

ALGAS DE INTERÉS SANITARIO EN EMBALSES DEL CENTRO-OESTE DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA.

**Algae capable of affecting sanitary conditions
in water reservoirs of the Central-Western
Region of the province of Cordoba, Argentina**

55 / SP

Pierotto, Marcelo;
Daga, Claudia;
Rincón, Alejandra;
Prósperi, Carlos.

Laboratorio de
Hidrobiología.
Facultad de Ciencias
Exactas Físicas y Naturales.
Universidad
Nacional de Córdoba.
Av. Velez Sarsfield 299.
e-mail:
marpiero2002@yahoo.com.ar

Trabajo presentado y
premiado en las II
Jornadas Internacionales
de Salud Pública UNC.
2006.

Resumen

Las floraciones algales en embalses artificiales producen profundas modificaciones relacionadas especialmente con el proceso de eutroficación. La eutroficación lleva a continuos cambios en las comunidades fitoplánticas, aumentando las frecuencias y densidades de cianobacterias que desplazan a las diatomeas, clorofíceas y dinoflagelados. El problema más importante relacionado con las cianobacterias es la aparición de cepas tóxicas y sus consecuencias sobre la salud humana, animales domésticos y sobre el ecosistema acuático en general. Las biotoxinas de las cianobacterias se las ha clasificado dentro de los venenosos más poderosos que se conocen. El objetivo del presente trabajo es realizar un monitoreo del embalse San Roque, La Quebrada, La Falda y El Cajón a los fines de identificar las principales algas de interés sanitario que puedan afectar a la salud.

El estudio taxonómico de las especies se realizará siguiendo las claves y manuales de identificación específicos. El recuento de las muestras se realizará por conteo directo, mediante microscopía fotónica. Si bien se pondrá énfasis en la determinación de Cianofíceas, se incluirá también el estudio de algunos otros taxones de importancia sanitaria o por sus interacciones con las primeras o por su abundancia, tales como *Euglenofíceas*, *Clorofíceas*, *Bacillariofíceas*, *Dinofíceas* y otros grupos.

De un total de aproximadamente 80 especies encontradas, 10 de ellas resultan de importancia sanitaria, dividiéndolas en dos grupos: a) Algas que pueden producir toxinas (hepatotóxicas y neurotóxicas) como *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.*, y *Anabaena*. b) Algas que pueden transmitir al agua diferentes olores y sabores como *Ceratium hirundinella*, *Peridinium sp.*, *Euglena sp.*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Carteria sp.* y *Closterium acicularis*.

Los florecimientos algales en reservorios de agua para abastecimiento representan un riesgo para la salud de las poblaciones abastecidas, debido a la aparición de especies tóxicas, transferencia de olores y sabores desagradables, y posible formación de trihalometanos.

Palabras claves: Algas en el agua - Algas y Salud.

Abstract

Algae populations in artificial water reservoirs have a dramatic impact, particularly on the process of eutrofication. Eutrofication causes continuous change in phytoplanktonic communities, increasing the frequency and density of cyanobacteria that take the place of Diatomea, Chlorophyceae and Dinoflagellates. The main problem associated to cyanobacteria is the emergence of toxic strains which can affect human health, domestic animals and the water ecosystem at large. Cyanobacteria biotoxins are among the most powerful poisons known. The aim of this project is to survey the reservoirs known as San Roque, La Quebrada, La Falda and El Cajón with a view to identifying the main types of algae capable of affecting sanitary conditions.

For the taxonomic study of the species, the specific codes and identification manuals will be followed. Sample count shall be done using the direct count technique employing a photonic microscope. Though emphasis will be on Cyanophyceae, other taxons shall be studied as well because of their sanitary importance, their interaction with the latter or their abundance, such as *Euglenophyceae*, *Cloropyceae*, *Bacillariophyceae*, *Dinophyceae* and other groups.

Out of a total number of 80 species found, the 10 are of sanitary importance comprise two groups: a) Toxing-generating algae (hepatotoxic and neurotoxic) such as *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.*, and *Anabaena*. b) Algae that can give water various tastes and odors such as *Ceratium hirundinella*, *Peridinium sp.*, *Euglena sp.*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Carteria sp.*, and *Closterium acicularis*.

