

EL USO DEL CLORO EN LA PURIFICACIÓN DEL AGUA

Por el Sr. GEORGE C. BUNKER

La desinfección de los abastos de agua está considerada como el más práctico de los procedimientos de purificación disponibles hoy día, según lo pregona el rápido aumento en el número de instalaciones clorificadoras en Norte, Centro y Sur América y en Europa, comparado con el de las dedicadas a la purificación por medio del ozono y los rayos ultravioletas. Las autoridades de salubridad pública han tomado en cuenta que, dados dos procedimientos prácticos de igual eficacia en idénticas condiciones, siempre se escogerá el que resulte más económico desde el punto de vista del funcionamiento y mantenimiento, salvo tratándose de pequeñas plantas filtradoras como las usadas para piscinas y en clubs, hoteles y plantas de embotellado.

A mi entender, la desinfección de los abastos de agua por medio de la aplicación de cloro líquido e hipoclorito de calcio se asienta sobre bases tan firmes, que huelga defender el procedimiento contra los ataques que le asiestan ocasionalmente todavía en algunos países. De esa serie de ataques el más curioso sin duda es la campaña que por siete largos años ha venido librando un médico de Barranquilla, Colombia, quien, en su afán de arrastrar consigo la opinión pública, ha llegado a decir que el cloro produce infertilidad y por ende reduce la natalidad.

En su XVI informe anual a la Junta Metropolitana de Aguas de Londres, Sir Alexander Houston, Director de Purificación de Aguas, y justamente llamado "El Padre de la Clorización del Agua," se expresa así:

Muchas personas resistense a tomar lo que llaman agua "endrogada," considerando que el empleo de substancias químicas para la purificación es peor que necromancia. Lógicamente, esa gente sólo tomará agua de pozos profundos o procedente de florestas vírgenes. Desde luego un río que bañe zonas pobladas y por consiguiente, expuesto a la contaminación, es inaceptable para tales personas como fuente de abastecimiento, ya que, aparte de los desechos industriales, la gran cantidad y variedad de productos químicos que pasan por los desagüaderos de las viviendas y que van a nuestros ríos, da naturalmente mucho en qué pensar. Pero en realidad, no es la cantidad y naturaleza de esos productos lo que importa sino sus ulteriores combinaciones. Algunos pasan a un estado casi insoluble; otros, nocivos, vuélvense inertes al combinarse con otras sustancias, por ejemplo, tanto la sosa cáustica como el ácido sulfúrico son venenos irritantes, pero combinados en proporciones adecuadas, producen sulfato de sodio (sal de Glauber), un aperitivo ligero, estimulante hepático y remedio antirreumático, que muchos sujetos toman diariamente casi toda su vida. El autor está muy lejos de desdeñar el sentimentalismo, pero si van a aprovecharse los ríos como abastecimientos de agua potable, hay que fijarse en el "producto acabado" más bien que en sus antecedentes. No hay en absoluto la menor prueba convincente de que un agua debidamente clorizada sea en manera alguna nociva para la salud.

En un artículo publicado en 1924, el Dr. A. Massink,¹ del Departamento Gubernamental de Aguas Potables de Holanda, dice lo siguiente:

La clorización como medio de purificar el agua es comparativamente reciente. Se la ha empleado extensamente en los Estados Unidos, en donde el consumo de agua, per cápita, es muy grande, el contenido de cieno de los ríos más alto que en Holanda y el espacio disponible para la filtración por arena a menudo insuficiente. Se la utiliza en Holanda como medio barato de obtener un filtrado bacteriológicamente satisfactorio en los casos en que el antiguo método de filtración por arena resulta insuficiente para hacer frente a necesidades mayores, ya que la dosis de cloro necesario es apenas de 0.3 a 0.5 miligramos por litro de agua. Se la usa también como coadyuvante de la filtración, y para regenerar el agua de los estanques y otros baños, a fin de evitar los gastos inherentes a los frecuentes cambios de agua.

En un artículo más reciente, publicado en 1926, el propio Dr. Massink, declaró que la clorización se abre cada día más paso en Holanda.

