

# IBÉRICA

REVISTA QUINCENAL ILUSTRADA  
INFORMATIVA DEL PROGRESO DE LAS CIENCIAS Y DE SUS APLICACIONES

AÑO 4.º

TOMO 7.º

(2.ª ÉPOCA)

1948

PRIMER SEMESTRE

Dirección, Redacción y Administración

Núms.

128-139

Palau, 3 - Apartado 759 - BARCELONA

# PROBLEMAS HIDROBIOLÓGICOS EN LA FILTRACIÓN LENTA DE AGUAS POTABLES

por

RAMÓN MARGALEF

Las grandes agrupaciones humanas consumen una enorme cantidad de agua, que es preciso reúna ciertas condiciones, en atención a la salud y al bienestar. Cada ciudad ha resuelto los problemas del suministro de aguas de acuerdo con sus posibilidades, o peor de lo que ellas permiten. Cuando el agua no se toma de manantiales permanentes, el servicio de abastecimiento abarca una fase de reserva o almacenaje del agua y otra de filtración. Claro está que ahora no nos interesan los problemas técnicos de captación, construcción de los depósitos y canalizaciones, aunque todas estas cuestiones tienen su importancia al enfocar los problemas de índole puramente biológico, a los que nos referiremos a continuación.

La retención temporal de una considerable masa de agua es conveniente para unificar su calidad. Además, el reposo del agua durante un mes hace que desaparezcan espontáneamente de ella las bacterias patógenas que pudiera contener. Pero un depósito constituye un ambiente muy favorable al desarrollo de una rica fauna y flora, cuya inevitable existencia puede tener importancia en la calidad de las aguas. Puede ocurrir que determinen olores o sabores indeseables en un agua potable y aún, si las condiciones son deficientes, el número de bacterias contenido en el agua aportada llega a aumentar, en vez de disminuir, durante su almacenaje. Todo esto ha de preverse por el control biológico, el cual debe aconsejar los medios necesarios para evitar todos los inconvenientes dichos. Los problemas son los mismos que en el control de los filtros, y aún más sencillos, de modo que los enunciaremos al tratar de las instalaciones de filtración.

La filtración es necesaria para eliminar las partículas en suspensión que el agua lleva con-

sigo, en particular cuando se trata de una captación de aguas superficiales (aguas procedentes de ríos o lagos). Además, la filtración, en ciertas condiciones en las que los organismos desempeñan importante papel, influye favorablemente en la potabilidad de las aguas, por eliminar sales de metales pesados y alterar las proporciones de gases disueltos en el agua. Naturalmente, estas modificaciones en la calidad del agua no tienen nada que ver con la acción puramente mecánica del filtro y es interesante insistir en que son debidas exclusivamente a una acción biológica, a los elementos vivos de la superficie filtrante. Es claro que este incremento, en la potabilidad de las aguas no se consigue con los procedimientos de filtración que eliminan *a priori* una eficaz acción de la flora de algas.

Desde este punto de vista podemos, pues, distinguir dos formas de filtración: la filtración con ayuda de organismos vivos, que también puede llamarse filtración "lenta", pues la velocidad del agua, a través del lecho de arena, no excede de unos 10 cm. por hora, y la filtración "rápida", que consiste en prescindir de la acción de los organismos, adicionar al agua un coagulante, como, por ejemplo alúmina, y filtrar con cierta rapidez, a presión o por la simple acción de la gravedad, a través de arena. Los granos de arena y especialmente la superficie del filtro se recubren pronto, en este procedimiento, de una capa de precipitados pardos. Durante los últimos decenios se ha dado mucha preferencia al método de filtración rápida por ser de mayor rendimiento, pero presenta algunos inconvenientes, entre otros el paso de bacterias y las frecuentes proliferaciones de bacterias y hongos en el agua después de filtrada. Estos defectos se salvan, en parte, por la desin-

fección química — a base de cloro —; sin embargo, esto no quita muchas veces ciertos olores y sabores y tampoco oxigena el agua, como lo hace el procedimiento de la filtración lenta.

En esencia, un filtro biológico consiste en un estanque con el fondo recubierto por un lecho de arena, que el agua debe atravesar para ir a parar a las canalizaciones de salida. Los problemas biológicos que plantea un filtro de este tipo son, en parte, los mismos que ofrecen los depósitos de simple almacenaje, cuando se trata de la producción de organismos planctónicos susceptibles de perjudicar la calidad del agua; pero mucho mayor interés práctico tiene la comunidad de organismos que viven en la superficie del filtro de arena, por depender de ellos muchas de las propiedades del filtro. El tipo de instalaciones filtradoras con "filtros biológicos" es ya antiguo y esencialmente no ha variado en un siglo. A lo largo de todo este tiempo ha venido desarrollándose una importante rama de hidrobiología aplicada que trata de las características biológicas de los filtros y de todos los restantes hechos biológicos que afectan de manera más o menos directa a las instalaciones de aprovisionamiento de aguas.

