

DIRECCION GENERAL DE PESCA E INDUSTRIAS CONEXAS  
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES INDUSTRIALES Y  
ECONOMICAS  
LABORATORIO QUIMICO DE TECNOLOGIA PESQUERA

INVESTIGACIONES NECESARIAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE  
UN CRITERIO DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA VIDA ACUATICA

Clarence Cottam, Director-Welder Wildlife  
Foundation, Sinton, Texas, y Clarence M.  
Tarzwell, Chief of Acuatic Biology.  
Robert A. Taft Sanitary Engineering Center  
U.S. Public Health Service.  
Cincinnati, Ohio.

Traducido por: Q.B. S. Larrea R. y Q.B. F. Brizuela A.

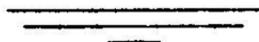
## NOTA PRELIMINAR

La contaminación de las aguas nacionales por desechos industriales y otros materiales -o polución, cuando se hace la traducción del anglicismo aún no sancionado- es uno de los problemas más ingentes y más desatendidos en nuestro país, no obstante los esfuerzos que diferentes dependencias oficiales realizan al respecto.

Los daños que la contaminación industrial causa a actividades como la agricultura, ganadería, pesca y turismo son imposibles de calcular por la falta de datos sistematizados. Sumese a esto la falta de coordinación, disponibilidad restringida de medios, desatención del problema por parte de algunos industriales y sobre todo a que la industrialización de algunas zonas ha tomado por sorpresa a todos.

Afortunadamente la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la de Salubridad y Asistencia, la de Agricultura y Ganadería y la de Industria y Comercio por medio de la Dirección General de Pesca, decidieron hace poco crear una Comisión Intersecretarial que se ocupe de los problemas nacionales de contaminación industrial de ese producto tanpreciado que es el agua. Auguramos gran éxito a esta Comisión en los aspectos no solo administrativos sino técnicos del problema.

Es de desear que las dependencias descentralizadas, los industriales, los diversos centros de investigación y escuelas y público en general, se enteren del problema y ayuden en la medida de sus posibilidades a su abatimiento. La siguiente traducción de otras experiencias es un aporte para este fin.



INVESTIGACION PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UN CRITERIO  
DE CALIDAD DEL AGUA PARA LA VIDA ACUATICA

Clarence Cottam, Director-Welder Wildlife  
Foundation, Sinton, Texas, y Clarence M.-  
Tarzwell, Chief of Acuatic Biology.  
Robert A. Taft Sanitary Engineering Cen--  
ter. U.S. Public Health Service.  
Cincinnati, Ohio.

I N T R O D U C C I O N

El agua es una necesidad básica de la vida. Mientras más compleja es la cultura de un pueblo, y mientras más grande es su industria, necesitan de mayor cantidad de agua. Tanto la población como la industria crecen; y la demanda de agua se acerca rápidamente a los límites disponibles de abastecimiento; en corto tiempo en algunas zonas, esta demanda excederá el abastecimiento. Nuestros abastecimientos de agua no pueden ser aumentados por ningún método conocido que sea económicamente -- factible.

En el futuro, con excepción de las áreas costeras donde el agua de mar pueda ser económicamente convertida en agua dulce, deberemos incrementar la disponibilidad de agua principalmente mediante su recupera--- ción.

Conforme el tiempo pase llegará a ser indispensable usar el agua y recuperarla en forma conveniente para otros usos

El que un agua sea conveniente o no para determinado uso, es ya -- una medida de la contaminación. La contaminación puede ser definida co mo la adición de algún material, o cualquier acción o condición que interfiera, degrade o impida alguna propiedad útil del agua. La contami-- nación del agua puede ser abatida o prevenida arrojando simplemente los desechos a los ríos, presas, lagos, lagunas, océanos, etc., en condicio-- nes tales, que no destruyan o interfieran las propiedades benéficas del agua en donde son arrojados. El cumplimiento de este objetivo no es -- siempre una tarea fácil. Los desechos y contaminantes son muchos y va-- riados y el tratamiento o purificación de algunos es extremadamente -- complicado.