El Dr. A. S. M. MacGregor,² Médico de Sanidad de Glasgow, Escocia, manifestó hace poco lo siguiente:

Ya es evidente que la esterilización del agua por medio del cloro resulta tan útil en la más amplia esfera de la vida civil, como lo fueran los camiones en los campos de batalla. Ciertos inconvenientes relacionados con la dosificación y eficacia del cloro y la aparición de sabores desagradables en ciertas aguas, van remediándose gradualmente mediante investigaciones científicas, y muy importantes resultados prácticos han sido obtenidos por el Mayor Harold, de la Escuela de Higiene Militar de este país, y en los Estados Unidos, por Race, quien ha dedicado atención al problema.

De una conferencia dictada por el Dr. Julio Aparicio,³ delegado de Colombia a la Octava Conferencia Sanitaria Panamericana, tomamos lo siguiente:

Ahora tenemos el asunto de acueductos, y debo hacer mención, sobre todo, de la lucha contra las enfermedades de origen hídrico, como la disentería amibiana y la fiebre tifoidea. Esta enfermedad era muy corriente, sobre todo en Bogotá, pero a favor del agua clorificada, ha decrecido considerablemente y ya se presentan pocos casos, y las curvas hechas respecto a la tifoidea indican un descenso rápido desde que, después de la clorización de las aguas, se empezó a hacer la canalización. Estos procedimientos han ido extendiéndose a las capitales de los departamentos, lugares en donde también se han hecho trabajos de acueductos y alcantarillado.

Ryukichi Joh⁴ declara que en 1919 se usó extensamente el hipoclorito de calcio en las zonas atacadas por la disentería en la prefectura de Kagawa, y expresa la opinión que de los varios métodos de desinfección química del agua en uso en la actualidad, la clorización es el mejor en todo respecto.

Hoy día en los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania y España, se fabrican clorizadores, y tanta actividad comercial indicando está que la venta de esos aparatos aumenta constantemente. Así como

¹ Massink, A.: Water and Water Engineering, obre. 20, 1924.

² MacGregor, A. S. M.: Water Supplies, Public Health, Water and Water Engineering, obre. 20, 1927.

³ Aparicio, Julio: BOLETÍN, enero, 1928, p. 50.

⁴ Ryukichi Joh: J. Pub. Health A. Japón, abr. 1926.

hay razones que abogan la venta mayor de cierta clase de máquinas, comparadas con otras destinadas a la misma clase de trabajo, así las hay para la mayor venta de clorizadores, comparados con los equipos dedicados a la aplicación de ozono y rayos ultravioletas. Esas razones pueden sintetizarse así: El costo inicial de la instalación de clorizadores es inferior al de la de los aparatos de ozono y rayos ultravioletas, por ser la primera más compacta y ocupar desde luego menor espacio; el costo de desinfectar un abasto de agua con cloro es menor que el de la esterilización con ozono o los rayos ultravioletas; y el servicio prestado por los clorizadores es más seguro.

El primer clorizador que puede considerarse como práctico fué usado en 1913. Para 1926 unos 16 millones de metros cúbicos de agua ya eran tratados diariamente con cloro en unas 3,200 poblaciones de los Estados Unidos. En otras palabras, calcúlase que un 70 por ciento de la población total de los Estados Unidos recibe agua desinfectada con cloro. Entre las ciudades más importantes de los Estados Unidos que emplean este método citaremos a Nueva York (consumo diario aproximado, 3,600,000,000 de litros), Chicago, Filadelfia, Baltimore, San Luis, Cincinnati, Pittsburgo, Detroit, Nueva Orleans, y Wáshington. Las juntas de sanidad de los varios Estados de la Unión Americana han impartido su aprobación a la desinfección de los abastos de agua por medio de cloro y algunas de esas corporaciones retienen constantemente aparatos de urgencia en puntos céntricos para ser instalados sin pérdida de tiempo, de presentarse epidemias de enfermedades hídricas en comunidades donde no se practica la desinfección o donde se ha interrumpido el funcionamiento de filtradoras.

Distribución de Clorizadores

La mayoría de las instalaciones clorizadoras corresponde a los Estados Unidos, pero su número crece constantemente en otros países como patentiza la siguiente lista: Toronto, Canadá; Birmingham, Inglaterra; Londres (parte de los abastos), Inglaterra; Barcelona, España; Rotterdam, Holanda; Lisboa, Portugal; Essen, y Hamburgo, Alemania; Durbán, África del Sur; Tokio (parte del abasto), Japón; Hong Kong, China; Schanghai, China; Bombay, India; Singapore, Estados Federados de Malaya; Habana, Cuba; Manila, Filipinas; Batavia, Indias Holandesas.