Algae populations in water supply reservoirs entail risks for the health of the communities being served, through the growth of toxic species, transfer of unpleasant tastes and odors and possible formation of trihalomethanes.

Key words: Algae in water - Algae and Health.

Introducción

Las floraciones algales en embalses artificiales producen profundas modificaciones relacionadas especialmente con el proceso de eutroficación (Margalef, 1983). Este proceso no solamente esta relacionado con los llamados blooms algales sino de múltiples factores interdependientes como las actividades humanas en la cuenca de aporte, la acumulación de materia orgánica particulada, pulsos de entrada de nitrógeno y fósforo, estructura térmica vertical y horizontal y patrones de circulación, déficit de oxígeno, hipolimnio anóxico, generación de gases y olores, disminución de la biodiversidad, contaminación y finalmente pérdida de la calidad del agua utilizada como fuente de abastecimiento (Tundisi et al, 1999). La eutroficación figura entre los principales problemas que afectan a los embalses en América del Sur (Fernando & Holcick, 1991; Agostino y Gomez, 1997; Straskraba, 1999).

La eutroficación lleva a continuos cambios en las comunidades fitoplántónicas, aumentando las frecuencias y densidades de cianobacterias que desplazan a las diatomeas, clorofíceas y dinoflagelados (Margalef, 1983; Pick y Lean, 1987; Paerl, 1988). El problema más importante relacionado con las cianobacterias es la aparición de cepas tóxicas y sus consecuencias sobre la salud humana, animales domésticos y sobre el ecosistema acuático en general. Las biotoxinas de

las cianobacterias se las ha clasificado dentro de los venenosos más poderosos que se conocen (Reynolds, 1991).

Existen pocos reportes de casos documentados que asocian efectos adversos para la salud con floraciones de cianobacterias, (Falconer, 1993, 1994; Charmichael, 1994, 1996; Yu, 1995; Cronberg, 1995, Dillenberg y Dehuel, 1960, Pilloto, 1997; Jochimsen, 1998), los síntomas presentados están asociados a dolor abdominal, náuseas, vómitos, diarrea, dolor de garganta, tos seca, dolor de cabeza, ampollas en la boca, neumonía atípica, aumento de enzimas hepáticas en el suero (Charmichael, 1995). Estos síntomas pueden estar asociados a diferentes toxinas de distintos géneros de cianobacterias. Por contacto directo con aguas recreativas se han reportado casos de reacciones dérmicas irritativas y alergias (Choen y Reif, 1953; Kuiper-Goodman 1998; Pilotto, 1997). Los casos más graves de personas expuestas a microcistinas a través de agua utilizada para diálisis provocaron la muerte de 56 personas en Caruaru, Brasil (Charmichael, 1996).

El avance de la química analítica y de estudios farmacológicos (Facch, 1995; Mundt y Teuscher, 1998) ha permitido el aislamiento y la identificación estructural de tres neurotoxinas (*anatoxina a*, *anatoxina a (s)* y *saxitoxina*) que actúan de modo diferente bloqueando las señales neuronales y la síntesis de proteínas (Turner, 1990; Sivonen y Jones 1998; Kuiper-Goodman 1998). Estas neurotoxinas están asociados a los siguientes taxones de cianobacterias: *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermum*, *Lyngbya* y *Cylindrospermopsis*. Los síntomas descritos para estas neurotoxinas van de saliveo, diarrea, sofocación por calambres, temblores y parálisis a la muerte en pocos minutos.

Las microcistinas son heptapéptidos cíclicos (Riaehart, 1994; Sivonen y Jones 1998) que causan necrosis hepáticas causando la muerte en pocas horas o días (Fitzgeorge, 1994). Estas hepatotoxinas se encuentra en la mayoría de las poblaciones de *Microcystis spp.*, que forman espumas pero también las podemos encontrar en *Oscillatoria*, *Nostoc*, *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Nodularia* y *Planktothrix*.

En los embalses de la zona Centro-Oeste de Córdoba se encuentran registros de floraciones de cianobacterias en el embalse San Roque (Cachi, 1974; Prósperi, 1983; Cossavella, 1999; Bustamante, 2000) y La Quebrada (Daga, 2003; Pierotto, 2003) pero no existen datos hospitalarios ni estudios epidemiológicos que asocien estas floraciones con intoxicaciones por cianotoxinas.

