

TABLA 5: Toxicidad a los Peces, de Seis Compuestos Químicos (21).

Compuestos Probados	Calidad Química Inicial del agua experimentada.						
	TLm -valores, mg/l			OD mg/l	pH	ABC Total mg/l	Dureza mg/l
	24 hr	48 hr	96 hr				
CuSO ₄ 5 H ₂ O	0.19	0.19	0.18	7.5	7.5	34	41
2,3-DNQ	0.24	0.22	0.15	8.0	7.2	36	38
DAC	0.72	0.65	0.65	7.8	7.6	34	30
RADA	0.23	0.23	0.23	8.0	7.7	34	37
RADS	0.33	0.18	0.16	7.5	7.4	20	23
ZDD	0.02	0.01	0.008	7.0	7.5	34	32

Animal de prueba: Pimephales Promelas (fathead minnow) pez forrajero que sirve de alimento a tilapia.

Dureza: al versenato.

TABLA 6: "Toxicidad comparativa del Sulfato de cobre y permanganato de Potasio" (25).

Algas	PARA PREVENIR EL CRECIMIENTO		PARA MATAR EN 12 HORAS		PARA MATAR EN 72 HORAS	
	CuSO ₄ 5 H ₂ O	KMnO ₄	CuSO ₄ 5 H ₂ O	KMnO ₄	CuSO ₄ 5 H ₂ O	KMnO ₄
Microcystis aeruginosa	0.025	4.0	0.1	5.0	0.1	4.0
Anabaena circinalis	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0
Gloeotrichia echinulata	0.1	3.0	0.1	3.0	0.1	3.0
Oscillatoria rubescens	0.4	4.0	0.4	4.0	0.1	4.0
Oscillatoria chalybia	0.1	2.0	0.8	4.0	0.8	2.0
Hydrodictyon reticulatum	0.2	2.0	6.0	3.0	0.6	3.0
Dictyosphaerium pulchellum	0.4	4.0	8.0	12.0	8.0	8.0
Diatom	0.4	1.0	8.0	1.0	8.0	1.0

Todas las cantidades están en mg/l

indica las propiedades algicidas generales de estos compuestos, arreglados los seis compuestos en orden a su toxicidad para cada especie de alga. Un valor de uno, indica que ese compuesto químico es el más efectivo. Si dos o mas compuestos químicos tienen la misma eficiencia relativa, se da un valor promedio, la suma de los valores de cada compuesto químico indica su eficiencia, siendo máxima la eficiencia cuando la suma es menor. La tabla 4 de los porcentajes de especies de algas controladas por los seis compuestos, a cuatro concentraciones diferentes. La tabla 5 presenta los datos sobre toxicidad de estos compuestos a los peces.

Los resultados de estos trabajos efectuados por Palmer y Maloney (21) indican que el dimetil ditiocarbamato de zinc (ZDD) es extremadamente efectivo para controlar el crecimiento de algas, pero su toxicidad a los peces podría limitar su utilidad como algicida. Tanto el cloruro amónico del dodecilacetomidodimetil bencil (DAC) y el acetato de rosinamina D (RADA), tienen gran potencialidad como algicidas. El DAC es mejor debido a su comparativamente menor toxicidad a los peces, siendo particularmente efectivo contra las algas verdes, que comunmente son resistentes a los algicidas.

El sulfato de cobre, substancia que se ha usado extensamente como algicida por muchos años, no es tan efectivo en su toxicidad general como cuatro de los compuestos químicos probados. Esto podría deberse a la naturaleza química del medio de cultivo empleado en este trabajo.

Bajo condiciones de pH y alcalinidad altos, el sulfato de cobre se precipita o forma complejos insolubles reduciendose su efecto tóxico.

El sulfato de rosinamina D (RAS) exhibió alguna selectividad tóxica a las diatomeas, aún cuando RAS se asemeja químicamente a RADA parece que este último tiene mayor potencial para emplearse como algicida. Finalmente el derivado de la quinona 2-3 DNQ no dió indicaciones de ser algicida general pero si mostró toxicidad selectiva para ciertas especies de algas azul-verdes.