## CRITERIO PARA EL USO BENEFICO DEL AGUA

Los principales beneficios que obtenemos de nuestras aguas son: domésticos, agrícolas, piscícolas, industriales, de navegación, energéticos, recreativos, etc. Para mantener o restablecer las propiedades útiles de nuestras aguas con los propósitos mencionados, nuestra primer tarea sería determinar las características de la calidad del agua para cada uno de los usos expuestos, pues no se puede medir la contaminación eficazmente; hace falta determinar correcciones o valorar las medidas de control, hasta que hayamos establecido aquellas características esenciales. En este trabajo la atención estará dirigida hacia la investigación que hace falta para establecer un criterio de calidad del agua para la vida acuática. Las características de la calidad del agua que se requieren para una buena producción acuática, están determinadas por las necesidades ambientales de las plantas y animales que se quieran producir. La calidad del agua debe ser tal; es y seguirá siendo tal, que garantice la supervivencia, el crecimiento, la reproducción y la existencia general de plantas y animales. Por ello, el establecimiento de un criterio de calidad del agua para la vida acuática es un problema de ecología aplicada. Este criterio no deberá estar basado en condiciones promedio, sino en las condiciones ambientales extremas que son las limitantes. Estas pueden ser determinadas mediante la realización de estudios a fondo de las condiciones ambientales durante todas las etapas de la vida de los organismos que vayan a ser protegidos o propagados. Estos estudios serán la base de cualquier programa serio de investigación dirigido hacia la protección de la vida acuática contra la contaminación.

### Valoración de la contaminación.

Aunque la determinación de los requerimientos para la calidad de un agua útil para la vida estarán en un primer plano dentro de un buen programa dirigido hacia el abatimiento de la contaminación, se deberán tomar en cuenta otras cuestiones. Se deberán desarrollar métodos químicos y biológicos más adecuados para determinar si los requerimientos es

tablecidos se están llenando. Además, se deben idear procedimientos -- que utilicen la biota y que indiquen la severidad y extensión de una -- contaminación. Se hace también necesaria la investigación que desarrolle métodos nuevos y más efectivos para el tratamiento de las aguas de desecho.

La práctica actual, en la manipulación de los desechos, parece -- que es deshacerse de ellos mediante lo que se cree más efectivo o económicamente más a la mano: descargarlos en la corriente más próxima, -- quemarlos, enterrarlos o destruirlos mediante procesos químicos o bioquímicos. Lo que está urgiendo en los tratamientos de los desechos orgánicos son procedimientos que conviertan esos desechos en materiales-útiles. Para llegar a esto sería interesante el uso de microorganismos. Este campo tiene grandes posibilidades de éxito, tal como lo indica el progreso notable observado con varios procesos fermentativos.

Puesto que la composición cualitativa y cuantitativa del biota la determinan la calidad del agua y los límites extremos de las condiciones del ambiente, la biota, por lo tanto, será una medida de estas condiciones. Cuando se conocen los requerimientos ambientales de varios-grupos del biota, aquellos se pueden utilizar para saber las condiciones tanto pasadas como extremas en el ambiente, condiciones que han -- prevalecido durante sus ciclos de vida.

Actualmente la investigación se está dirigiendo a la determinación de los requerimientos ambientales de ciertos animales acuáticos.- Estas investigaciones deberán ser grandemente ampliadas para que incluyan más especies, si es que queremos tener los datos esenciales que -- nos aseguren la utilización de los organismos dados como indicadores -- de las condiciones ambientales, así como para el establecimiento del -- criterio de calidad del agua lo cual asegure la protección y la existencia de la biota acuática. No sólo tenemos que determinar los requerimientos ambientales de los peces, sino también de los demás organismos de la cadena alimenticia. Actualmente existe una gran carencia de datos acerca de los requerimientos de los insectos acuáticos y la toxici

cidad que los causan los desechos y los pesticidas. También es necesario investigar más acerca de los efectos a corta y a larga exposición, de varias sustancias de desechos sobre la vida acuática. Esto es esencial si queremos establecer ciertos factores que después se usarán en bioensayos de tiempo corto para indicar concentraciones de desechos que no afecten la existencia en general de los organismos.

