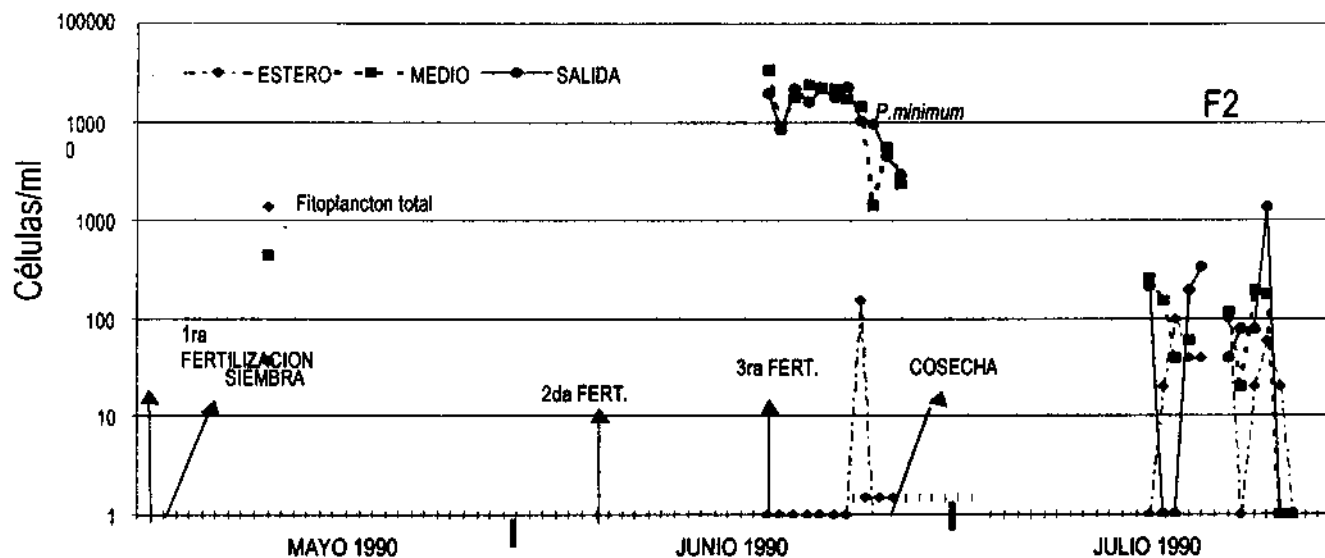


Fig. 5. Proliferación de *Prorocentrum minimum* después de tres fertilizaciones en el estanque P6 de la Granja F2 de mayo a julio de 1990. Las observaciones se realizaron cada dos días.