Fitzgerald y Faust (22) iniciaran investigaciones sobre: sulfato de cobre productos comerciales del cobre, Algeeclear y Cupro se; dos formulaciones de Algimycin; 200, MT-4; cinco productos de amonio-cuaternario o productos aminados; Steramina, Algimaster, Exalgae C. 2,389 y Armazide. La mayoría de estos compuestos son productos comerciales disponibles para usarse en albercas. De estos compuestos las dos fórmulaciones de Algimycin, 200 y MT-4, fueron los mas efectivos en su propiedades algicidas.

El uso de permanganato de potasio como algicida, a sido reportado por varios autores. Blakeway (23) estableció que el crecimiento de las algas podia ser controlado en depósitos tratados con permanganato de potasio, a una tasa de 3 a 7 lbs/millón de galones. Pearsall y otros (24) indicaron que el permanganato de potasio poseía virtudes adicionales a su acción algicida, incluyendo la oxidación del material orgánico y el control de los olores. Fitzgerald (25) reportó que el uso del permanganato de potasio para tratar agua cruda en recipientes, podría ser ventajoso cuando las especies de algas fueran desconocidas o cuando tubieran diferentes susceptibilidades al sulfato de cobre. Debido a que se sabe que el permanganato de potasio auxilia a eliminar los olores y sabores producidos por algas descompuestas o de otras fuentes, y auxilia en la eliminación de fierro y manganeso, su uso puede tener propósitos multiples. Los resultados de pruebas efectuadas para determinar las concentraciones necesarias de permanganato de potasio y sulfato de cobre, para evitar el crecimiento ó muerte (en 12 ó 72 horas de tratamiento) a seis especies de algas, se presentan en la tabla 6. Siete de ellas son reconocidas como obstructoras de filtros o productoras de olores y sabores. Los resultados mostraron que el tratamiento con permanganato de potasio a concentraciones de 1 a 5 Mg/l, era suficiente para matar a 7 de las 8 especies de algas, notándose en cambio que la susceptibilidad al sulfato de cobre, variaba en rango de 3 de las especies verde azules (productoras de grandes desarrollos) eliminada con 0.1 mg/l. de sulfato de cobre, a 2 especies taponeadora

de filtros no eliminados hasta con 8.0 mg/l.

PROBLEMAS DE INVESTIGACION:

No hay aún sustituto para el sulfato de cobre. Todos los algicidas anteriores aún se encuentran en las fases de desarrollo. La razón de ello son los procedimientos de prueba necesarios para certificar un algicida, antes de que pueda ponerse en el mercado.

Como se estableció en capitulos precedentes, antes de que pueda recomendarse un algicida para usarse en abastecimiento de agua para consumo humano, deberan considerarse un número de factores importantes. Entre ellos pueden mencionarse estudios sobre toxicidad a los mamíferos, terrestres, peces y otros organismos acuáticos. Deberán efectuarse estudios de degradación y de los residuos, para determinar como afectarían los algicidas, al ambiente, la facilidad de manejo y por supuesto también deberá tomarse en cuenta el costo.

Estas pruebas y estudios necesarios podrían costar de 2 a 3 millones de dólares y podrían llevarse varios años para completarlos. El costo y el tiempo han hecho que muchas compañías fabricantes de productos químicos abandonen los estudios de algicidas potenciales, existiendo además otros problemas. No hay procedimientos ó guías que especifiquen las pruebas necesarias antes de que un algicida pueda ponerse en el mercado. La fuerte competencia entre las compañías productoras de sustancias químicas hace poco factible su colaboración entre sí. Así, cada Compañía de productos químicos por si misma ó a través de agencias externas, debe obtener todos los datos necesarios sobre los algicidas nuevos.