#### Sólidos Sedimentables y Turbidéz

Se necesita conocer mucho más acerca de los efectos directos o indirectos que sobre la vida acuática tienen los sólidos en suspensión y sedimentables; de sus efectos mecánicos sobre los peces y otros organismos; de los efectos sobre los organismos de fondo debido a su depósito en cantidades variables en los fondos de corrientes y lagos; y de los efectos de la turbidéz contra la penetración de luz, fotosíntesis y ciclo energético. Se deberá conocer más acerca de la cantidad de luz requerida por las algas planctónicas para que produzcan en la fotosíntesis, el suficiente oxígeno que consumen en la respiración; y acerca de la mínima cantidad de luz requerida en el crecimiento de las plantas acuáticas con raíz. Cuando se disponga de toda esta información, se podrán establecer límites de turbidéz para asegurar la penetración adecuada de luz a diferentes profundidades.

#### Temperatura

La temperatura es un importante factor en el medio acuático puesto que influye en el bienestar y el comportamiento de los peces de muchos modos. La temperatura puede llegar a ser un agente letal, o influir en la migración, en el metabolismo, en la cantidad de oxígeno requerida, velocidad de crecimiento, actividad, época de desove y en la toxicidad de varios contaminantes. Por otro lado, la elevación de la temperatura en las corrientes se ha venido incrementando debido a los desechos industriales, a las aguas de enfriamiento de los reactores nucleares y al regreso que se les da a las aguas de irrigación. Si esta tendencia continúa, las temperaturas en el verano alcanzarán niveles críticos en al-

gunas zonas y puede que durante el invierno haya cambios significativos en las temperaturas de nuestras corrientes. Esto último puede tener -- efectos tanto benéficos como nocivos. Es enteramente posible que la elevación de temperatura induzca a los peces de ciertas áreas a desovar fuera de época. La suspensión durante los fines de semana de las actividades industriales que lloven aparejada una disminución en la temperatura del agua, puede resultar en la muerte de huevecillos y crías. --- Puesto que la mayoría de los organismos acuáticos de la zona templada -- se han desarrollado bajo variaciones de temperatura estacionales, algunos necesitarán de bajas temperaturas en ciertos periodos. Las altas -- temperaturas del verano pueden tener efectos drásticos y dañinos. Es -- necesaria más información acerca de los máximos y mínimos de temperatura, así como la amplitud de las fluctuaciones, que puede tolerar la biota acuática en periodos cortos de tiempo. En el futuro, en ciertas ---- áreas, es posible que tengamos que constatar el problema de altas temperaturas en el invierno como ahora lo hacemos en el verano. Se necesitan de estudios anuales para determinar los requerimientos térmicos, no solamente de los diversos estados de desarrollo de los peces, sino también de los organismos que le sirven de comida. El criterio de temperatura deberá de estipular no sólo acerca de la supervivencia, sino también de la existencia general de las especies importantes en la biota -- acuática. Hacen falta más estudios para determinar aquellos organismos que requirieron periodos de bajas temperaturas y los posibles cambios en la población cuando las condiciones de temperatura llegan a ser más favorables para un grupo y desfavorables para otro. Algunas veces un incremento en la temperatura favorece el desarrollo de las especies sin -- valor a expensas de las especies comerciales o deportivas.

#### Oxígeno

Actualmente se están haciendo varias investigaciones acerca de los requerimientos de oxígeno de peces comestibles y deportivos pero aún -- falta mucho por hacer. Se necesitan más datos acerca de los requerimientos de oxígeno de huevecillos, alevinos, juveniles y de otras etapas --

del crecimiento. Necesitamos conocer los más favorables niveles de temperatura de su desarrollo, crecimiento, reproducción y comportamiento, - así como el tiempo que pueden vivir a varios niveles bajos de oxígeno, - y el nivel mínimo que pueden soportar durante intervalos cortos. Esta misma información también es necesaria para los micro y macroinvertebrados, los cuales tienen importancia como alimento. Conocemos muy poco - acerca de los requerimientos de oxígeno de los organismos que sirven de alimento a los peces y de otros organismos de la cadena alimenticia.