En un resumen de una memoria de la Oficina de Abastos de Agua de Holanda,⁵ vemos que la ozonización ha sido empleada extensamente en Francia, pero que la aplicación del cloro, más barato, es más común hoy día. En dicho país (Francia) Bunau-Varilla ha perfeccionado un aparato para cloración de un género enteramente distinto del utilizado hasta ahora, el cual se dice que viene empleándose con todo éxito en diversas ciudades francesas.

⁵ Negociado de Abastos de Agua Potable del Gobierno Holandés, Publicación 7, fbro., 1927.

En Centro y Sur América el número de instalaciones clorizadoras ha aumentado lenta pero constantemente en los últimos ocho años. Los abastos de Bogotá han venido tratándose con cloro desde 1921, con resultados altamente satisfactorios. La desinfección de uno de los abastos de Medellín durante los últimos dos años y medio ha reducido el número de casos de fiebre tifoidea y disentería, de manera tan notable, que las autoridades ordenaron la desinfección del otro abasto desde principios del presente año. El agua filtrada de la planta filtradora que se construye actualmente en Cali será también esterilizada por medio del cloro. Los abastos de algunas otras poblaciones pequeñas del país son igualmente tratados con cloro.

En Chile, ya casi está terminada la instalación de clorizadores dobles en treintidós de las ciudades principales, en algunas de las cuales ya funcionan desde hace varios meses, calculándose que, a fines de 1927, 1,250,000 personas, o sea de la tercera a la cuarta parte de la población de la República, recibían agua desinfectada por medio de cloro. El abasto de Santiago, población de unos 570,000 habitantes que consume un promedio diario de unos 180,000,000 de litros de agua, ha venido purificándose con cloro desde hace varios meses; y según informes privados que me han llegado, ya se observa una marcada disminución de la mortalidad infantil, y en cambio, en dos ocasiones que dejaron de funcionar los clorizadores, notóse un marcado aumento inmediato en la misma.

Tengo entendido que los abastos de todas las ciudades principales de la Argentina y del Uruguay son desinfectados por medio del cloro. En el Perú, los abastos de Lima y El Callao se hallan también en vías de ser clorizados y conforme al programa de saneamiento que se implanta actualmente en ese país, se van a clorizar los de todos los núcleos principales de población. Los abastos de Panamá y Colón, República de Panamá, han venido desinfectándose por medio del cloro desde hace dos años, y en Puerto Rico, el Departamento de Salubridad exige la clorización de todo abasto superficial.

Formas de Tratamiento

He aquí las diversas formas de tratamiento ⁶ del agua por medio del cloro a que han dado vida las minuciosas investigaciones de químicos, bacteriólogos e ingenieros:

1. Para los abastos de agua que pasan por plantas filtradoras:
 - a) Clorización simple;
 - b) Preclorización;
 - c) Biclorización;
 - d) Sobreclorización y desclorización;
 - e) Amoniclorización.

⁶ En caso de desearse más pormenores acerca de las diversas formas de tratamiento someramente descritas en este trabajo, deben solicitarse a The Chlorine Institute Inc., 30 East 42d St., New York, cuyo ingeniero investigador es el Sr. L. H. Enslow. Esa oficina es una especie de centro de informaciones sobre los diversos usos del cloro en el tratamiento de aguas potables y negras.

2. Para los abastos de agua que no se filtran:
 - a) Clorización simple;
 - b) Sobreclorización y desclorización;
 - c) Clorización fraccionada.

Esos procedimientos pueden ser utilizados también para la desinfección del agua de las piscinas, o de las cañerías de alimentación, para destruir o retardar el crecimiento de algas, y para desinfectar los abastos empleados por los ejércitos en tiempo de guerra, o por los viajeros.

Una gran parte del cloro empleado en el tratamiento de agua es aplicado a abastos ya filtrados. La incorporación del cloro a un agua límpida, incolora, filtrada, proveniente de plantas de filtración obra a manera de salvaguardia adicional y definitiva contra la contaminación fortuita de los efluentes de los filtros, a causa de irregularidades en el funcionamiento de los aparatos; puede, pues, considerarse esa medida como un factor de seguridad, como una especie de seguro para la protección de los consumidores, o como la última línea de defensa contra los gérmenes de enfermedades hídricas.