Finalmente debido a que el sulfato de cobre trabaja bastante bien como algicida y a su bajo costo, los nuevos algicidas deberán ser más efectivos que el sulfato de cobre ó bien capaces de competir económicamente con él. Por tales razones se encuentra estancado el desarrollo de nuevos algicidas para uso en aguas potabilizables.

SUGESTIONES PARA TRABAJOS FUTUROS:

Las areas que necesitan mayor estudio para el desarrollo de algicidas incluyen:

- 1.- Establecer una guía para:
 - a) selección preliminar de algicidas potenciales.
 - b) pruebas adicionales para los algicidas potenciales mas prometedores.
 - c) determinar que pruebas son necesarias antes de que un algicida se ponga en el mercado.

2.- La estandarización de pruebas y condiciones de prueba de tal forma que puedan compararse con mayor facilidad los resultados.

3.- Mejores registros de las pruebas, recopilación y publicaciones sobre los nuevos algicidas, a través de agencias gubernamentales y privadas para evitar la duplicidad de esfuerzos.

Desarrollo de un programa educativo para operadores de plantas para tratamiento de agua, en los que se incluyan la indentificación de las algas productoras de inconvenientes y creación de sistema para registrar los métodos efectivos para tratar estas algas productoras de inconvenientes.

Muchas de la información concerniente a la selección y prueba de algicidas potenciales, se encuentra ya actualmente disponible en la literatura (16, 17). Sin embargo es necesario que se organicen en una forma aceptable. El someter las guías tentativas a las autoridades competentes para su crítica, las llevará a su refinamiento y mayor aceptación entre los investigadores.

La revisión de la literatura existente y la consulta con las autoridades, pueden también dar como resultado una estandarización de las pruebas y de las condiciones de prueba, de tal modo que los resultados pueden ser comparados con mayor facilidad.

La unión de los esfuerzos del Departamento de Agricultura, La Administración Federal, El Departamento de Interior del Servicio de Pesca y la Vida Silvestre del Departamento de Salud -- Educación y Bienestar y otros, (E.E.U.U.A.A.) es necesaria para establecer las pruebas requeridas antes de que un algicida pueda entregarse al consumidor

POSIBILIDADES EN EL FUTURO:

En el futuro el control de las algas productora de problemas, podrá lograrse mediante el uso de sus párasitos naturales. -- Ciertos virus y hongos, son efectivos contra ciertas algas. -- Datos tomados de los estudios efectuados por Safferman y Morris (26) muestran el poder destructivo de ciertos virus sobre las algas verdes (virus BGA). En las pruebas de laboratorio, ocurrió la destrucción completa de los crecimientos objetables de algas azules-verdes, en unos 7 días después de su tratamiento con virus BGA. La degeneración gradual de las algas problema, puede afectar el ambiente ecológico, en menor grado, que la ocurrencia de su muerte rápida. La estabilidad de virus BGA parece corresponder en forma apegada al patrón de crecimiento de su huésped (algas).

Por lo tanto un ambiente que puede soportar un crecimiento denso de algas suceptibles, parece ser adecuado para soportar a los virus, parece poco probable que el agente pueda infectar otras plantas o animales y se espera no hallar problemas de toxicidad para poder tratar los abastecimientos de aguas con tales agentes.

Canter y Lund (27) han estudiado la relación de hongos parásitos con algunas algas en los lagos ingleses. En sus estudios no pudieron determinar si los hongos eran los causantes de la disminución de algas presentes ó si las algas se hicieron suceptibles a otros factores.

Aún cuando no se han reportado otros algicidas biológicos, parece que es solo cuestión de tiempo para que se hallen más agentes. Las aplicaciones prácticas de estos métodos dependen

de un programa intenso de búsqueda. Nuevamente, el costo de esta búsqueda puede prohibir su desarrollo.

El desarrollo de algicida en el futuro próximo parece promisorio. En una comunicación reciente con el Dr. P. Fitzgerald de la Universidad de Wisconsin indica que un algicida nuevo Algimycin-PLL. puede competir económicamente con el sulfato de cobre.

