

## "ALGICIDAS POTENCIALES PARA EL CONTROL DE LAS ALGAS"

Por James C. Gratteau  
County Sanitation Districts.  
Los Angeles County, California (E.U.A.).

\* tomado de la publicación Scranton  
Gillette: "Water and Sewage Works"  
(RN-1970).

Los crecimientos de algas son la causa principal de olores y -  
sabores en los abastecimientos de agua. Se sospecha que algunos  
de los trastornos gastrointestinales que ocurren a fines de ve-  
rano, pueden atribuirse a la desintegración de grandes masas de  
algas y los productos tóxicos así producidos.

En algunos casos se ha reportado la muerte de ganado vacuno y -  
caprino, algunas horas después de haber bebido agua con concen-  
traciones muy altas de algas azul-verde, (Anabaena).  
Como las algas con plantas, tiene básicamente los mismos requi-  
sitos nutricionales que las plantas terrestres, habiéndose ya -  
demostrado que el nitrógeno y el fósforo son muy importantes pa-  
ra su nutrición; éstas sustancias tienen acceso a las aguas su-  
perficiales, a través del agua subterránea, aguas de desecho do-  
méstico (aguas negras) escurrimientos superficiales posteriores  
a las tormentas y de la atmósfera misma.

### MÉTODOS DE CONTROL

El hombre se ha ocupado de controlar los crecimientos acuáticos  
desde hace muchos años, especialmente cuando producen problemas  
en los abastecimientos de agua. En términos generales, existen-  
tres métodos básicos de control.

- a).- físicos
- b).- ecológicos
- c).- químicos

Entre los métodos de control físico, se encuentra el cribado, dragado, arranque y podado bajo el agua, empleados principalmente contra las masas flotantes de algas y plantas acuáticas con raíces.

Cuando se emplean cortadoras antiguas y los cortes permanecen en el agua, se descomponen empleando así el oxígeno disuelto y liberan agentes nutrientes, que pueden soportar nuevos crecimientos; las cortadoras modernas, están equipadas de colectores y depósitos para eliminar los cortes, los cuales se deben sacar del embalse y quemarse lejos, o bien se acarrean a otro sitio.

## CONTROL ECOLOGICO

Este control involucra la limitación de uno ó más de los factores necesarios para su crecimiento y reproducción, luz o materiales nutrientes.

Solo en los abastecimientos públicos de agua es práctico construir almacenamientos protegidos de la luz (techados). El control ecológico se logra mejor evitando que los materiales nutrientes esenciales lleguen al agua.

Liebig, en sus estudios sobre nutrición de las plantas, descubrió que su crecimiento era limitado por la deficiencia de un alimento o fertilizante, por ésta información, desarrolló la "Ley de los mínimos". La limitación de nutrientes debe de estar dentro de límites no objetables.

Los ecologistas están de acuerdo en que el nitrógeno y el fósforo son dos de los elementos más importantes para soportar el crecimiento de plantas acuáticas. Las aguas negras son especialmente ricas en estos elementos. Algunos investigaciones han demostrado que la remoción del nitrógeno en el agua de desecho no es práctica, debido a las formas diversas en que se encuentra. Inclusive, algunas algas azul-verdes pueden fijar nitrógeno de la atmósfera.

Por otro lado el fósforo y sus compuestos pueden eliminarse fácilmente de las aguas de desecho por medio de la coagulación química con cal, alumbre y sales férricas.

La deficiencia de fósforo parece ser lo más efectivo para limitar la productividad de las plantas en cualquier región de la tierra, exceptuando las deficiencias del agua.

## CONTROL QUIMICO

En contraste a el constante aumento de productos químicos disponibles para el control de plagas en otras áreas, solamente dos sustancias químicas son ampliamente empleadas para el control de algas en los abastecimientos de agua, éstas son: el sulfato de cobre y el cloro.

El sulfato de cobre se prefiere para el tratamiento de áreas grandes por su economía, efectividad y seguridad para el hombre y los peces; se emplea desde 1890.

El cloro es otra sustancia química que se recomienda para el control de algas, principalmente en aguas para uso doméstico.

El desarrollo de nuevas sustancias algicidas no ha sido grande debido entre otras cosas a que el precio del agua para el consumo es tan bajo, que solo podrían emplearse algicidas baratos. Además las sustancias químicas deben de ser inofensivas para el hombre y los peces. Por otro lado no se ha hecho distinción entre las algas que deben ser controladas por ser responsables de los problemas y las que no causan problemas. El mejor conocimiento de las formas que realmente dan problema, podrá permitir el uso de algicidas selectivos, para cada caso, y así aplicar las concentraciones justamente suficientes para el control.

La investigación sobre algicidas promete grandes posibilidades para el futuro. En seguida se presentan algunos resultados obtenidos en investigaciones de laboratorio.

## Desarrollo de nuevos Algenicidas

Un buen algicida debe :

- 1.- Matar específicamente a la planta o plantas causantes de los problemas.
- 2.- No ser tóxicos para los peces ni a la mayoría de los organismos que le sirven a los peces de alimento, en las concentraciones necesarias para matar las plantas-problema.
- 3.- No afectar seriamente la ecología del área acuática en general.