Se han realizado gran número de estudios de corta duración acerca de los requerimientos de oxígeno disuelto (O.D.) de peces en reposo. - Sin embargo, hace falta la información definitiva de los niveles de O.D. más favorables o preferidos durante todo el ciclo de vida bajo las - condiciones más naturales posibles. Las diferencias en los requerimientos de O.D. para varias especies es importante. Se necesitan datos no solamente de los niveles de O.D. más bajos tolerables en periodos variables y bajo diferentes condiciones de actividad, sino también los niveles óptimos.

Se necesita una información más detallada de los efectos que sobre los requerimientos de oxígeno ejercen diversas concentraciones de bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, metano, amoníaco y otros productos resultantes de la descomposición de desechos orgánicos. También hace falta más información sobre los efectos directos e indirectos del pH, temperatura y otros materiales tóxicos sobre la cantidad de oxígeno requerida por la biota acuática.

#### Toxicidad

Aunque se han reunido por medio de bioensayos un gran número de datos acerca de la toxicidad sobre peces utilizando varios materiales tóxicos, muchos de ellos tienen un valor práctico limitado para el establecimiento del criterio de calidad del agua. Algunas de estas pruebas se hicieron durante periodos cortos de una hora a unas cuantas horas y, - aún así, algunas no indican con exactitud la agudeza de la toxicidad de

los materiales. Otras veces, no se especifican las condiciones en que se realizó la prueba. Es necesario conocer las especies usadas y las características del agua de dilución, como son: O.D., pH, acidez, alcalinidad total y dureza; datos de gran interés práctico ya que influyen importantemente en la toxicidad de muchos desechos. Debido a que muchos tóxicos son de acción lenta y otros de efecto acumulativo, es deseable alargar los bioensayos al menos 4 días. Tales bioensayos indicarán intoxicaciones agudas y algo de los efectos acumulativos. Ahora bién, las pruebas largas y continuas de unos 30 días o más tienen el valor de indicar más adecuadamente las concentraciones a que pueden estar continuamente expuestos con seguridad. Es precisamente esta última información la que se necesita para el establecimiento del criterio de calidad del agua. Si en el bioensayo de un desecho específico se usa como agua de dilución el agua de la corriente en el punto en donde el desecho va a ser descargado, ello automáticamente valorará aquellas características de la calidad que influyen la toxicidad. Se puede obtener un coeficiente o factor de aplicación que ahorre la prueba larga, si por ejemplo el valor de los TLM a las 48 o 96 horas, establecido del modo señalado, se comparan con las concentraciones encontradas. Este factor obtenido con los resultados de los bioensayos a corto plazo se puede usar en otras áreas para indicar las concentraciones a las cuales los peces están salvos de una exposición continua, si se toman en cuenta otras condiciones, que incluyen: la sensibilidad de varias especies y de varias edades dentro de la misma especie; variaciones en la temperatura; la potencia del desecho y otras características del agua durante el ciclo anual.

Mientras que la aplicación del criterio numérico puede ser posible en zonas bastante amplias cuando se trata de materiales cuya toxicidad no es cambiada significativamente por las variaciones normales que experimenta la calidad del agua, es esencial una aproximación más estricta en muchos materiales y para la mayoría de los desechos complejos, especialmente para aquellos desechos cuya toxicidad esta determinada por las características del agua que los recibe. Ahora bien, des

pués de que los valores de la TLM (mediana de <sup>Tolerancia</sup> ~~Letal~~) sean determinados, se pueden usar los factores de aplicación para obtener las concentraciones inocuas en una área dada.

Se hace necesario investigar grandemente para desarrollar los factores de aplicación. Como existen amplios márgenes en la sensibilidad de las especies para un mismo desecho, se requiere que las pruebas de toxicidad se hagan con todas las especies importantes de una población y con cada uno de los más importantes desechos industriales. Aparte del gran trabajo acumulado que significará esto, se ganará debido al desarrollo de métodos de bioensayo para muchos de los invertebrados -- acuáticos. Para llevar a cabo este trabajo, se podrán hacer generalizaciones pero con gran precaución, ya que algunas especies resistentes a una sustancia dada, pueden ser sensibles a otra. Puesto que nuestra intención es proteger a las especies más valiosas, nuestro criterio debe servir para proteger a las más sensibles.

