

Desarrollo masivo del fitoflagelado *Prymnesium parvum* CARTER (Haptophyceae) en una laguna costera del delta del Ebro

FRANCISCO A. COMIN y
XAVIER FERRER

Departamento de Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Durante los meses de noviembre y diciembre de 1977 se produjeron, en la laguna costera «Els Calaixos», de la isla de Buda (Delta del Ebro), muertes masivas de peces, coincidentes con la aparición en el agua de manchas de color rojo achocolatado, características de las denominadas «mareas rojas». Examinadas varias muestras de plancton se observó la presencia y predominancia de un alga flagelada, identificada como *Prymnesium parvum* CARTER, 1937, de amplia distribución en aguas salobres y repetidamente denunciada por sus efectos antibióticos.

En las lagunas costeras y bahías del Delta del Ebro se habían producido en años anteriores mortandades repentinas de peces, así como intoxicaciones de otros organismos (bivalvos, cefalópodos, etc.) en distintas épocas del año, pero nunca se constataron de modo preciso las causas de las mismas.

Existen varios trabajos sobre proliferaciones temporales de dinoflageladas tóxicas ocurridas en aguas españolas, pero ninguno de ellos hace referencia a intoxicaciones producidas por *Prymnesium parvum* en nuestro país.

ANTECEDENTES

Las algas que producen toxinas pertenecen en su mayor proporción a tres grupos: *Chrysophyceae*, *Dinophyceae* y *Cyanophyceae*. Algunas especies de *Euglenophyceae* y *Cryptophyceae* han sido citadas como responsables de colorear las aguas.

Aunque citada con otras denominaciones,

Prymnesium parvum fue encontrada primeramente en Alemania (BÜTTNER, 1911) y relacionada con muertes masivas y repentinas de peces en Holanda (LIEBERT & DEERNS, 1920) y en el mar Báltico (LENZ, 1933; BURSA, 1938). Desde que CARTER (1937) la describiera como *Prymnesium parvum*, y se comprobara su relación directa con la muerte de peces por efecto de toxinas secretadas por el alga (CONRAD & LELOUP, 1938; OTTERSTROM & STEEMANN-NIELSEN, 1939), las publicaciones aparecidas citando y describiendo proliferaciones temporales de la misma han sido muy numerosas (VALKANOV, 1964; FARROW, 1965; PETROVA, 1966; KRASNOCHEK, 1973; HICKEL, 1975). A partir de la introducción en Israel del cultivo de peces en aguas salobres estancadas, las proliferaciones de *Prymnesium* se hicieron más frecuentes (REICH & ASCHNER, 1947), y las investigaciones desarrolladas a partir de entonces han llevado a disponer en la actualidad de abundantes datos acerca de los efectos, composición y modo de acción de las toxinas de *Prymnesium parvum*, así como de su control (SHILO, 1972).

DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

La laguna costera de la isla de Buda, «Els Calaixos», se halla localizada entre las que han sido las dos últimas desembocaduras permanentes funcionales del río Ebro en el mar Mediterráneo. Está situada en la parte más oriental de la llanura deltaica y separada de las aguas marinas por una playa de arena cuya anchura varía entre 100 y 500 m. Se trata de una laguna costera típica, con su longitud mayor dispuesta paralelamente

a la línea de costa, y con restos de una antigua barra de arena que, también paralela a la costa, la fragmentaba en dos mitades.

El sistema lagunar costero del Delta del Ebro está integrado por una serie de lagunas de características peculiares. Todas tienen un régimen hidrográfico anual muy marcado, regido principalmente por las entradas de agua dulce, ya que la comunicación directa con el mar está muy limitada. Desde abril a noviembre hay un aporte continuo de agua dulce cargada de fertilizantes y que procede de los campos de arroz próximos a las lagunas, que llega por medio de canales artificiales. Durante ese período, el agua se mantiene a su nivel más alto y la laguna tiene entonces unos 100 cm de profundidad. La concentración de sales es baja (0,5-4 g Cl-1⁻¹). Desde noviembre a marzo, ambos parámetros invierten sus valores debido a que se cierran los canales y deja de llegar agua dulce. El nivel del agua desciende (40-70 cm), y la concentración de cloruros aumenta, pudiéndose alcanzar 15 g Cl-1⁻¹ (COMÍN & FERRER, en prensa).