En los embalses de La Falda y el Cajón no existen datos de monitoreo que identifiquen a las principales especies de fitoplancton ni tampoco registro de las floraciones algales sucedidas en años anteriores. Debido, a la escasa información taxonómica y sanitaria de las comunidades algales de estos embalses se considera de suma importancia la implementación de este proyecto en estos reservorios utilizados como fuente de abastecimiento de agua para numerosas localidades serranas.

El objetivo del presente trabajo es realizar un monitoreo del embalse San Roque, La Quebrada, La Falda y El Cajón a los fines de identificar las principales algas de interés sanitario que puedan afectar a la salud.

Material y Método

Luego de concentradas por decantación, las muestras de agua de 1l, serán fijadas con Lugol. El estudio taxonómico de las especies se realizará siguiendo las claves y manuales de identificación específicos (Bourelly, 1981, 1985, 1990; Desikachary, 1959; Kutzing, 1983; Parra, et al., 1983; Prospero, 1983). El recuento de las muestras se realizará por conteo directo, mediante microscopía fotónica. Las especies identificadas en las muestras serán incorporadas al herbario del Laboratorio de Hidrobiología de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Resultados

De un total de aproximadamente 80 especies encontradas, 10 de ellas resultan de importancia

sanitaria, dividiéndolas en dos grupos: a) Algas que pueden producir toxinas (hepatotóxicas y neurotóxicas) como *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.* y *Anabaena*. b) Algas que pueden transmitir al agua diferentes olores y sabores como *Ceratium hirundinella*, *Peridinium sp.*, *Euglena sp.*, *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana*, *Carteria sp.* y *Closterium acicularis*.

A continuación se presenta una serie de fichas de las especies de interés sanitario con las principales características morfológicas, ecológicas, sanitarias y fotos ilustrativas.

CIANOPHYCEAE

Microcystis aeruginosa (Kütz.) Lemmermann

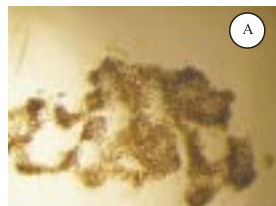
Características morfológicas y ecología: Organismos esféricos (fig.B), agregados por medio de un gel homogéneo y transparente. Los agregados son de forma y tamaño variable, esféricos, cilíndricos, lobados a menudo perforados (fig.A-B).

Las especies planctónicas poseen vesículas de gas lo que les permite mantenerse en la superficie del agua.

Microcystis tiene una gran capacidad de migración vertical por lo que en cortos periodos de calma puede inducir a su acumulación superficial originando florecimientos donde se reúnen agregados de varios milímetros de diámetro dándole al agua un aspecto de caldo verdoso

Interés sanitario: Dan olor y sabor desagradable, algunas cepas son tóxicas producen hepatotoxinas. Son indicadora de contaminación por materia orgánica.

Lugar encontrada: Embalse San Roque.



SP/ 58



Microcystis depositada en la costa del Embalse San Roque (Mayo 2006).



Espuma indicadora de la presencia de Cianobacterias (Mayo 2006).

Oscillatoria sp

Características morfológicas y ecología: Tricomas cilíndricos, derechos, flexuosos a menudo retorcidos en hélice, desprovistos normalmente de vainas (fig.A). Las células son más anchas que largas. Pueden reproducirse en grandes cantidades causando floración y dando coloración al agua. Presentan Estructuras de resistencia, hormogonios (fig.B). Generalmente son de fondo o adheridas a las paredes de los depósitos de tratamiento. Pueden causar corrosión del hierro y producir limo.

Interés sanitario: Algunas especies producen toxinas hepatotóxicas y neurotóxicas. Sensibles al sulfato de cobre y resistentes al cloro.

Lugar encontrada: Embalse San Roque, La Quebrada, La Falda y El Cajón.



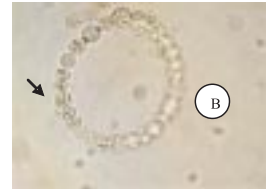
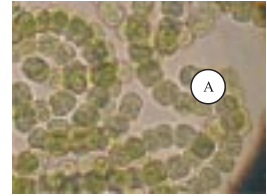
Anabaena spiroides Klebahn

Características morfológicas y ecología: Tricomas (hileras de células) simples, regulares de igual espesor o ápices apenas atenuados, constituidos por células generalmente esféricas.