Clorización simple.—Clorización simple es la aplicación de cloro, en una sola dosis, al agua descargada por una planta filtradora, sométase o no el líquido a almacenamiento ulterior, aunque éste se halle indicado en la mayoría de los casos.

Preclorización.—Preclorización es la aplicación de cloro al agua antes de filtrarla. Este procedimiento ha venido empleándose constantemente y con éxito en algunas plantas desde hace varios años y existe una marcada tendencia a extender su empleo. Se ha descubierto que la preclorización del agua del Río Támesis (abasto de Londres) rinde una purificación mayor que el almacenamiento por espacio de un mes en los reservorios de Staines, con una considerable economía en el costo de función. Las ventajas de la preclorización son las siguientes: mejor coagulación; mayor reducción de color; disminución en el consumo de alumbre; prolongación de los turnos de los filtros y consiguiente reducción en el gasto de agua para el aseo de los mismos; reducción en la carga bacteriana que imponen a los filtros las aguas muy contaminadas; disminución de las dificultades creadas por las colonias de algas. Este procedimiento no ha resultado satisfactorio en algunos abastos, a causa de que el cloro, al mezclarse con desechos industriales que contienen ácido fénico, da lugar a un sabor desagradable. Dícese que en algunas partes el exceso del cloro ha destruido la capa que recubre los granos de arena de los filtros. Conviene, pues, que en toda planta en que se piense introducir el procedimiento, se verifiquen experimentos preliminares a fin de determinar sus ventajas y desventajas, antes de implantarlo.

Biclorización.—La biclorización consiste en la adición del cloro al agua en dos dosis. En algunas plantas purificadoras que tratan

aguas altamente contaminadas, aplican cloro, una dosis, al agua, antes de filtrarla y el resto después de filtrada. Las ventajas de este método son las mismas que las de la preclorización, y además esa dosis final aporta un factor definitivo de seguridad al procedimiento purificador. En algunas plantas se ha puesto de manifiesto otra ventaja, consistente en que la preclorización, seguida de la aplicación secundaria de cloro al agua filtrada, da resultados satisfactorios sin producir un sabor desagradable, como sucedía cuando el cloro se aplicaba únicamente al agua ya filtrada. En algunos establecimientos purificadores el agua filtrada es clorizada a medida que pasa a un depósito descubierto y de nuevo cuando penetra al sistema de distribución.

Sobreclorización.—Sobreclorización es el término empleado para denotar el uso de un exceso de cloro con el objeto de eliminar mal sabor, bacterias y algas. En algunos casos se hace indispensable suplementarla con la desclorización, es decir, la eliminación del cloro residual por medio de otro producto químico, tal como el bióxido de azufre.

Houston y Adams, en Inglaterra, y Howard y Thompson, de Toronto, Canadá, desde hace años han llevado a cabo investigaciones encaminadas a descubrir modos de evitar los sabores desagradables que generalmente se presentan en el agua después de tratada con cloro, y que son conocidos con el nombre de "gusto a cloro." Es sabido que los desechos industriales de las fábricas de gas y cok; los productos subsidiarios que contienen fenol formado por la descomposición de materia orgánica; y los aceites emitidos por las algas son en muchas ocasiones la causa de ese sabor a cloro, pero hay otros factores cuyo origen se ignora. La primera sobreclorización en gran escala la efectuaron en la planta filtradora de Toronto, Canadá, en el segundo semestre de 1926, Howard y Thompson, quienes, durante esos tres años, habían venido haciendo investigaciones preliminares para determinar la causa de los sabores que aparecían en el agua del Lago Ontario por la primavera y el estío. Toda el agua filtrada distribuida en la ciudad, 280,000,000 de litros diarios, fué sometida durante un período de 84 días a una dosis de cloro que oscilaba entre 0.75 y 1.25 parte por millón; después de un período de contacto de $1\frac{1}{4}$ hora de duración, el cloro residual era extraído, aplicando al agua, al ser bombeada a las cañerías de alimentación, gas bióxido de azufre, a razón de 0.28 a 0.62 parte por millón. Este procedimiento resultó completamente satisfactorio, ya que no presentó sabor alguno en el agua suministrada a la ciudad, mientras que en una parte del abasto que no fué sometida a la sobreclorización, sí se observó un sabor detestable. El consejo municipal ha autorizado el empleo de esta forma de clorización en el establecimiento de Toronto y ha votado los fondos necesarios para la adquisición de una instalación más grande que la actual. El costo del tratamiento