Todas las lagunas tienen un carácter eutrófico muy marcado y sus aguas poseen una reserva alcalina elevada durante todo el año (pH: 7,7-8,4; alcalinidad total = 3-4 meq l⁻¹).

DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO

A finales de octubre de 1977 entró en la laguna agua del mar impulsada por el viento, y a primeros de noviembre se empezaron a observar en el agua manchas de color rojo achocolatado que llegaron a extenderse por toda la laguna. Las manchas disminuyeron en intensidad de color y dimensiones a finales de noviembre, pero a principios de diciembre volvió a entrar agua del mar y de nuevo aumentaron su extensión. Las muestras obtenidas son de los días 16, 24 y 29 de diciembre de 1977, y del 4 de enero de 1978. Corresponden al período final del proceso que acabó con la desaparición de la coloración de las aguas los primeros días del nuevo año. A finales de febrero se volvió a reproducir el fenómeno con menor intensidad.

Las células de *Prymnesium parvum*, de longitud 7-14 μm y anchura 5-8 μm , presentaban la forma típica de ovoides a pirifor-

mes, con dos flagelos largos e iguales (de 1,5 a 2 veces la longitud de la célula), y un haptonema corto (2-4 μm). La superficie celular está recubierta por escamas (MANTON & LEEDALE, 1963). La parte posterior de algunas células presenta la inestabilidad protoplasmática señalada por BOURRELLY (1957).

En la muestra de agua del día 16, con una concentración de cloruros de 6,4 g l⁻¹ (tabla 1), la cantidad de células de *P. parvum* era de 200000 por ml; esta especie tan sólo era acompañada por *Monoraphidium sp.*, algunos cenobios de *Scenedesmus quadricauda* y por algunas diatomeas bentónicas en número muy escaso. En los días sucesivos, la población del alga tóxica decreció progresivamente (83657 células/ml el 24-XII-1977; 87 células/ml el 29-XII-1977) hasta desaparecer (el día 4-I-1978 no se observó ningún individuo en la muestra de agua tomada). Al mismo tiempo, progresaron especies de algas flageladas de pequeñas dimensiones y tasa de multiplicación muy alta (*Chromulina*, *Dunaliella*, etc.), y la dinoflagelada *Oxyrrhis marina*.

En el mismo período se observa una progresiva disminución de la concentración de

TABLA 1. Datos de algunos parámetros químicos del agua y de la composición y abundancia (en células/ml; + significa menos de 50 cél./ml) de especies del fitoplancton durante los últimos días de la proliferación de *P. parvum*. — *Data on the chemical parameters of the water and on the composition and abundance (in cells/ml; + means less than 50 cell/ml) of the phytoplankton species in the last days of the bloom of P. parvum.*

Cloruros, g Cl-1 ⁻¹	6,41	6,87	5,54
Alcalinidad total, meq l ⁻¹	3,88	4,30	4,75
pH	8,3	—	—
<i>Prymnesium parvum</i>	200594	83657	87
<i>Monoraphidium sp.</i>	1091	423	347
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	—	—
<i>Pyramimonas inconstans</i>	—	378	2943
<i>Dunaliella sp.</i>	—	20315	5340
<i>Chromulina parvula</i>	—	—	6756
flagelados varios < 5 μm	—	—	571
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	—	—	+
<i>Oxyrrhis marina</i>	—	3575	434
<i>Gymnodinium sp.</i>	—	1763	273
<i>Nitzschia closterium</i>	—	50	50
<i>Amphora coffeaeformis</i>	—	315	—

cloruros, paralela a la del número de células de *P. parvum*, hasta un mínimo de 4,5 g Cl-1⁻¹. El pH y la alcalinidad corresponden a valores citados como característicos del conjunto de lagunas costeras.

DISCUSIÓN

Prymnesium parvum es una especie eurihalina que se encuentra en aguas con concentraciones salinas desde 1‰ hasta el doble de la concentración marina y a temperaturas del agua no superiores a 30 °C (SHILO & SHILO, 1961). Requiere para su proliferación y manifestación de los efectos tóxicos un complejo de condiciones. En muestras de plancton tomadas en noviembre de 1976 en el mismo lugar (Calaixos de la isla de Buda), no se registró la presencia del alga, aunque algunas condiciones de las aguas eran similares (pH = 8; 6,2 g Cl-1⁻¹) (CHINCHILLA & COMÍN, 1977).