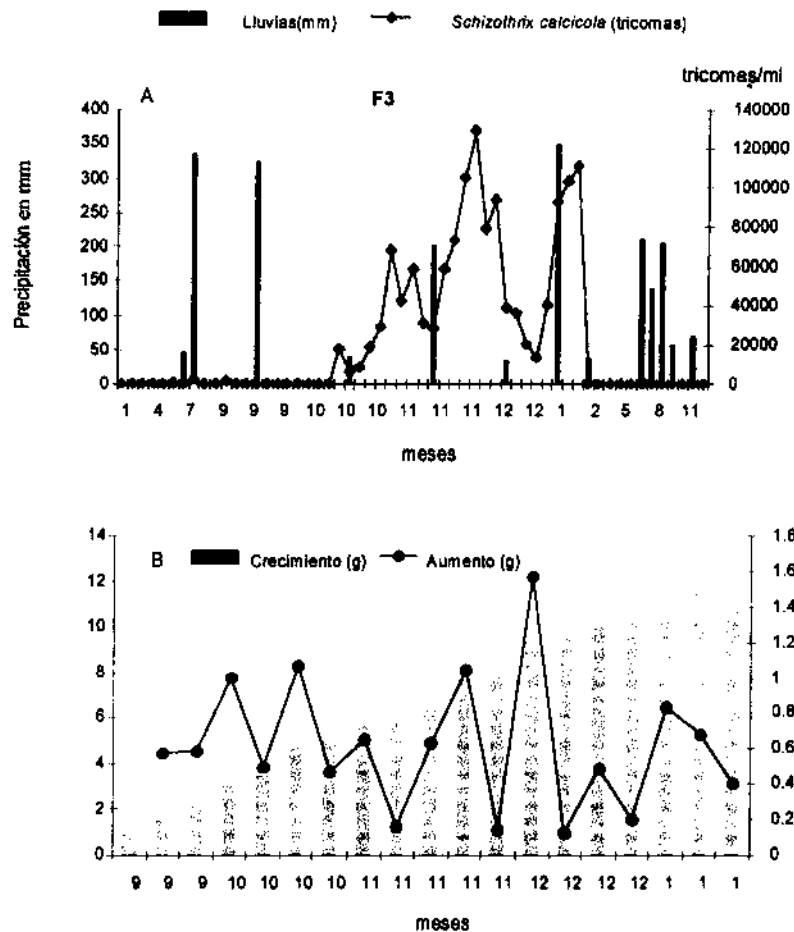


Fig. 6. A) Relación anual (1991-1992) entre el periodo de lluvias (mm) y la abundancia de *Schizothrix calcicola* (trichomas/ml) en un estanque de la granja F3. Obsérvese la amplitud de lluvias de los meses fuera de temporada de noviembre y enero. B) Crecimiento en peso promedio acumulado (barras en g.) y ganancia en peso promedio (g).

namiento humano en ningún caso.

En la figura 6 se presenta el análisis de la granja F3 a través de un ciclo de crecimiento de camarón en un estanque y su relación con la abundancia de *S. calcicola* y el periodo de lluvias. Como puede observarse en esta región se registraron lluvias abundantes en agosto (332 mm) y septiembre (322 mm) durante el ciclo de producción de camarón otoño-invierno (1991-92), ocasionando el desarrollo masivo de *S. calcicola* en los estanques. Posteriormente la lluvia inesperada continuó en noviembre (200 mm), incrementando aún más la proliferación de este organismo, además de que en enero se presentó más lluvia anómala (348 mm), aunque ya no se registró crecimiento de *S. calcicola* (Fig. 6A). La proliferación de esta cianobacteria coincidió con la baja de peso de los camarones en cultivo, presentándose una primera disminución en las dos semanas de noviembre y otra más a fines de diciembre y enero (Fig. 6B). Este efecto no fue únicamente en esta granja, sino al parecer afecto a otras en la misma región, comprobándose a través de la revisión de muestras de agua en estanques de

otras granjas, los cuales se encontró la dominancia de *S. calcicola*, coincidiendo también con deficiencias en el crecimiento del camarón. Esta situación ocasionó que la cosecha de camarón se extendiera un mes más para que pudiera alcanzar su peso y talla comercial, repercutiendo en los consecuentes gastos de alimento suplementario. Desafortunadamente no fue posible correlacionar la densidad de este organismo con la lluvia o contra la disminución del peso de las postlarvas de camarón, debido a que hay un retardo entre la llegada de la lluvia, el florecimiento de *S. calcicola* y la baja de peso del camarón.

El análisis del fitoplancton de la granja F4 mostró el desarrollo de las cianobacterias *A. aequalis* y *A. elenkinii* (Fig. 7), lo que sugiere la inadecuada calidad del agua como consecuencia del exceso de material orgánico proveniente de una población cercana, provocando condiciones de eutrofia y disminución del oxígeno, semejantes a las descritas por Goubier⁸. El florecimiento de estos organismos, además de colorear intensamente el agua de los estanques reduce considerablemente la cantidad de oxígeno di-

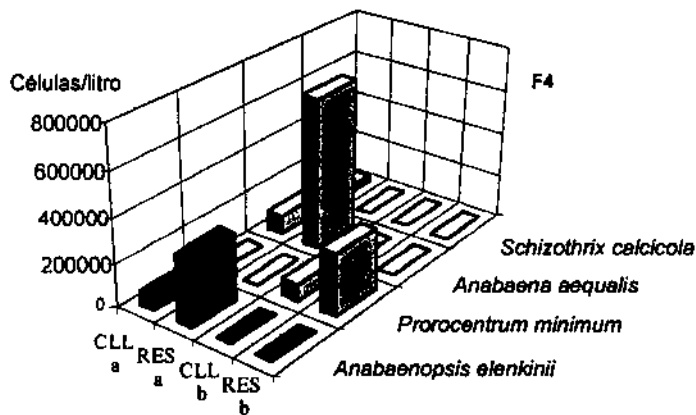


Fig. 7. Cambio sucesional de cianobacterias a dinoflagelados en el transcurso de un día en el Canal de Llamada (CLL) y el Reservorio (RES) en la granja F4. a, 18-2-1993; b, 17-3-1993