viene a ser de \$1.75 por 4,000 metros cúbicos de agua. Como la mayor parte de los reparos ofrecidos a la desinfección de abastos de aguas por medio del cloro se basan en que dicha substancia evoca o acentúa ciertos olores y sabores en el líquido, esta forma de purificación ha de ser sumamente útil en todos los casos que presenten los mismos caracteres graves que el de Toronto.

Amoniclorización.—La amoniclorización consiste en aplicar amoníaco al agua antes de agregar el cloro, o bien en aplicar una mezcla de soluciones de los dos gases. En Inglaterra, Houston, Harold y Adams han realizado extensas investigaciones relativas a este procedimiento. Como al incorporar al agua una mezcla de cloro y agua amoniacal en determinadas proporciones puede producirse un compuesto llamado cloramina, este procedimiento es a menudo designado con el nombre de Cloraminización. Afirmase que el procedimiento es muy eficaz para evitar la formación de "sabor a cloro," y también se reclaman para él ciertas ventajas sobre el empleo del cloro puro. Empleado en 1917 por Race en el tratamiento del abasto de aguas de Ottawa, Ontario, Canadá, ha sido usado recientemente con éxito por McAmis en Greenville, Tennessee, E. U. A.

Desinfección de abastos sin filtrar.—Hay muchos abastos que requieren ser tratados en plantas purificadoras, pero la instalación de éstas es diferida, bien a causa de su elevado costo o por falta de interés cívico. En esos casos, el cloro sirve meramente como remedio temporal; pues aún cuando su aplicación merma la mortalidad debida a enfermedades hidrógenas, no puede considerársele como sustituto de la planta purificadora, ya que no elimina ni color ni turbidez. Nueva York y Chicago constituyen ejemplos de grandes poblaciones que se atienen exclusivamente a la clorización para proteger la salud de los consumidores hasta construir plantas filtradoras. Hay también muchos abastos de aguas provenientes de manantiales, pozos, o represas, dotados de aspecto agradable pero expuestos a contaminación fortuita o intermitente, y cuya clorización es muy necesaria a fin de proteger a los consumidores contra las enfermedades hídricas. En gran número de comunidades se han evitado epidemias de afecciones transmitidas por el agua, clorizando en el acto abastos contaminados de repente, por ejemplo, por avenidas de ríos. Si se presenta un brote de tifoidea antes de saber si está contaminado el abasto de agua, puede instalarse inmediatamente un clorizador de urgencia, cohibiéndose así la epidemia. Un beneficio indirecto si bien importante, de la instalación del clorizador en esas circunstancias, es que se brinda así a los consumidores y a los administradores de acueductos una prueba palpable del alto valor del agua pura. La Cía. de Ferrocarriles New York Central desinfecta el agua del Río Albany que toma en Selkirk para sus locomotoras y otros menesteres, de modo que si sus empleados beben esa agua, no contraerán enfermedades hídricas. La misma costumbre es seguida en varios de los más

importantes establecimientos industriales, donde no es raro encontrar dos abastos distintos: uno para fines industriales y otro para consumo de los empleados.