Aunque los bioensayos son valiosos para indicar una intoxicación aguda y los niveles inocuos de los desechos tóxicos, es de recomendar que se usen también otros tipos de pruebas. En ciertos casos las pruebas fisiológicas pueden ser más efectivas para determinar los niveles de seguridad y el establecimiento de los factores de aplicación.

Los bioensayos están basados en la regla del "todo o nada"; los desechos matan o no matan y los resultados se obtienen a partir del porcentaje de mortandad. Los materiales tóxicos aún en concentraciones por abajo de las letales pueden afectar drásticamente al habitat acuático, al disminuir la resistencia a enfermedades y parásitos; al limitar la alimentación y el crecimiento; previniendo la reproducción, o disminuyendo la actividad. La realización de pruebas de habilidad natatoria, alimentación, rapidez de crecimiento, metabolismo, u otros efectos fisiológicos, pueden ser más efectivos que los bioensayos prolongados en la determinación de concentraciones inocuas para la vida acuática, bajo condiciones de exposición continua. Se cree, firmemente, que se deben llevar a cabo más pruebas fisiológicas; tales pruebas

pueden muy bien servir como indicadores directos de un criterio para de sechos específicos. Los estudios fisiológicos darían una información - más entendible acerca de como y cuales tóxicos son los que actúan; cuales estudios serían útiles en la valoración de nuevos tóxicos, y en el desarrollo de procedimientos de tratamiento. Los estudios fisiológicos también nos indicarían la rapidez de recuperación y el desarrollo de re sistencia a los tóxicos, así como los factores asociados con estos cambios.

Sería de gran valor la realización de estudios acerca de los efectos por exposiciones repetidas y, o, acerca de los efectos acumulativos. También debería de considerarse la determinación de acciones sinérgicas o antogónicas, así como la causa de tales acciones cuando dos o más sustancias se agregan al medio acuático. Debe darse especial atención a los efectos no sólo de altas concentraciones, sino a los que causan - la exposición continua a bajas concentraciones, especialmente aquellos que puedan interferir los procesos metabólicos o retardar la producción enzimática de células o la oxidación celular. Los efectos de pequeñas cantidades de tóxicos pueden producir efectos tardíos que son muy difíciles de asociar con la causa original.

Es claro que hace falta mucha investigación para llegar a tener mé todos de tratamiento para la separación de materias tóxicas del agua. - También se necesita de la investigación continua para determinar la toxicidad de nuevos productos antes que ellos sean comunes al medio acuático.

#### Mal Sabor en las Carnes de Pescado

Aunque las sustancias que le confieren un mal sabor a la carne de pescado no estén presentes en cantidades tóxicas, ellas pueden destruir una pesquería. Si solamente son unos pescados los dañados el público - rehusa comprar pescado de la zona, resultando de este modo afectada toda la producción proveniente de la zona. Con el desarrollo de la petro química, síntesis orgánicas y otras industrias recientes, los malos sa-

bores se han hecho más intensos y se han extendido más. Se necesitan de bioensayos continuos para determinar las sustancias que le imparten un sabor desagradable a la carne de pescado, a los ostiones, al camarón y a otros organismos acuáticos utilizados como alimento, así como las concentraciones que no produzcan sabores. Estos niveles servirán como un criterio para controlar el problema.

#### Contaminantes Diseminados

Casi siempre, cuando se considera el abatimiento de la contaminación, se piensa en plantas de tratamiento para el manejo de los desechos industriales o municipales. Estos desechos provienen de una fuente fija o se recogen en una localidad específica para verterse a una planta de donde el efluente tratado se descarga a una corriente en un punto fijo. Sin embargo, algunos grupos de contaminantes potenciales no se pueden considerar o manipular del modo convencional. Estos son los cada vez más importantes desechos o contaminantes que llegan a nuestras aguas procedentes de las aguas de la cuenca o de una porción de ella, por lo que no están sujetas a los métodos convencionales de recolección y tratamiento.