Los tricomas son libres sin vaina o con una vaina difusa formando un talo flocoso o poco gelatinoso, con numerosos heterocistos (fig.B) intercalares y acinetos. Las células de los tricomas mas viejos pueden presentar vesículas de gas, responsable muchas veces de las fluctuaciones de los tricomas originando floraciones.

Interés sanitario *Anabaena* puede producir distintos tipos de toxinas, Hepatotóxicas como la microcystina y neurotóxicas como las anatoxinas y saxitoxina. Sensibles al sulfato de cobre.

Lugar encontrada: Embalse San Roque y La Quebrada.



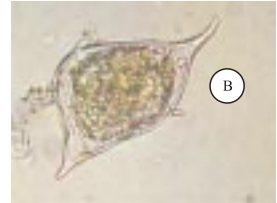
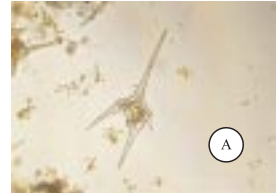
PYRROPHYCEAE (Dinoflagelados)

Ceratium hirundinella (O. F. Müller) Schank

Características morfológicas y ecología: flagelados de células aplanadas dividida en dos mitades epiteca e hipoteca separadas por una cintura, el cíngulo por donde corre el flagelo cingular que le da movimientos rotatorios sobre si mismo y perpendicularmente se encuentra el surco con el flagelo longitudinal con el cual avanzan (fig. A). Se reconocen fácilmente por la presencia de cuernos, la epiteca presenta un solo cuerno mientras que la hipoteca tiene dos o tres cuernos. Es una especie que se enquista y la aparición de los quistes coincide cuando desciende la temperatura y disminuye el fotoperíodo. Estos quistes (fig. B) germinan cuando las condiciones se vuelven propicias.

Interés sanitario: Si bien es una especie que no produce toxinas cuando la densidad celular es elevada disminuye el oxígeno disuelto y se produce la liberación de polímeros por la autodestrucción de la célula. Como resultado de esto se obstruyen las branquias en peces lo que provoca la mortalidad masiva de ellos y de otros organismos. Sensible al sulfato de cobre y al cloro.

Lugar encontrada: Embalse San Roque, La Quebrada y El Cajón.



59 / SP

Peridinium sp

Características morfológicas y ecología: Flagelados unicelulares, esféricos provistos de cíngulo dentro del cual se encuentra el flagelo cingular que le otorgan los movimientos giratorios sobre

si mismo al organismo perpendicularmente se encuentra el surco longitudinal que contiene el segundo flagelo que le da los movimientos para avanzar. Poseen placas de celulosa generalmente ornamentadas. Son planctónicos de amplia distribución, muchas especies de *Peridinium* corresponden a ambientes eutróficos.

Interés sanitario: En grandes cantidades pueden conferirle olor a agua y pueden obstruir filtros. Son resistentes al sulfato de cobre.

Lugar encontrada: Embalse San Roque, La Quebrada y El Cajón.



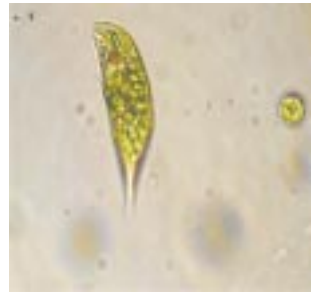
EUGLENOPHYCEAE

Euglena sp

Características morfológicas y ecología: Organismos flagelados con una mancha ocular, muchas pueden cambiar de forma, pasar de fusiforme a esférica, otras tienen una estructura rígida. Frecuentes en aguas ricas en materia orgánica, como en lagunas de estabilización

Interés sanitario: dan olor y sabor al agua. Son sensibles al sulfato de cobre y al cloro.

Lugar encontrada: Embalse San Roque, La Quebrada, La Falda y El Cajón.



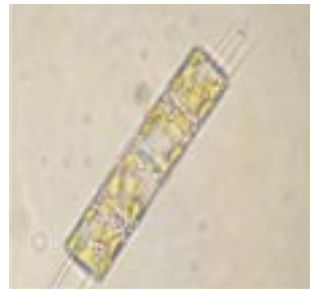
BACILLARIOPHYCEAE

Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen

Características morfológicas y ecología: Células cilíndricas mucho más largas que anchas generalmente reunidas en filamentos mediante espigas. Planctónicas.