Desinfección de abastos turbios.—A menudo se pone en tela de juicio la eficacia del cloro para desinfectar aguas enturbadas por breves espacios de tiempo y hasta constantemente. Para mí es más práctico y hasta más útil recomendar un procedimiento—aun cuando no sea el ideal—que la experiencia ha demostrado que convierte inmediatamente el agua en idónea, al destruir la mayoría de los gérmenes patógenos que haya, que concretarse a recomendar la instalación de una planta filtradora, cuando se sabe de antemano que transcurrirán varios años antes de disponer de los fondos necesarios para construirla. Al hacer lo último no se ofrece ayuda alguna inmediata o práctica a la población, pero al recomendar un establecimiento clorizador se ofrece un remedio que puede ser adoptado dentro de un lapso relativamente corto y a un costo que puede ser sufragado sin mayores sacrificios. Considero que uno está plenamente justificado por la experiencia, en tomar este punto de vista, aun cuando sea cierto que no se destruirían totalmente los gérmenes patógenos. Al recomendar la instalación de una planta clorizadora a la Junta de Obras Públicas (Empresas Públicas Municipales), de Medellín, Colombia, S. A., en 1923, me expresé de la siguiente manera:⁷ “Soy de opinión que la aplicación de cloro al abasto de Piedras Blancas destruirá la mayoría (cuando menos un 80 por ciento) de los gérmenes patógenos presentes en el agua y producirá una satisfactoria disminución de la mortalidad por fiebre tifoidea y disentería.” Como he dicho antes, han sido tan halagadores los resultados de la desinfección de ese abasto de aguas, que las autoridades se han decidido a desinfectar el otro abasto de la población. Durante las dos estaciones lluviosas del año la turbidez del agua de Piedras Blancas, a raíz de los constantes aguaceros de corta duración, oscila entre 15 y 200 partes, por unas cuantas horas durante la mayor parte de los días, y excede de 1,000 partes en algunos otros días.

La desinfección de los cinco abastos de agua de Bogotá, desde 1921 en que instalé los primeros clorizadores, ha rendido análogos resultados satisfactorios. En dos ocasiones en que hubo de suspenderse la clorización por haberse agotado el cloro, se registraron inmediatamente casos de tifoidea. Los abastos de Bogotá también se enturbian cada vez que llueve en la hoya hidrográfica de la ciudad.

Al desinfectar abastos de agua que no se filtran utilizase la clorización simple en la mayoría de casos. Todo da a entender que puede aumentarse en grado considerable la efectividad de la desinfección de las aguas superficiales que acusan más o menos turbidez tras lluvias en las vertientes, empleando la superclorización seguida de la desclorización. En muchos casos, sin embargo, no existen medios de almacenamiento que permitan el período de contacto indispensable

⁷ Empresas Públicas Municipales, Medellín, Colombia, 1923.

para eliminar el cloro residual por medio de la aplicación de bióxido de azufre o sulfito de sodio. El tratamiento al amoníaco y cloro, en tales circunstancias, acaso resulte también más eficaz que la clorización simple. Las aguas que están más o menos turbias a intervalos o constantemente no pueden ser desinfectadas por medio del ozono o los rayos ultravioletas, ya que la turbidez paraliza la acción germicida de tales elementos en mayor grado que la del cloro, el cual posee una marcada ventaja sobre aquéllos a ese respecto.

Clorización fraccionada.—La clorización fraccionada o cumulativa, llamada así para distinguirla de la biclorización, consiste en la aplicación del cloro al agua en más de dos dosis separadas. En la Ciudad de Nueva York, la mayor parte del abasto es tratada dos veces con cloro, mientras que otra porción es tratada en tres puntos diferentes antes de llegar a los consumidores. Brush describe el tratamiento del abasto de Catskill (Nueva York), en la forma siguiente:

El agua que llega al reservorio de Ashokan por la quebrada Esopus durante los meses de verano es primeramente clorizada en la estación de Boiceville con una dosis de 270 Gms. de cloro por mil metros cúbicos (0.27 partes por millón). Al salir del reservorio de Ashokan para penetrar en el acueducto de Catskill, es aereada y clorizada una vez más con una dosis de 170 Gms. por mil metros cúbicos (0.17 partes por millón), lo cual basta para mantener en el agua el ligero exceso de cloro activo, designado generalmente con el nombre de "cloro residual." Unos 125 kilómetros más al sur, el agua de Ashokan es conducida al reservorio de Kensico, al salir del cual, junto con el agua captada en la hoya hidrográfica del mismo nombre, vuelve a aereársela y se la somete a nueva clorización, a razón de 270 Gms. por mil metros cúbicos (0.27 por millón) a fin de mantener de 0.1 a 0.02 partes por millón de cloro residual en el agua.

Unos 25 kilómetros más adelante, el agua pasa por el reservorio de Hill View, en el término norte de la ciudad. Se tiene pensado clorizar también los efluentes de este pequeño reservorio de servicio, desde cuyo punto y después de esa clorización final el agua ya no volverá a ver la luz del día. Por lo dicho se verá que la Ciudad de Nueva York no se atiene a una ni dos clorizaciones, sino que está protegida por la práctica de la clorización cumulativa o fraccionada, la cual no sólo sirve para disminuir el crecimiento de algas en los reservorios con sus consiguientes sabores y olores inconvenientes, sino que brinda el máximum de protección con el mínimum de probabilidades de sobreclorización, mermando simultáneamente las posibles deficiencias el procedimiento de la esterilización.