Si van a ser controlados los efectos polutivos de estos desechos, las medidas de tal control deberán dirigirse a su origen. Entre estos desechos tenemos: 1) Los materiales originados por la erosión de las vertientes; 2) radioactividad causada por lluvias radioactivas y lavado de la tierra; 3) aguas de regreso de los campos de irrigación; 4) pesticidas aplicados directamente al agua o provenientes de terrenos adjuntos.

La contaminación de las aguas por estos 4 tipos de desechos es un problema extenso y difícil que puede ser resuelto únicamente por la cooperación de los esfuerzos de todos los involucrados. Algunas dependencias estatales y federales así como grupos locales e individuos tienen que ver con estos problemas y todos deben trabajar activamente para disminuir la contaminación.

En el extenso campo de la biología del agua contaminada no debemos perder de vista que un mal manejo en el trabajo de la tierra es el causante de contaminación y serios efectos sobre la productividad de nuestras aguas. Los materiales erosionados constituyen nuestro más universal y tal vez el más importante contaminante en la mayor parte de los E.U. Los sólidos disueltos que sirven como materiales fertilizantes pueden producir un gran desarrollo de algas y otros efectos perjudiciales. Los sólidos pueden causar turbidez indeseable e impedir la productividad de las áreas bentónicas. Cuando los sólidos sedimentan intervienen en la formación de capas de cieno, interfieren la purificación natural, impiden la reproducción, asolvan las pozas, destruyen los refugios obstruyen los ríos y asolvan lagos y depósitos de agua.

Los desechos de este tipo se controlan impidiendo su entrada a las corrientes por medio del control de la erosión y prácticas racionales en el uso de la tierra. Cierta número de dependencias federales y estatales están llevando a cabo investigaciones y acciones dirigidas hacia el control de la erosión del suelo. Estos esfuerzos se pueden apuntalar y coordinar al abatimiento de la contaminación por medio de programas educativos.

Debido a la lluvia radioactiva y a la utilización industrial de sustancias radioactivas, la radioactividad en el agua está cobrando una gran importancia. Se necesitan estudios para saber en dónde; en cuáles organismos y en qué grado, estos materiales están siendo concentrados; y a que niveles son peligrosos para la biota acuática. Se necesita establecer el criterio de los límites permisibles para estos materiales.

Con la ampliación de los sistemas de canales y la intensificación del drenaje, así como a causa de otras actividades relacionadas con el uso de la tierra, ha venido bajando progresivamente el nivel freático del agua. La disminución del agua en la tierra ha aumentado ahí donde es corriente la irrigación y está siendo considerada en algunas áreas del húmedo Este. El extenso consumo del agua en prácticas de irriga-

ción puede llegar a secar algunas corrientes o bajarlas tanto de volumen que se presente una seria destrucción del habitat acuático y de la vida en general. La reducción del flujo de las corrientes disminuye la autopurificación causando una mayor concentración de materiales tóxicos. Las aguas de retorno de la irrigación son frecuentemente altas en sólidos disueltos y, como ya se mencionó, más calientes que las aguas de las corrientes. Una agua así puede convertir a una corriente inadecuada para las truchas y otros salmónidos. Al igual que en la prevención de la erosión, algunos grupos de gentes están involucrados en este difícil problema, cuyo mejor modo de resolverlo es usando la tierra adecuadamente.

Los <sup>parasitocidas</sup> ~~pesticidas~~ (incluyendo insecticidas, <sup>rodenticidas</sup> ~~rodenticidas~~, herbicidas, etc.) son ahora tan ampliamente utilizados, que están llegando a ser un serio problema de contaminación del agua en muchas zonas. Se están esparciendo cada vez más en amplias áreas un número creciente de productos nuevos y más tóxicos para el control de plagas en los bosques y la agricultura. Debería de investigarse previamente antes del uso masivo de esos productos aunque se esté muy rezagado en este campo. La toxicidad de los más recientes pesticidas no se conoce aún ni para unas pocas especies acuáticas. De los pesticidas orgánicos de uso común el que más se ha estudiado es el D.D.T. y aún así sólo hay datos disponibles para unas cuantas especies. Urge de inmediato la obtención de información acerca de la toxicidad de todos los pesticidas sobre la fauna acuática.