suelto a cifras menores de 1 ml/l, provocando condiciones de anoxia que posiblemente afectan el desarrollo del camarón. También se observó que cuando se realizan recambios rápidos del agua (>30%) el sistema es susceptible de reestablecerse disminuyendo el número de cianobacterias; sin embargo, una nueva fertilización con diferencia de un mes produjo un florecimiento de *P. minimum* que llegó a constituir el 96% de la población fitopláctica, alcanzando densidades de 282,000 células/litro en los canales de transporte de agua hacia los estanques (CLL y RES). Desafortunadamente como no se permitió el acceso a la granja, fue imposible conocer las repercusiones en el crecimiento del camarón. Sin embargo se pudo constatar que el producto comercializado había ocasionado problemas de tipo diarreico en algunas personas que lo consumieron, por éste motivo es que sólo se presentan datos de los canales. En la figura 7 se observa también como en un día se suceden cambios en la sucesión de las especies, que si bien hasta no han representado riesgo en la salud humana, es conveniente dar seguimiento sanitario a los estanques.

DISCUSIÓN

La presencia constante de cianobacterias en los estanques se explica porque estos organismos son los que mejor se adaptan a las condiciones que imperan en estos sistemas, como son la alta turbidez, los cambios drásticos de temperatura y salinidad, el exceso de materia orgánica y la abundancia de nutrientes. Por otro lado presentan una gran capacidad para asimilar los nutrientes y vivir en condiciones de eutrofia y exceso de materia orgánica²³, además de que son capaces de sobrevivir con poca penetración de luz y poseer dentro de su ciclo de vida elementos de resistencia como son las endosporas, acinetos, heterocistos y hor-

mogonios. Tanto *S. calcicola* como *A. elenkinii* presentan dimensiones muy pequeñas que les proporciona la ventaja de permanecer en la columna de agua y de reproducirse activamente, adicionalmente, la segunda posee acinetos que le permiten resistir periodos adversos. También es oportuno mencionar *S. calcicola* es una especie con amplia distribución y la más adaptable dentro del grupo de las Oscillatoriaceae, ya que se distribuye en la mayoría de los hábitats de influencia marina y dulceacuícola y en forma de tricomas es la forma más conspicua en florecimientos que se dan en los estanques.⁶ Así su dominancia en filamentos la relaciona con la producción de Enteritis hemocítica,^{2,16} que quizás sea esta la razón por la cual el camarón deja de crecer.

Llama la atención el florecimiento de dinoflagelados que se dan en cortos periodos de tiempo de aproximadamente 10 días y que posteriormente la especie regresa a su densidad aparentemente "normal". En este caso se encuentran *P. minimum* y *Scrippsiella trochoidea*, al primero se le ha registrado como dominante y por tanto preocupante ya que es una especie en controversia en cuanto a su toxicidad desde que en Japón le ha asociado con decesos humanos¹⁸ y con a mortalidad del ostión,¹³ así como un productor de toxina paralizante por consumo de mariscos (PSP). También cabe mencionar que en los estanques de granjas de camarón del Estado de Sinaloa se ha reportado la abundancia de *P. Minimum*,⁴ pero todavía no se ha asociado a casos de envenenamiento en humanos. Esta falta de toxicidad no tiene aún explicación, aunque algunas investigaciones suponen que ésta pueda ser generada por asociaciones con algunas bacterias⁵ que posiblemente no existan en los estanques de esta región. Esta situación sugiere que se debe ser riguroso en el control sanitario de los estanques que se destinan al cultivo de camarón. Asimismo, se han registrado otras especies, a veces en grandes cantidades, aunque por periodos cortos como *G. incoloratum*, que también se le ha asociado a efectos diarreicos (comunicación personal de Gustavo A. Leyva) cuando se consume camarón, donde abunda esta especie; sin embargo, no se hay registros médicos por ser de efectos leves. Otro dinoflagelado común es *G. spirale* del que se ignora su posible daño en el camarón o en la salud humana. En cuanto a *S. trochoidea* en algunas ocasiones se ha presentado como especie dominante todavía no se ha podido demostrar su toxicidad.