Control de la Dosificación del Cloro

Debe emplearse algún medio de comprobación, a fin de cerciorarse de que se aplica cloro suficiente para compensar el absorbido por el agua y dejar un ligero exceso para destruir las bacterias. Es con ese objeto que se ha perfeccionado el método llamado de la ortotolidina, el cual la falta de espacio nos veda describir.⁸ En las grandes poblaciones puede controlarse la dosificación del cloro con ese método suplementado con análisis bacteriológicos, mas en las pequeñas donde no hay medios de hacer tales análisis habrá que contentarse con la prueba de la ortotolidina. El Comparador Enslow de Cloro⁹

⁸ El método aparece descrito en la Publicación No. 1 de la Oficina Sanitaria Panamericana, p. 15.

⁹ Fabricado por Lamotte Chemical Products Co., Baltimore, Md.

es un aparato sencillo y práctico destinado a determinar la cantidad de cloro residual que se necesita en un agua para asegurar su desinfección efectiva, y con su ayuda puede determinarse el cloro residual presente tanto en aguas claras como turbias.

En la desinfección de un abasto de agua, deben llevarse a cabo frecuentes ensayos para determinar el cloro residual presente en distintas partes de la red de distribución y averiguar de esta manera el máximo que puede contener el agua antes de manifestar sabor desagradable. Muchos abastos pueden soportar hasta de 0.10 a 0.20 partes de cloro por millón y algunos muy contados, hasta 0.5 sin que el consumidor proteste; en cambio, un gran número no pueden tolerar más de 0.05 partes y en algunos casos pueden evitarse las quejas, únicamente eliminando del todo el cloro residual, antes de que el líquido penetre en la red de distribución.

Desinfección del Agua en las Piscinas

Del informe presentado por la Comisión Conjunta de Baños de la Asociación Americana de Salubridad Pública y la Conferencia de Ingenieros Sanitarios a la Sección de Ingeniería Sanitaria de dicha asociación, en su asamblea de octubre, 1926, tomamos los siguientes párrafos:

A juzgar por todos los datos disponibles, la aplicación de cloro, ya en forma gaseosa o líquida con la ayuda de aparatos adecuados, representa hoy día el método más satisfactorio para la desinfección de piscinas. Con el cloro no sólo es posible desinfectar totalmente la masa íntegra de agua que haya en la piscina, sino mantener constantemente un residuo que esterilice incontinenti cualquier contaminación peligrosa diseminada por los bañistas.

Después del tratamiento con cloro en forma de gas o solución líquida, el método más eficaz para la desinfección de los estanques de natación consiste en la constante incorporación de una solución de hipoclorito de sodio.

Puede conseguirse la esterilización de un agua límpida mediante la exposición de ligeras capas a la acción de los rayos ultravioletas, mas esa acción esterilizante queda circunscrita absolutamente al período de exposición sin que ningún efecto residual desinfectante llegue a penetrar en la alberca. Tampoco existe nunca desinfectante alguno en el agua que neutralice las substancias infecciosas susceptibles de ser excretadas por los bañistas durante el baño, que es cuando resultan más peligrosas. Se han comunicado algunos casos de dominio eficaz del contenido bacteriano del agua de las piscinas con el empleo exclusivo de los rayos ultravioletas. En un gran número de casos, sin embargo, ha sido necesario reforzar o suplementar esa actinoterapia con la aplicación de cloro o hipocloritos. Tomando por base los datos acumulados, esta comisión no puede recomendar el empleo exclusivo de aparatos de rayos ultravioletas para la desinfección de cualquier piscina en la cual el número de bañistas sea constante o temporalmente grande.

A juzgar por algunos informes, puede obtenerse una desinfección relativamente satisfactoria mediante el ozono, si los aparatos se hallan debidamente instalados y dirigidos, mas los datos disponibles con respecto a estanques de natación pecan de escasos e incompletos. No existen pruebas de que el ozono ejerza la menor acción esterilizante residual, y la desinfección debe tener lugar, por lo tanto, de acuerdo con la ley de la dilución consecutiva y estar sujeta a todas las limitaciones

que tal ley impone. Partiendo de las informaciones disponibles, esta comisión no puede recomendar ese método para la esterilización de piscinas.