Si se quiere proteger a la fauna acuática se deben determinar las concentraciones de cada una de estas sustancias en particular y luego en combinación con otras de por sí inócuas para la biota acuática. Pero no hay que esperar hasta que estos niveles sean conocidos para poder establecer el criterio de calidad del agua, proteger la vida acuática y prevenir la contaminación. Puesto que los escasos datos con que se cuentan indican que las concentraciones de algunas sustancias letales para diferentes especies de peces varían hasta en quinientas veces, sería lógico suponer que las concentraciones permisibles deberán estar basadas en las cantidades tóxicas para las especies más sensibles y las etapas de desarrollo. También se debe dar cuidadosa atención a los efectos sinérgi-

cos, cuya manifestación muestre que aquellos pueden ser de importancia.

Considerando que las concentraciones mortales de algunas de estas sustancias varían dentro de varias centenas de partes por billón o en decenas de cien partes por billón, puede ser que no fueran difundidas, o también que no fueran aplicadas directamente al agua aun en una fracción de la dosis comunmente utilizada en los terrenos. En este tipo de contaminación, el abatimiento se puede hacer solamente por medio de un control rígido de las diversas clases y cantidades de las sustancias usadas, y dando preferencia al uso de aquellos productos que sean menos tóxicos para la vida acuática.

#### DISCUSION

Para llevar a cabo un programa de investigación dirigido hacia el abatimiento de la contaminación del agua, deberán emprenderse, en su secuencia apropiada, ciertas investigaciones previas; primero, la determinación de las características esenciales para cada uno de los modos de utilización del agua. Esto sirve de base del criterio de calidad del agua, y a su vez es la base para definir un agua apropiada. Sin este criterio la contaminación del agua no podría ser un concepto claro, ni se podría demostrar plenamente. Los investigadores se deben dar cuenta de que estos hechos primordiales son la primera línea de combate contra la contaminación. Pero esto no quiere decir que hasta que no se tengan las definiciones claras y concisas acerca de las características del agua utilizada en cada uno de sus fines benéficos, respaldado esto con suficientes datos, será posible demostrar la existencia de la contaminación, su agudeza y las medidas contra ella. Los resultados deben exponerse en forma fácilmente entendible, y deberán ser ampliamente difundidos de tal modo que los directivos, administradores gubernamentales, industriales, inspectores y público en general, sean capaces de entenderlos y apreciarlos en la aplicación al abatimiento de la contaminación.

Para que el criterio de calidad del agua sea efectivo en la protección de la vida acuática, deberá basarse en las condiciones ambientes que requiere la biota acuática y asegurar el mantenimiento y la renova-

ción de dichas condiciones esenciales para la existencia, crecimiento, reproducción y supervivencia de los organismos más importantes en el medio acuático. Para el establecimiento de este criterio de calidad del agua es un prerequisite el conocimiento de las condiciones que requiere la biota. Pero este conocimiento implica que doblemos los esfuerzos que le dedicamos a nuestra investigación actual. La investigación de los niveles mortales; las condiciones que pueden resistir únicamente durante períodos breves; las condiciones esenciales para una buena existencia, y la interrelación entre varias condiciones del habitat, deberían estar en un primer plano y fomentarse en las escuelas y universidades así como en las dependencias gubernamentales.

#### R E S U M E N

La recopilación de datos fundamentales para la formulación de un criterio para la protección de la vida acuática requiere de la investigación en varios campos para determinar lo siguiente:

1.- Grados de turbidez que inhiben la productividad; tolerancia a la turbidez de las especies más importantes del fitoplancton y plantas acuáticas de raíz, y los grados a los cuales la turbidez interfiere la rearación debida a la fotosíntesis.