Los resultados obtenidos sugieren la existencia de tres mecanismos que favorecen el desarrollo de los florecimientos microalgales en los estanques para cultivo del camarón y que pueden resumirse de la siguiente manera: 1) antropogénicos, están dados por la inducción de fertilizantes inadecuados que estimulan el crecimiento de los dinoflagelados debido al aporte de sustancias húmicas.⁹ Al respecto se debe revisar la tasa N:P en los estanques, ya que la indiscriminada fertilización puede favorecer el crecimiento excesivo de cianobacterias, como se ha comprobado en medios dulceacuícolas, donde a tasas bajas 2:1 prospera *Aphanizomenon*, pero su multiplicación no se lleva a cabo



a tasas mayores de 5:1;^{20,21} 2) por condiciones fisiológicas inducidas por sustancias extracelulares que inhiben o estimulan el desarrollo de otras microalgas. Estos efectos antagónicos ya mencionados por Munawar¹⁷ y Sevrin-Reyssac & Gourmelen²² pueden presentar diferentes modalidades. La inhibición del desarrollo de diatomeas que produce la dominancia de cianobacterias, ha sido investigado por Lefèvre *et al.*¹⁴ como mecanismo antagónico donde su reacción puede presentarse desde la completa inhibición del desarrollo hasta la muerte de las células, o bien una influencia favorable en el desarrollo de determinada especie Lefèvre *et al.*¹⁵ Esta situación se ha observado principalmente en cultivos experimentales, sin embargo en la naturaleza no se ha podido comprobar quizás debido a la gran diferencia de abundancia que hay entre cianobacterias y diatomeas de estanques, además de que éstas últimas representan menos del 1% de la comunidad fitoplanctónica; 3) por condiciones ambientales naturales como pueden ser la temperatura, el régimen de mezcla, la turbidez, hierro y carbón, entre otros. Estos factores pueden influenciar la dominancia de cianobacterias. También cabe mencionar a las condiciones anómalas como son las lluvias fuera de la época normal por efectos de "El Niño" que aportan nutrientes hacia los estanques por escurrimiento.

El desarrollo a gran escala de estanques para el cultivo de camarón es, relativamente reciente en México, pero de gran importancia como generador de alimentos para consumo humano, sin embargo, ante la falta de control del flujo de químicos de sus aguas residuales¹⁹ y ante los florecimientos microalgales perjudiciales que se vierten al ambiente costero,³ se hace necesario tener una vigilancia constante de las comunidades del fitoplancton que se establece en estos ecosistemas. Por otro lado parece ser que los florecimientos de algas nocivas más que afectar la salud humana, tienen más repercusión en la economía acuícola.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el financiamiento otorgado (contrato No. 0625-N9110); a M. Hendrickx y F. Páez-Osuna por la revisión crítica al manuscrito. Germán Ramírez Reséndiz diseñó las figuras; Arturo Nuñez Pasten y Ruth Luna Soria ayudaron en técnicas en laboratorio. Las fotografías obtenidas en el MEB las realizó Yolanda Hornelas.