Interés sanitario: Confieren al agua olor a geranio. Pueden causar interferencia en filtros como también permanecer en redes de distribución. Pueden ser sensibles al sulfato de cobre y resistentes al cloro.

Lugar encontrada: Embalse San Roque, La Quebrada, La Falda y El Cajón.

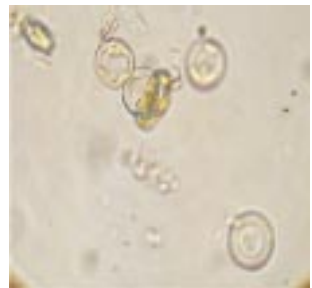


Cyclotella meneghiniana Kütz.

Características morfológicas y ecología: Células circulares vistas de frente con la zona marginal provista de ornamentaciones radiales robustas, área central con puntuaciones muy tenues especie planctónica.

Interés sanitario: Cuando están en abundancia le confieren al agua sabor aromático. Al ser organismos de escasas dimensiones se hace difícil su decantación y pueden causar obstrucción de filtros y permanecer en las redes de distribución de agua potable. Resistente a los alguicidas y sensible al cloro.

Lugar encontrada: Embalse San Roque, La Quebrada, La Falda y El Cajón.



CHLOROPHYTA

Carteria sp

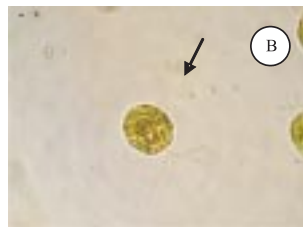
Características morfológicas y ecología: Organismos unicelulares (fig.A) Esférica a ligeramente ovoide provistos de cuatro flagelos implantados en la región anterior (fig.B). El contenido celular es difuso con un cloroplasto en forma de copa.



Planctónica.

Interés sanitario: Otorgan olor y mal sabor al agua. Abundantes en aguas ricas en materia orgánica. Sin datos a cerca de su resistencia al cloro.

Lugar encontrada: Embalse La Falda.

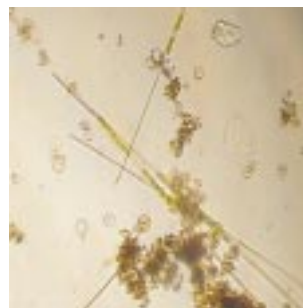


Closterium acicularis T. West

Características morfológicas y ecología: Organismo unicelular de forma alargada dividido en dos hemicélulas simétricas conteniendo cada una un plasto de color verde con numerosos pirenoides. Planctónicas.

Interés sanitario: Cuando están en grandes cantidades pueden causar olor a pasto en el agua. Persisten en el interior de los sistemas de distribución. Son resistentes al cloro y sensibles al sulfato de cobre.

Lugar encontrada: Embalse San Roque.



Conclusiones

Los embalses del centro-oeste de la Provincia de Córdoba presentan una tendencia a la eutrofización, donde alternan florecimientos de cianobacterias con dinoflagelados, clorófitas y diatomeas. El Embalse San Roque es el más comprometido debido a la presencia especialmente de *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria sp.*, y *Anabaena spiroides* (cianobacterias) especies que pueden producir toxinas. En el Embalse La Quebrada en el último año apareció *Anabaena spiroides*, habiéndose ya citado para años anteriores *Oscillatoria sp.* Mientras que en el embalse La Falda y El Cajón predominan *Carteria sp.*, y *Euglena sp.*, especies indicadora de materia orgánica acompañadas por *Ceratium hirundinella* y *Peridinium sp.* Las diatomeas *Aulacoseira granulata*, *Cyclotella meneghiniana* se encuentran en todos los embalses estudiados.

Estos florecimientos algales en reservorios de agua para abastecimiento representan un riesgo para la salud de las poblaciones abastecidas, no solo por la aparición de especies tóxicas, sino también que estos organismos pueden originar sustancias orgánicas disueltas y transferir de olores y sabores desagradables al agua debido a la presencia de precursores de Geosmina, TCA, IPMP y MIB. La interacción de sustancias orgánicas con el cloro aumenta la posibilidad de formación de trihalometanos (probables cancerígenos).