2.- Temperaturas, letales o limitantes para ciertas especies; niveles de temperatura durante las estaciones y que tengan que ver con la existencia general y con los diferentes niveles de productividad; las temperaturas más favorables para las especies de valor.

3.- Los requerimientos de oxígeno de al menos las más importantes especies del biota acuático; los niveles letales; las concentraciones que pueden resistir por determinado tiempo, y los niveles basales para una existencia normal en condiciones de exposición continua.

4.- Los efectos de la temperatura, pH, varios gases disueltos, líquidos y sólidos sobre las concentraciones mínimas favorables de oxígeno no disuelto.

5.- Los niveles de pH limitantes y favorables, y los efectos del pH sobre otros factores ambientales, especialmente la toxicidad de varias sustancias.

6.- La toxicidad de desechos complejos y otros materiales sobre la vida acuática en tiempos breves y prolongados.

7.- Efectos fisiológicos subletales y a largo plazo de los tóxicos sobre especies importantes del biota y sobre el equilibrio biológico, con especial referencia a sexo, edad, estación, competidor, predador, parásito, y en relación con las enfermedades.

8.- Formas en que estos materiales penetran al cuerpo; su detección y cuantificación ahí, y la cantidad acumulada que es letal.

9.- Métodos para el establecimiento de factores de aplicación que se puedan utilizar en bioensayos de corto plazo, en pruebas fisiológicas u otros estudios que indiquen los niveles inócuos de un desecho en condiciones de exposición continua.

10.- Para todos los nuevos pesticidas con prioridad a su uso: su toxicidad aguda en los más importantes miembros del biota acuático; sus propiedades residuales; su inactivación o velocidad de adsorción en diferentes tipos de suelos; especificaciones, métodos y los tiempos de contacto menos dañinos a la biota acuática; la toxicidad en condiciones de exposición continua y las cantidades que se pueden aplicar a la superficie del agua y a los terrenos sin que se dañe la vida acuática.

Para prevenir la contaminación del agua por los pesticidas la investigación debería dirigirse no tanto al desarrollo de venenos de amplio espectro, como a la búsqueda de sustancias más específicas para aquellos organismos que se quieren controlar.

Mientras continúa la recopilación de datos para el establecimiento del criterio de calidad del agua, la información actual debería ser utilizada para la formulación de un criterio tentativo donde se aplicaran en la protección del biota, todos los datos disponibles pero teniendo -

en cuenta que este criterio deberá mejorarse conforme se vayan teniendo más datos.

Cuando haya sido establecido el criterio basado en la información disponible, la siguiente tarea será la de desarrollar procedimientos -- que pongan de manifiesto y cuantifiquen rápidamente la contaminación. -- Serán de gran valor aquellos estudios que valiéndose de la biota acuática revelen las condiciones ambientales pretéritas. Los estudios fisiológicos son también de un gran valor práctico en el descubrimiento y valoración de los efectos subletales. Hay necesidad de métodos químicos para la determinación de varias sustancias en el agua, y para comprobar si el criterio de calidad del agua está siendo respetado por los que -- descargan desechos.

Los contaminantes que no provienen de un punto específico, sino de una gran extensión de una cuenca, requieren otro trato; en estos casos, el control se debe de ejercer en toda el área. Los sedimentos debidos a la erosión de la tierra son ejemplos destacados de contaminantes de este tipo, del mismo modo que los pesticidas. La contaminación causada por pesticidas se puede prevenir solamente si se controlan las clases de productos y la cantidad que de ellos se aplica.

Los muestreos biológicos periódicos son la mayor herramienta en la determinación de la contaminación del medio acuático y en la valoración de sus efectos; son también uno de los mejores métodos para determinar si los desechos que se descargan a las aguas cumplen los requisitos establecidos para la protección de la vida acuática.

---

Traducido por: Q.B. S. Larrea y Q.B. F. Brizuela A.  
de: Biological Problems in Water Pollution  
Transactions of the 1959 Seminar  
U.S. Department of Health Education, and Welfare.  
Robert A. Taft Sanitary Engineering Center  
Technical Report W60-3 p.p. 226-232.

22-IV-64

silvia rodríguez h.