En la superficie del lecho filtrante y en los intersticios que quedan entre los granos de arena de sus 20 centímetros superficiales vive todo un mundo de organismos acuáticos. En la parte superior, expuesta a la luz, se hallan numerosas algas, especialmente diatomeas, y, ya entre la arena, un gran número de bacterias. Suelen hallarse también protozoos, larvas de dípteros y otros animales; pero los organismos que tienen verdadera importancia son los vegetales. Las algas de la superficie, bajo la acción de la luz, sueltan oxígeno, de modo que el agua se sobresatura de este gas, lo cual facilita las oxidaciones de la materia orgánica que eventualmente pudiera contener, de lo que cuidan las bacterias subyacentes. Los granos de arena de la parte biológicamente activa del filtro aparecen recubiertos por una especie de gelatina de origen biológico: es una excreción de las algas y bacterias, que pululan en su seno. Dentro de esta gelatina precipitan, al pasar a forma insoluble, ciertas sustancias que el agua llevaba consigo: sales ferrosas que pasan a férricas, carbonato cálcico, compuestos de manganeso, etc.

Hemos ya indicado que las bacterias oxidan la materia orgánica, y ellas y algunos protozoos absorben directamente parte de la misma. Otras sustancias quedan absorbidas en la "zooglea" — como suele llamarse a la masa gelatinosa que empasta la arena superficial —, de modo que la significación de un filtro de esta clase es muy superior a la mera eficacia mecánica de un filtro de arena. El sostenimiento de la bondad de un filtro de esta clase queda supeditado a una serie de condiciones. La velocidad de filtración ha de ser lenta, de otra manera pasan algunas bacterias o se desagrega más o menos la zooglea. Debe existir una oxigenación suficiente del agua en la superficie filtrante, por acción de las algas.

Si el oxígeno es escaso, a corta distancia de la superficie del lecho, las bacterias trabajan en condiciones anaerobias, especialmente cuando la materia orgánica es excesiva, y esto representa un inconveniente grave, por ser causa de malos olores en el agua. Este defecto se presenta especialmente en instalaciones de países tropicales, donde la eliminación del sulfhídrico ofrece serias dificultades. La limpieza del filtro es delicada: el funcionamiento eficaz no se restablece hasta cierto tiempo después de empezar la filtración, y ha de tenerse mucho cuidado en lavar la arena si debe utilizarse de nuevo y, además, almacenarla un tiempo prudencial entre su lavado y su nuevo uso, para garantizar la desaparición de ciertas bacterias.

No debe usarse el cloro para el tratamiento de las aguas antes de su filtración; porque, como es obvio, el cloro mata los organismos de la superficie filtrante y el filtro pierde todas las propiedades que aquellos organismos le dan. Una moderada duración de almacenamiento del agua destruye, por ella sola, la mayoría de las bacterias nocivas, y el filtro hace el resto; de modo que con el procedimiento de filtración lenta y biológica, no es aventurado prescindir del tratamiento con cloro. Naturalmente que puede usarse para mayor seguridad, y su aplicación es indispensable en caso de peligro.

El tratamiento con cloro se hace entonces en el agua ya filtrada y así se elimina un nuevo riesgo, que se presenta cuando el cloro actúa directamente sobre un agua que contiene organismos, y consiste en que, tras la muerte y des-

agregación de éstos, producida por el cloro, quedan en libertad ciertas substancias orgánicas, especialmente esencias, que solas o combinadas con el cloro dan al agua sabor desagradable, cuya eliminación es una enorme dificultad. Este peligro es mayor o menor según sean las especies afectadas; un alga flagelada con cromatóforos amarillentos del género *Synura* ha sido especialmente citada como causante de sabores especiales bajo la acción del cloro. Esta alga es planctónica, o sea, vive en la masa de agua superpuesta a la superficie filtrante.