Se recomienda a las autoridades y a los entes públicos o privados, encargados de plantas potabilizadoras, implementar actividades de monitoreo y de mayor control en los procesos de potabilización durante los florecimientos algales a los fines de garantizar la calidad del agua suministrada y la salud de la población.

AGRADECIMIENTOS: al Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación y a CONARPRIS por el aporte de los recursos necesarios para la implementación de este proyecto.

Bibliografía

1. Agostinho, A; Gomes, L. (1997). Reservatorio de Segredo. Bases ecológicas para o manejo. COPEL, UEM, NUPELIA, EDUEM, 387 p.p.
2. Cachi, C. (1994). Variaciones plantónicas del Embalse San Roque y su relación con los procesos de potabilización. Informe OSN.

3. Carmichael W, (1994) The toxins of cyanobacteria. *Scientific American*, 64-72.
4. Carmichael W, (1995) Toxic Microcystis and the environment. En: M Watanabe, K Harada, W Carmichael, H Fujiki, (eds.), *Toxic Microcystis*. 1-12, CRC Press, Boca Ratón, Nueva York, Londres, Tokio. 262 pp.
5. Carmichael WW, (1996) Proceedings of the IV Symposium of the Brazilian Society of Toxinology.
6. Cohen, S.G. y Reif, C.B. 1953. Cutaneous sensitization to blue-green algae. *J. Allergy* 24, 452-457.
7. Cronberg G, Annadotter H, Lawton LA, Hansson H-B, Göthe U, Skulberg OM, (1995) A large outbreak of gastroenteritis associated with the toxic cyanobacterium *Planktothrix (Oscillatoria) agardhii*. Conferencia del 1st international symposium on toxic Cyanobacteria, Bornholm, Dinamarca.
8. Cossavella, A.; Rodriguez, I.; Rodriguez, A.; Avena, M.; Oroná, C.; Larrosa, N.; Muñoz, A.; Moya, G.; Bertucci, G.; Miatello, F.; Bazán, R.; Martínez, M. (2000). Monitoreo de calidad de agua y sedimentos del Embalse Los Molinos I-Córdoba, III Taller Internacional sobre enfoques regionales para el desarrollo y la gestión de embalses de la cuenca del Río de la Plata. Posadas. Misiones.
9. Bourelly, P, 1981. Les algues d´ eau douce. Les algues jaunes et brunes. II.Ed. Boubbe. Paris.
10. Bourelly, P, 1985. Les algues d´ eau douce. Les algues bleues et rouges. III. Ed. Boubbe. Paris.
11. Bourelly, P, 1990. Les algues d´ eau douce. Les algues vertes,. I. Ed. Boubbe. Paris.
12. Bustamante, A.; López, L.; Ruibal Conti, A; Bonetto, C.; Donatti, O.; Berra, C. (2000). Monitoreo y Caracterización Limnológica de Nutrientes en el Río San Antonio (Cba). *Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua*, pp 257-258.
13. Daga, C.; Gonella, M.; Pierotto, M.; Rincón, A. (2003). Ficoflora en el embalse La Quebrada, Córdoba. IV Congreso Nacional Ambiental. San Juan. Argentina.
14. Desikachary, T.V.1959. *Cyanophyta*. Ind. Counc. Agr. Res. New Delhi.
15. Dillenberg HO, Dehnel MK (1960) Toxic waterbloom in Saskatchewan, 1959. *Canad. Med. Assoc. J.* 83:1151-1154
16. Falch B, König G, Wright A, Sticher O, Angerhofer C, Pezzuto J, Bachmann H, (1995) Biological activities in Cyanobacteria: evaluation of extracts and pure compounds. *Planta Med.* 61:321-328.
17. Falconer I, (ed.; 1993) *Algal Toxins in Seafood and Drinking Water*. Academic Press, Londres, San Diego, Nueva York, Boston, Sidney, Tokio, Toronto. ISBN 0-12- 247990-4. 224pp.
18. Falconer IR, (1994) Health problems from exposure to Cyanobacteria and proposed safety guidelines for drinking and recreational water, 3-10. En: GA Codd, TM Jefferies, CW Keevil, E Potter, (eds.), *Detection Methods for Cyanobacterial Toxins*. The Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85186-961-0, 191pp.
19. Fernando, C.H; Holcik, J. (1991). Fish in Reservoir. *Int. Revue. Ges. Hidrobiol.* 76:2 149-167.
20. Fitzgeorge R, Clark S, Keevil C, (1994) Routes of intoxication. En: GA Codd, TM Jefferies, CW Keevil, E Potter, (eds.), *Detection Methods for Cyanobacterial Toxins* 69-74. The Royal Society of Chemistry. ISBN 0-85186-961-0.
21. Jochimsen, E.M., Carmichael, W.W., An, J., Cardo, D.M., Cookson, S.T., Áholmes, C.E.M., Antunes, M. B.de C., Filho, D.A. de Melo, Lyra, T.M., Spinelli, V.T., Azevedo, S.M.F.O. and Jarvis, W.R. (1998). Liver failure and death following exposure to microcystin toxins at a dialysis center in Brazil. *New Eng. J. Med.* (en prensa).
22. Kuiper-Goodman, T., Falconer, I., Fitzgerald, J. (1998): Human Health Aspects. En: Chorus, I. y Bartram, J. (eds): *Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management*. Publicado en representación de la OMS por Spon/Champan y Hall, Londres, en prensa.