El hecho de que las proliferaciones en masa de algas tóxicas se produzcan esporádica e impredeciblemente en medios naturales, constituye una fuerte limitación al estudio sistemático de los condicionantes ecológicos que les acompañan. En el caso presente las muestras analizadas corresponden a los últimos días de un proceso que duró aproximadamente dos meses.

La densidad de la población de *P. parvum* (2 × 10⁸ células/l) es inferior a la encontrada por otros autores ya citados. Posiblemente fuera mayor en el momento álgido de su proliferación, cuando se produjeron las muertes en masa de lisas, lubinas y anguilas. No obstante, muchos autores han señalado que la concentración de algas potencialmente tóxicas y el nivel de toxinas en el agua no están correlacionados. E incluso que proliferaciones de *P. parvum* pueden no ir seguidas por mortandades de peces (SHILO & ASCHNER, 1953).

En Israel, donde el alga llegó a ser permanentemente endémica, se han realizado numerosos estudios que permiten entender el modo de acción y los factores que influyen en la acumulación y actividad de las toxinas segregadas por el alga. La toxicidad se debe a un grupo de proteolípidos, diferenciados según su tipo de actividad en dos grupos: ictiotóxicos y citolíticos. Las citotoxinas pro-

ducen la lisis de eritrocitos de peces, aves y mamíferos, células de hígado y amnios humano, células de tumores y bacterias osmóticamente sensibles (SHILO, 1973). Las ictiotoxinas pueden actuar destruyendo la permeabilidad selectiva de las branquias y, por tanto, exponiendo a los organismos de respiración branquial a cualquiera de los tóxicos presentes en el medio y a la misma toxina de *P. parvum* (SHILO, 1973).

La actividad ictiotóxica se intensifica en presencia de ciertas sustancias que actúan como activadores catiónicos (Ca²⁺, Mg²⁺, estreptomycin, etc.) (YARIV & HESTRIN, 1961), formando un complejo catión-toxina (SHILO, 1972). Para la activación del mismo y manifestación de la actividad ictiotóxica se requiere un pH superior a 7. Es posible que el efecto desencadenante de la proliferación masiva y toxicidad de las aguas en el Delta del Ebro fuera el aporte de sales debido a la entrada de agua de mar. Así parece confirmarlo el hecho de que las manchas rojas volvieran a aparecer, más debilitadas, después de entradas de agua de mar ocurridas en meses posteriores.

Las células de *P. parvum* son muy sensibles a electrolitos débiles como el amonio (REICH & ASCHNER, 1947; SHILO & ASCHNER, 1953) y el ácido acético (SHILO & SHILO, 1961), que provocan la lisis de las algas a pH alto cuando las condiciones osmóticas del medio se aproximan al más bajo nivel que pueden soportar. Así, pues, el método de control más efectivo propuesto y utilizado en los estanques artificiales de Israel, fue el uso de soluciones de compuestos de amonio, previo análisis de los niveles de toxicidad de las aguas. Pero es de corta duración y su aplicación continuada, además de laboriosa, resulta cara. En el Delta del Ebro el estudio comparado de las lagunas costeras podría darnos a conocer las características desencadenantes de las proliferaciones masivas de *P. parvum*.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra gratitud a P. Franch, sin cuya colaboración no hubiéramos tenido noticia del fenómeno ni se hubieran podido obtener las muestras.

SUMMARY

MASS DEVELOPMENT OF THE PHYTOFLAGELLATE *Prymnesium parvum* CARTER (HAPTOPHYCEAE) IN A COASTAL LAGOON IN THE EBRO DELTA. — The mass development of the toxic alga *Prymnesium parvum* CARTER (2×10^5 cells l^{-1}) caused on a large scale the death of fish in a coastal lagoon in the Ebro Delta. The water

acquired a chocolate-red colour for two months (November and December 1977). This situation occurred after the entrance of great quantities of sea water, driven by the wind. Data on the chemical parameters of the water and on the species composition of the phytoplankton are listed.