El desarrollo de plancton en los depósitos, sea *Synura*, sean otras especies, plantea otra cuestión. Entonces el agua consiste en una suspensión de organismos y, al filtrarse, los seres del plancton van quedando depositados en la superficie del filtro. Los inconvenientes son dos: por una parte, ocurre que los organismos planctónicos mueren y su materia orgánica ha de ser oxidada, con el consiguiente peligro de que falte oxígeno y se llegue a condiciones anaeróbicas en las capas inferiores del filtro, lo cual, como ya se ha indicado, debe evitarse. Por otra parte, los restos de organismos planctónicos —especialmente las valvas silíceas de las diatomeas— obstruyen poco a poco el filtro y disminuyen excesivamente su rendimiento. Interesa, pues, mantener a raya el desarrollo del plancton. Esto se consigue con alguicidas, que maten a las algas del plancton, pero que no afecten a las de la superficie del filtro. Aquéllas son más delicadas y mueren antes, bajo concentraciones de los alguicidas que actúan poco sobre las algas del filtro. Con esto queda indicado que debe graduarse cuidadosamente la concentración que se utilice, para obtener los efectos deseados.

Como alguicida se prefiere el sulfato de cobre, el cual presenta, además, la ventaja de formar compuestos insolubles y quedar retenido en el filtro, de modo que, calculando correctamente la dosis, se consigue que el agua que sale del filtro esté prácticamente exenta de sales de cobre. El sulfato de cobre es eficaz a la dilución de una parte en 3 millones de partes de agua, para *Synura*; para *Spirogyra*, basta una parte en 25 millones. Si en el estanque del filtro se crían peces, debe tenerse en cuenta que las sales de cobre pueden ser tóxicas para ellos; la trucha

resiste concentraciones de sulfato de cobre de 1:700000, los vulgares peces de colores son más resistentes, viviendo bien en concentraciones de 1:200000. Otras especies toleran dosis de hasta 1:500000, suficientes para terminar con todas las algas del plancton que más estorban.

Generalmente el desarrollo de la vegetación planctónica es periódico. En cierta época, las algas planctónicas empiezan a aumentar rápidamente en número, de modo que en pocas semanas se llega a producciones enormes. Es conveniente, pues, aplicar el alguicida al principio del incremento, porque así queda pronto dominado, sin necesidad de destruir gran cantidad de materia organizada, lo cual no deja de ser nunca más o menos perjudicial. Es más: a menudo puede predecirse el máximo del plancton y aplicar el sulfato de cobre antes de que se inicie, destruyendo los gérmenes sin aguardar a que empiece su proliferación masiva.

En lo que antecede hemos hablado de la posibilidad de que existan peces en los estanques de los filtros. La cosa no debe maravillarnos, si se tiene en cuenta que se produce una lenta acumulación de materia orgánica en el filtro, en los cuerpos de algas y animales, cada vez más numerosos. Esta acumulación dura hasta la limpieza del filtro, que puede demorarse mucho tiempo, y, por tanto, es bastante para dar suficiente alimento a peces. Pescándolos, se elimina una buena parte de la materia orgánica acumulada y ésta disminuye. Por otra parte, la existencia de peces en el filtro, o por lo menos en los depósitos de almacenamiento, no parece representar serio inconveniente de índole sanitaria.

Hasta ahora se ha hecho constante referencia a filtros descubiertos. Algunas ciudades prefieren tenerlos protegidos, para evitar el que las aves ensucien el agua, o vengán a ella diferentes productos indeseables aportados por la atmósfera. Estos filtros cubiertos, por la falta de luz, no permiten el desarrollo de algas sobre el filtro, de modo que en el lecho de arena no se encuentran más que bacterias y hongos, organismos heterótrofos que prosperan en la obscuridad. De esta forma la parte orgánica filtrante es más somera y el filtro trabaja más de prisa, o sea da mayor cantidad de agua que un

MARTÍNEZ-HIDALGO (José M.): **Sondadores acústicos y ultrasonoros.**—132 págs. con 61 figs.—Barcelona, Editorial Reverté, 1948.—Precio: 25 ptas. rústica y 30 ptas. tela.

El autor de esta obra nos ofrece en ella una exposición clara y sencilla de los principios del sondeo del mar por los dos métodos actuales, o sea por el sonido y por el ultrasonido. A este fin, desarrolla la materia en los cuatro capítulos siguientes: I. Del escandallo ordinario a los sondadores por eco; II. Sondadores acústicos; III. Sondadores ultrasonoros; IV. Utilidad de los sondadores por eco en la navegación, pesca e hidrografía.

La profusión de fotos y esquemas reproducidos en el libro, lo hacen especialmente práctico. Así que no dudamos ha de interesar no sólo a los que tienen a su cargo sondadores acústicos o ultrasonoros a bordo de los buques pesqueros, a quienes especialmente va dedicado el libro, sino también al personal encargado de las demás naves y, en general, a cuantos desean ilustrarse en las aplicaciones de las nuevas conquistas de la ciencia.

D'ALELIO (G. F.): **Substancias plásticas experimentales y resinas sintéticas**, traducción del inglés por Ignacio Rodrigo.—232 págs. y 9 figs.—Barcelona, Manuel Marín, 1948.—Precio: 50 ptas. en tela.