23. Margalef, R. (1983). *Limnología*. Omega. Barcelona. 1010 pp.

24. Mundt S, Teuscher E, (1988) Blaualgen als Quelle pharmakologisch aktiver Verbindungen. *Die Pharmazie* 43:809-815.

25. Paerl, H.W. (1988) Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine and inland waters. *Limnology and Oceanography*, 33 (4): 823-847.

26. Parra, O.; Gonzales, M.; Dellarossa, V., 1983. *Manual Taxonómico del Fitoplancton de Aguas Continentales*. Ed. Universidad de Concepción. Chile. Vols 1-3.

27. Pierotto, M.; Rincón, A.; Gonella, M.; Daga, C.; Prósperi, C. (2003). *Hidrobiología del embalse La Quebrada (Córdoba, Argentina): Bacteriología y Fitoplancton*. 13º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires. Argentina.

28. Pick, F.R; Lean, D.R.S. (1987) The role of macronutrients (C, N, P) in controlling cyanobacterial dominance in eutrophic lakes. *New Zealand Journal of Freshwater and Marine Research*, 21: 425-434.

29. Pilotto, L.S., Douglas, R.M., Burch, M.D., Cameron, S., Beers, M., Rouch, G.R., Robinson, P., Kirk, M., Cowie, C.T., Hardiman, S., Moore, C. y Attwell, R.G. (1997) Health effects of exposure to cyanobacteria (blue-green algae) due to recreational waterrelated activities. *Aust. N. Zealand J. Public Health*, 21, 562-566.

30. Prósperi, C. (1983). Algas en el agua de consumo de la Ciudad de Córdoba. *Bol. Soc. Arg. Botánica*. 24 (3-4): 413-418.

31. Reynolds, C.S. (1991) Toxic blue-green algae: the problem in perspective. *Freshwater Forum* 1 (1): 29-38.

32. Rinehart KL, Namikoshi M Choi BW, (1994) Structure and biosynthesis of toxins from bluegreen algae (cyanobacteria). *J. Appl. Phycol.* 6:159-176.

33. Sivonen, K., Jones, J. (1998) Cyanobacterial toxins. En: Chorus, I. Y Bartram, J. (eds): *Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management*. Publicado en representación de la OMS por Spon/Champan y Hall, Londres, en prensa.

34. Straskraba, M. (1999). *Self-Organization, Direct and Indirec Effects*. p.p. 29-51.

35. Tundisi, J.G, Matsumura-Tundisi T, Rocha, O. (1999). *Theoretical Basin for Reservoir Management*. International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Science, Backhuys Publisher. pp. 505-528.

36. Turner PC, Gammie AJ, Hollinrake K, Codd GA, (1990) Pneumonia associated with cyanobacteria. *British Medical Journal*, 300:1440-1441.

37. Yu SZ, (1995) Primary prevention of hepatocellular carcinoma. *J. Gastroenterol. Hepatol.* 10:674-682.