(Algimycin-PLL Great Lakes Biochemical Co., 6120 W. Douglas Ave. Milwaukee, Wis 53318).

REFERENCIAS:

- 1.- Ingram, W. M. & Prescott, G. W. Toxic Fresh-water Algae. The Amer. Midland Naturalist 52:1:75 (1954).
- 2.- Palmer, C. M. Algae in Water Supplies of Ohio. Ohio Jour of Sci. 62:5:225 (1962b).
- 3.- Palmer, C. M. Biological Aspects of Water Supply and Treatment in Virginia with Particular Reference to - Algae. Va. Jour. of Sci. 18:1:6 (1967a).
- 4.- Palmer, C. M. Algae and Associated Organisms in West Virginia Waters: Problems and Control Measures. ---- Castanea 32:123 (1967b).
- 5.- Palmer, C. M. & Poston, H. W. Algae and Other Interference Organisms in Indiana Water Supplies. Jour. AWWA 48:10:1335 (1956).
- 6.- Laughlin, H. F. Palatable Level with the Threshold - Odor Test. Taste and Odor Control Jour. 20:8:1 (1954).
- 7.- Palmer, C. M. Algae in Water Supplies. U.S. Dept. of HEW, USPHS Publication 657 (1962a).
- 8.- Gerloff, G. C.; Fitzgerald, G. P. & Skoog, F. The Isolation, Purification and Nutrient Solution Requirements of Blue-Green Algae. The Culturing of Algae, Charles F. Kettering Foundation (1950).
The Culturing of Algae, Charles F. Kettering Foundation (1950).

- 9.- Hassler, A. D. Eutrophication of Lakes by Domestic Drainage. Ecology 28:383 (1947).
- 10.- Liebig, Liebig and After Liebig. A symposium of oacers Amer. Assn. Advancement of Science (1942).
- 11.- Hutchinson, G. E. A Treatise on Limnology. John Wiley and Sons, New York, N. Y. (1957).
- 12.- Sawyer, C N. & Ferullo, A. F. Nitrogen Fixation in Natural Waters under Laboratory Conditions, Trans. Seminar on Algae and Metro. Wastes, Robert A. Taft San. Eng. Center Tech. Rpt. W61-3:100 (1961).
- 13.- Palmer, C. M. Evaluation of New Algicides for Water Supply Purposes. Jour. AWWA 48:9:1133 (1956).
- 14.- Mackenthun, K. M. Algae Control. Pub. Works 91:9:114 (1960).
- 15.- Bartsch, A. F. Practical Methods for Control of Algae and Water Weeds. Pub. Health Rpts. 69:8:749 (1954).
- 16.- Fitzgerald, G. P.; Gerloff, G. C. & Skoog, F. Studies of Chemicals with Slective Toxicity to Blue-green - - Algae. Sewage and Ind. Wastes 24:7:888 (1952).
- 17.- Palmer, C. M. & Maloney, T. E. Preliminary Screening for Potential Algicides. Ohio Jour. of Sci. 55:1:1 (1955).
- 18.- Palmer, C. M. & Maloney, T. E. The Use of Algal Cultures in Experiments Concerned with Water Supply - - Problems. Butler Univ. Bot. Stud. 11:87 (1953).
- 19.- Palmer, C. M. An Incubation Room for Algal Cultures in Water Supply Taste and Odor Research. Nres Bul. Phycological Soc. Amer. 5:16:9 (1952).
- 20.- Fitzgerald, G. P. & Skoog, F. Control of Blue-green Algae Blooms with 2, 3-Dichloronaphthoquinone. Sewage and Ind. Wastes 26:9:1136 (1954).

Este articulo se tomo de la Revista "Water and Sewage Wastes" Número de Referencia 1970, es una publicación de Scranton Gillette, 35 E. Wacker Dr. Chicago Ill. 60601.