Las substancias plásticas y las resinas sintéticas están hoy de moda. Por esto cuantos libros tratan de semejantes materias revisten palpitante actualidad y más si ofrecen carácter práctico y están escritos por especialistas. Todas estas cualidades reúne el libro de D'Alelio que ahora damos a conocer.

Por de pronto esta obra presenta, sobre sus similares, la ventaja de contener referencias acerca de muchos plásticos descubiertos durante la pasada guerra mundial y mantenidos secretos hasta hace poco. Se trata de una obra eminentemente práctica, puesto que en ella se desarrolla en 97 experiencias o preparaciones el proceso para obtener en el laboratorio una gran cantidad de tipos de materias plásticas y resinas sintéticas. No se trata, pues, de un manual de instrucción sobre procedimientos industriales, sino más bien de demostrar las reacciones químicas empleadas para preparar substancias plásticas.

El fin primordial de cada uno de los experimentos estriba en demostrar el principio. No obstante, muchos de los resultados obtenidos pueden aplicarse directamente a la producción industrial; y, con un estudio suficiente, otros pueden desarrollarse hasta hacerlos utilizables en la práctica. Al final de cada experimento, hay un cuestionario de preguntas muy a propósito para darse cuenta del proceso seguido y para retenerlo mejor en la memoria. La parte editorial de nitidez de tipos, calidad de papel e impecable impresión está muy bien cuidada como es tradicional en la casa editora de D. Manuel Marín.

GALLEGO PIEDRAFITA (JESÚS): **Orientaciones modernas del manganeso en avicultura.**—8 págs. con 2 grabados.—Madrid, Hojas Divulgadoras (Ministerio de Agricultura), n.º 29, 1947.

BOIVIN (ANDRÉ): **Los microbios.**—Traducción del francés por Carlos del Rivero.—150 págs. con 19 figs.—Barcelona, Salvat Editores, S. A., 1947.—Precio: 15 pesetas encuadernado en tela.

LALANNE (RAYMOND): **La alimentación humana.**—Traducción del francés por A. Ramírez Morales.—160 páginas.—Barcelona, Salvat Editores, S. A., 1946.—Precio: 15 ptas. encuadernado en tela.

LEFRANC (GEORGES): **Historia del comercio.**—Traducción del francés por Zoe de Godoy.—175 págs. con 3 grabados.—Barcelona, Salvat Editores, S. A., 1947.—Precio: 15 ptas. encuadernado en tela.

AYALA MARTÍN (EMILIO): **El angora y la artesanía.**—8 págs.—Madrid, Hojas Divulgadoras (Ministerio de Agricultura), n.º 32, 1947.

MARÍA DE SOLÁ (VÍCTOR): **Lo que son y dan los árboles.**—12 págs. con 3 figs.—Madrid, Hojas Divulgadoras (Ministerio de Agricultura), n.º 33, 1947.

PHILLIPS (C. J.): **El vidrio, artífice de milagros.**—422 páginas con 218 figuras.—Barcelona, Editorial Reverté, 1948.—Precio: 185 ptas. en rústica y 200 ptas. en tela.

(Viene de la pág. 185)

## PROBLEMAS HIDROBIOLÓGICOS...

filtro descubierto, con algas, en igualdad de tiempo. Pero, a menos de operar con aguas ricas en oxígeno y casi desprovistas de materia orgánica, un filtro cubierto tiene serios inconvenientes. Al faltar las algas, falta el suministro de oxígeno que es necesario para la oxidación total de la materia orgánica, con la consecuencia de que el filtro trabaja bajo condiciones anaerobias, y la sécuela de malos olores y deficiente oxigenación del agua filtrada. La mayor rapidez de filtración, unida a las condiciones anaerobias, hacen más fácil la existencia de bacterias en el agua filtrada, de modo que el uso de cloro como bactericida se hace indispensable.

Vese, pues, por este breve resumen, la importancia y el interés de las cuestiones sanitarias

relacionadas con el abastecimiento de aguas y la significación de la hidrobiología o limnología en la resolución de muchas de ellas. Un filtro, un depósito, son estanques artificiales en los que rigen las mismas reglas comunes a todas las masas de agua. El conocimiento de las relaciones entre las propiedades del agua y el desarrollo de los organismos, de la influencia de los organismos sobre aquéllas, forma de controlar y dirigir en cierta manera el desarrollo de la vida, acción de determinadas substancias químicas sobre los organismos, en fin, un gran número de puntos que son objeto del estudio de la limnología pura, encuentran así aplicación inmediata en la complicada tarea de proporcionar agua potable para las necesidades crecientes de los grandes núcleos urbanos.