BIBLIOGRAFIA

- BOURRELLY, P. — 1957. Recherches sur les Chrysophycées. Morphologie, Phylogénie, Systématique. *Revue Algologique, Mémoire Hors Série n.º 1*: 1-412.
- BURSA, A. — 1938. Notice about some interesting species till yet unknown from the Gulf of Dantzig. *Bulletin de la Station Maritime de Helsinki*, Nr. 3.
- BÜTTNER, J. — 1911. Die farbigen flagellaten des Kieler Hafens. *Wiss. Meeresunters.*, Kiel, 12.
- CARTER, N. — 1937. New or interesting algae from brackish water. *Arch. Protistenk.*, 90: 1-68.
- COMÍN, F. A., & FERRER, X. — (en prensa) The annual cycle of a coastal lagoon in the Ebro delta. *First European Ecological Symposium on Ecological Processes in Coastal Environments*. Norwich, 1977.
- CONRAD, W., & LELOUP, P. E. — 1938. Intoxications dues à des Flagellates autotrophes. *Ann. soc. roy. zool. Belgique*, 69.
- CHINCHILLA, M., & COMÍN, F. A. — 1977. Contribució al coneixement dels crustacis del delta de l'Ebre. *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, 8: 119-144.
- FARROW, G. A. — 1965. Note on the association of *Prymnesium* with fish mortalities. *Water Research.*, 3: 375-379.
- HICKEL, B. — 1976. Fischsterben in einem Karpfenteich bei einer Massenentwicklung des toxischen Phytoflagellaten *Prymnesium parvum* CARTER (Haptophyceae). *Arch. Fisch. Wiss.*, 27: 143-148.
- KRASNOCHEK, G. P. — 1973. Pro znakhodzhzenya toksychnoyi vodorosti *Prymnesium parvum* u vodoinakh pivdemoyi Ukrayiny. *Ukr. Bot. Zh.*, 30(5): 631-635.
- LENZ, F. — 1933. Untersuchungen zur Limnologie von Strandseen. *Verh. int. Verein. Limnol.*, 6: 166-177.
- LIEBERT, F. & DEERNS, W. M. — 1920. Onderzoek naar de oorzaak van een Vischsterfte in den Polder Workumer Nieuwland, nabij Workum. *Verh. Rapp. Rijksinst. Vissch. Onderz.*, 1: 81-93.
- MANTON, I., & LEEDALE, G. F. — 1963. Observations on the fine structure of *Prymnesium parvum* CARTER. *Arch. Mikrobiol.*, 45: 285-303.
- OTTERSTRØM, C. V., & STEEMANN-NIELSEN, E. — 1939. Two cases of extensive mortality in fishes caused by the flagellate *Prymnesium parvum* CARTER. *Rep. Danish. Biol. Station*, XLIV: 24 pp.
- PETROVA, V. — 1966. Untersuchungen über *Prymnesium parvum* CARTER und seine Toxische einwirkung auss die wasser organismen. *Zeitschr. Fischerei u. Hilfwissenschaften*, 14: 9-14.
- REICH, K., & ASCHNER, M. — 1947. Mass development and control of the phytoflagellate *Prymnesium parvum* in fishponds in Palestine. *Palest. J. Bot., Jerusalem Ser.*, 4: 14-23.
- SHILO, M. — 1972. Toxigenic algae. *Prog. Ind. Microbiol.*, 11: 233-265.
- 1973. Toxins of Chrysophyceae. *Microbial Toxins*, 7: 67-103.
- SHILO, M., & ASCHNER, M. — 1953. Factors governing the toxicity of cultures containing the phytoflagellate *Prymnesium parvum* CARTER. *J. Gen. Microbiol.*, 8: 333-434.
- SHILO, M., & SHILO, M. — 1961. Osmotic lysis of *Prymnesium parvum* by weak electrolytes. *Verh. int. Verein. Limnol.*, 14: 905-911.
- VALKANOV, A. — 1964. Verbreitung und Massenhafte Entwicklung der Giftigen Chrysomonae *Prymnesium parvum* Carter in der seen der Bulgarischen Schwarzmeerküste. *Kieler Meeresforsch.*, 20: 65-81.
- YARIV, J., & HESTRIN, S. — 1961. Toxicity of the extracellular phase of *Prymnesium parvum* cultures. *J. Gen. Microbiol.*, 24: 165-175.