4.- No ser tóxicos a los humanos.

5.- Ser de costo razonable.

*6. de fácil adquisición*

El sulfato de cobre (usado en los E.U.A. desde 1904) en concentraciones altas, puede envenenar a los peces y a otra vida acuática, pudiéndose también acumular en el fondo como compuesto insoluble; además es corrosivo a la pintura y a los equipos.

La determinación de la dosis correcta y específica para varios organismos es difícil, debido a las múltiples variables naturales. Su solubilidad en el agua es afectada por el pH, la alcalinidad, lo mismo que por la temperatura.

La dosis requerida para control, defiere también para las distintas especies o géneros. Debido a éstas desventajas se ha buscado una sustancia química que reemplase al sulfato de cobre: que sea más efectivo, nó acumulativo y quizá menos costoso por un largo período de tiempo. Se han probado muchos compuestos orgánicos para determinar su valor como algicidas hallándose que algunos miembros de las siguientes clases de compuestos son efectivos:

amonio cuaternario, rosin-aminas, quinonas, plata activada, derivados de la urea, antibióticos y zinc orgánico.

En el centro de Ingeniería Sanitaria Robert A. Taft, (Cincinnati Ohio) se han efectuado experimentos de laboratorio con cultivos de algas, para determinar la toxidad de algunos compuestos orgánicos con miras a emplearlos para su control.

Las sustancias químicas que se probaron, son aquellas de las que se tienen registros y estudios sobre su toxicidad a las plantas, a los animales y a los microorganismos. Algunas de éstas sustancias se encuentran comercialmente como fungicidas, bactericidas, herbicidas e insecticidas.

Cada una de éstas sustancias se probó en seis cultivos representativos de algas a una concentración final en el agua, de 2 mg/lto. (2 p.p.m.) y 22°C.

En los seis tipos de cultivos de algas se incluyeron Cy lindrospermum licheniforme B. y F. y Microcystis aeruginosa

representando a las algas verde-azúles (mixofíceas). Scenedesmus obliquus Ktz. Chlorella variegata Beijerinck representando a las algas verdes (clórofíceas) y Gomphonema parvulum (Ktz) - V. H. y Nitzschia palea (Ktz) W. Smith, representando a las diátomeas (Bacillarieae).

En pocos casos, Gleocapsa dimidiata (Ktz) Dr. and D. se substituyó por Microcystis aeruginosa. Todos los cultivos usados fueron puros o sea de una sola especie y se seleccionaron por su habilidad de producir crecimiento rápido y uniforme en el laboratorio.

El medio de cultivo se aproximó a la modificación de Chu No. 10 del medio de Gerloff con la cantidad de nitratos al doble. Las pruebas se efectuaron en matraces Erlen meyer de 25 ml. y se incubaron a temperatura constante de 22°C en una incubadora iluminada. Algunas porciones de medio de cultivo esteriles se inocularon con pequeñas cantidades de cultivos activos de algas.

Una porción de 7.5 ml. de ese medio inoculado, se combinó con una cantidad igual de agua destilada, que contenia 4 mg. por peso, en el caso de sólidos ó 0.004 % en volúmen en el caso de líquidos, de los productos químicos probados. Esto dió como resultado una concentración final promedio de 2 mg/lto. de producto químico y con una inoculación de 1/30 a 1/60 del volumen original del cultivo de algas.

El número de algas en el medio de prueba fué bajo, con un promedio aproximado de 125,000 por ml.

Durante el período de incubación, la cantidad de incrementos visibles de crecimiento de algas, se efectuó a intervalos especificados por un total de 21 días. Se comparó el desarrollo observado con el producido en los matraces de control que contenian 15 ml. de medio normal inoculado con algas pero sin sustancias químicas probadas.

Los resultados se reportaron como: (T) tóxico, cuando no se produjo crecimiento en presencia del producto químico probado, pero sí en el matrás testigo. (P) Parcialmente tóxico, cuando se produjo crecimiento en presencia del producto químico probado, pero el desarrollo fué menor que en el matrás de control.

(N) No-tóxico, cuando se produjo crecimiento en presencia del producto químico probado en cantidad similar al matríz testigo. (S) Estimulante, cuando el crecimiento en presencia del producto químico probado fué mayor que en el frasco testigo. Los resultados se encuentran concentrados en las tablas anexas y muestran las toxicidades relativas para cada producto químico probado (T,P,N,S) evidentes, después de 3,7,14 y 21 días de prueba, para cada cultivo de alga.