REFERENCIAS

1. ASSC., 1992. Plankton management and shrimp culture. Asian Shrimp News, Asian Shrimp Culture Council, 9:2.
2. Brock, J. A. y K.L. Main. 1994. A Guide to the common problems and diseases of cultured *Penaeus van-*
3. namei. World Aquaculture Society. Baton Rouge, Louisiana, USA. 242p.
3. Caljon, A. G., 1983. Brackish-water phytoplankton of the Flemish Lowland. Developments in hydrobiology; 18, Holanda, 272p.
4. Cortés-Altamirano, R. y H. C. Agraz, 1991. Presencia de *Prorocentrum minimum* (Pav.) Schiller en estanques para cultivo de camarón. Ciencias de Mar, U. A. S. 13:11-16.
5. Doucette, G. J. y C. J. Trick, 1995. Characterization of bacteria associated with different isolates of *Alexandrium tamarense*. 33-38p. In: P. Lassus, G. Arzul, E. Erard, P. Gentien, C. Marcaillou (eds.). Harmful marine algal blooms. Technique et Documentation-Lavoisier, Intercept Ltd, Paris, London, N. Y.
6. Drouet F. 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. Monograph 15, Acad. Nat. Sci. Philadelphia. 334p., 131 figs.
7. Geitler, L. 1932. *Cyanophyceae van Europa unter be rucksichtigungder anderen kontinente*. L. Rabenhorst, Kryptogament-Flora, vol. 14, Leipzig, Akad. Verlag. 1196 p.
8. Goubier, V. 1990. Phytoplankton and deoxygenation problems in fish pond. Association Pour Le Developpement De L' Aquaculture; Saint-Andre-De Cubzac A (France). Publ. Assoc. Dev. Aquacult. Cestas. 21:46.
9. Granéli, E. y M. O. Moreira, 1990. Effects of river water of different origin on the growth of marine dinoflagellates and diatoms in laboratorio cultures. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 136: 89-106.
10. Hasle, G.R., 1977. The inverted-microscope method, 88-96 p. In: A. Sournia (ed) Phytoplankton manual, UNESCO, Paris.
11. Humm, H. J. y S. R. Wicks, 1980. Introduction and guide to the marine bluegreen algae. A Wiley-Interscience publication, N. Y. 194 p.
12. Jeeji-Bai, N., E. Hegewald y C. J. Soeder. 1977. Revision and taxonomic analysis of the genus *Anabaenopsis*. Arch. Hydrobiol./ Suppl. 51. Algological studies 18:3-24.
13. Lassus, P. y J. P. Berthone. 1988. Status of 1987 algal blooms in IFREMER. ICES/annex III C. M. 1988/F. 33: 5-13.
14. Lefèvre, M., 1952. Auto et hetero-antagonisme chez les algues d' eau douce in vitro et dans les collections d'eaux naturelles. Ann. Stn. Cent. Hydrobiol. Appl. 4: 5-198.
15. Lefèvre, M., G. Laporte y O. Flandre. 1963. Sur la sécrétion par certains Cyanophycées de substances stimulant la multiplication cellulaire. C. R. Hebd. Acad. Sci. 256:254-256.
16. Lightner, D. V. 1996. A Handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for disease of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
17. Munawar, M. 1974. Limnological studies on freshwater



- ponds of Hyderabad, India. *Hydrobiology*, 44:13-27.
18. Nakazima, M. 1965. Studies of the source of shellfish poison in Lake Hamana. III. Poisonous effects of shellfishes on *Prorocentrum* sp. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 31:281-285.
 19. Páez-Osuna, F., S. R. Guerrero-Galván, A. C. Ruiz-Fernández y R. Espinosa-Angulo. 1997. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intensive shrimp farm in north-western México. *Mar. Poll. Bull.*, 34:290-297.
 20. Pick, F. R. y D. R. S. Lean, 1987. The role of macronutrients (C, N, P) in controlling cyanobacterial dominance in temperate lakes. *N. Z. J. Mar. Freshwater Res.*, 21: 425-434.
 21. Seymour, E. A. 1980. The effects and control of algae blooms in fish ponds. *Aquaculture* 19:55-74.
 22. Sevrin-Reyssac, J. y J. L. Gourmelen, 1985. Le biotope "étang à roselières" en Brenne. Qualité des eaux et évolution saisonnière du plancton de quelques étangs de Brenne et de leur roselière. *Protoc. Mus. Natl. Hist. Nat. Minist. Environment convention 82188-83079*, pp 1-72.
 23. Sevrin-Reyssac, J. y M. Pletikovic. 1990. Cyanobacteria in fish ponds. *Aquaculture*, 88:1-20.
 24. Swingle, H. S. y E. U. Smith. 1939. Fertilizer for increasing the natural food for fish in ponds. *Am. Fish. Soc.* 68:126-135.