TABLA 1.- "TOXICIDAD DE PRODUCTOS QUIMICOS A LAS ALGAS" (17)

Período de incubación (días)	Cylindrospermum				Microcystis				Scenedesmus				Chlorella				Gomphonema				Nitzschia			
	3	7	14	21	3	7	14	21	3	7	14	21	3	7	14	21	3	7	14	21	3	7	14	21
Inorganic salts																								
Copper sulfate (anhydrous)*	P	P	T	T	T	T	T	T	P	P	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Copper sulfate (with stabilizing agent)*	T	T	T	T	T	T	T	T	P	P	P	N	P	P	P	P	N	T	T	T	N	T	T	T
Colloidal silver (33 percent silver nitrate)	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Activated colloidal silver compound*	P	P	N	N	P	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Calcium hypochlorite*	T	P	N	N	T	T	T	T	T	P	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Sodium chloride	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Organic salts																								
Disodium copper salt of ethylene diamine-tetra acetic acid (18.25 percent)*	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Copper salt plus citrate*	T	T	T	T	T	T	T	T	P	P	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Copper naphthenate (8 percent)	N	P	N	N	T	T	T	T	P	N	N	N	P	N	N	N	T	T	P	P	N	N	N	N
Zinc dimethyl dithiocarbamate (65 percent)*	P	P	N	N	T	T	P	N	N	N	N	N	P	P	P	N	T	T	T	N	T	T	T	T
Zinc dimethyl dithiocarbamate (100 percent)	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Dissodium ethylene bisdithiocarbamate (19 percent)*	N	S	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	T	N	P	N	T	T	T	N	T	T	T	T
Pentachlorophenate (75 percent) plus sodium salts of other phenols*	P	P	P	P	P	P	P	N	P	P	P	N	N	N	N	N	P	P	N	P	T	P	N	P
Sodium pentachlorophenate (75 percent), sodium salts of other phenols (13 percent)*	T	T	P	N	T	T	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	T	T	N	P
p-chlorophenyl - p-chlorobenzenesulfamate*	P	N	N	N	P	P	P	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	T	P	N	N
Xanthic acid, ethyl sodium salt	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Lauryl isoquinolinium bromide (20 percent)*	T	P	N	N	P	P	P	N	T	T	T	T	P	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N
Mercuric acetate	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	P	T	T	T	T	T	T	T	T
Phenyl mercuric hydroxide	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Phenyl mercuric nitrate	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Organic acids																								
Acetic acid	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
4, chloro-o-toloxycetic acid	T	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
2, 4 dichlorophenoxyacetic acid	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	T	P	N	N	T	N	N	N
Iodoacetic acid*	P	P	N	N	T	T	T	T	T	T	P	N	N	N	N	N	P	P	P	N	N	N	N	N
2, 4, 5 trichlorophenoxyacetic acid*	S	N	N	N	T	T	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
3 nitro 4 acetoxycetic acid	S	S	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	S	S	N	N	S	N	P	P	S	N	N	N
3 nitro 4 hydroxybenzoic acid	S	S	P	P	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	P	P	S	S	N	N
3 nitro 4 methoxybenzoic acid	N	N	N	N	P	N	N	N	P	P	N	N	P	N	N	N	T	P	P	P	N	N	N	N
Alcohols, aldehydes, ketones																								
4, 4 dichloro-alpha-methylbenzhydryol	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P	P	N	N	N	N	N
Terpine alcohol (85 percent pine oil)*	T	N	N	N	P	P	P	N	N	N	N	N	T	N	N	N	T	N	N	N	N	N	N	N
di (p-chlorophenyl) methyl carbinol*	P	P	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	P	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T
2, 3 dichloronaphthoquinone	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	T	T	P	N	T	T	T	T
Salicylaldehyde	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	T	P	P	P	T	P	P	P
Vanillin	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	T	P	P	P	T	P	P	P
Dimethylaminobenzaldehyde	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Substituted hydrocarbons																								
Benzene hexachloride, alpha isomer	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Benzene hexachloride, beta isomer	P	P	N	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Benzene hexachloride, delta isomer	N	N	N	N	N	P	N	N	P	P	N	N	N	N	N	N	P	T	T	T	P	P	P	N
Benzene hexachloride, gamma isomer	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Benzene hexachloride, gamma isomer, tech*	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	P	N	N	N	N	N	P	P	P	P	N	N	N	N
Cumene hydroperoxide (commercial)	P	P	N	N	T	T	N	N	N	N	N	N	T	P	N	N	N	P	N	N	T	T	N	N
Dichloro diphenyl trichloroethane*	N	N	N	N	T	T	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N
2-benzoyl 1, 3 dichloropropane (50 percent active)	T	T	P	P	T	T	T	T	P	P	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Chlorinated camphene (60 percent)*	P	P	P	P	T	T	T	P	P	N	P	N	T	T	T	T	P	P	P	P	T	P	N	N
Chlorinated benzene (no. 1)*	T	T	T	T	T	T	T	P	T	P	P	P	N	N	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T
Chlorinated benzene (no. 2)*	T	T	P	P	T	T	T	T	N	N	N	N	P	N	N	N	T	T	P	P	T	P	N	N
Chlorinated benzene (no. 3)*	T	T	T	T	T	T	T	T	N	P	N	N	P	N	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T
Alkyl aryl bromide, aqueous solution*	N	N	N	N	T	T	T	T	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

\* Obtenidos como productos comerciales.  
 T - Tóxico S - Estimulante  
 P - Parcialmente tóxico N', P', T' - Se substituyó Gloeocopsa por Microcystis.  
 N - No-Tóxico