Dondequiera que se utilicen cloro, hipoclorito de calcio u otros compuestos de cloro para la desinfección de estanques de natación y baños, el cloro disponible o residual que debe haber constantemente en el agua, mientras se emplee la alberca, no debe ser inferior a 0.1 p. p. m. ni mayor de 0.5 p. p. m. (partes por millón).

Desinfección de Cañerías de Alimentación

Los jefes de acueducto ven con favor creciente la práctica de desinfectar las cañerías maestras o de alimentación recién construidas con cloro líquido en vez de cal clorada, porque se evitan así trastornos intestinales entre los consumidores, con su corolario de críticas y publicidad. Antes de la desinfección, deben inundarse los tubos, a fin de eliminar cualquier substancia extraña que haya en ellos e incorporar luego al agua el gas cloro, mediante una conexión adecuada con la válvula auxiliar del cilindro de gas. Debe dejarse despararrar el agua por el extremo de la tubería en vías de esterilización hasta que acuse color anaranjado, al ser comprobada con la ortotolidina. Sin embargo, resta aun y hay que precaver el peligro de introducir una dosis excesiva de cloro, pues atacaría la superficie interior del caño impartiendo al agua un sabor que distinguirían los consumidores al ponerse la cañería en servicio.

En tales casos debe interrumpirse inmediatamente el paso de gas y agua, y dejar a ésta en los tubos por espacio de varias horas, para lavar después perfectamente el tubo a fin de expulsar toda el agua clorizada. Si las circunstancias lo permitiesen, antes de poner las cañerías de alimentación en servicio, se debe hacer un examen bacteriológico del agua fresca que reposaba en ellas.

Tratamiento de los Crecimientos de Algas

A fines de 1921 se observó en el abasto de aguas de Catskill de la Ciudad de Nueva York un sabor a pescado, producido por haber el cloro destruido unas algas de las llamadas *Synura*, las cuales emitían un aceite que impartía al agua dicho mal sabor. Resultó entonces que era menester emplear una cantidad mayor de cloro para eliminar los aceites emitidos por la desintegración de los microorganismos, que la necesaria para destruir *Synura*. Una dosis de 0.6 a 0.7 partes por millón de cloro, 0.28 partes del cual era residual, dió excelente resultado y el gusto a cloro desapareció totalmente, pasadas 12 a 24 horas.

He ahí otro ejemplo de la eficacia de la sobreclorización.

Durante los dos últimos años se han venido haciendo considerables experimentaciones y aplicaciones prácticas con respecto a la prevención y retardo del crecimiento de algas en tanques descubiertos, reservorios de alimentación y tanques de natación, con magníficos resultados. Enslow se expresa así:

Los resultados obtenidos hasta ahora indican que ciertas algas son más resistentes al sulfato de cobre que al cloro; y, además, que en ciertos casos el primero

resulta más costoso. Parece que una aplicación de cloro que asegure un residuo de 0.5 p. p. m. destruirá la mayoría de las algas con que hemos tropezado hasta ahora.

Tratamiento de Abastos Militares

Durante la Guerra Mundial se utilizaron en gran escala, cloro líquido e hipoclorito de calcio, comprobándose en varios ejércitos que son desinfectantes muy prácticos y eficientes para los abastos de urgencia. Danforth afirma que 0.5 partes por millón de cloro residual fué el mínimo prescrito para el agua purificada por las unidades ambulantes de purificación. En algunas ocasiones hubo necesidad de emplear hiposulfito de sodio para desclorizar el agua que había recibido una dosis excesiva de cloro, si el sabor era tan desagradable que las tropas preferían usar agua no purificada. Agrega dicho autor que es preferible que el cloro residual no pase de 2.0 partes o menos y que es fácil mantenerlo a 1.0 parte o menos, donde hay medios de hacer exámenes. Para la esterilización de pequeñas cantidades de agua, se usaron con frecuencia ampollitas de 1 Gm. de hipoclorito de calcio.

Tratamiento de Agua para Uso de los Viajeros

Los viajeros que no abriguen la seguridad de disponer de agua pura en camino, deben llevar consigo pastillas de algún compuesto de cloro, con el objeto de desinfectar el agua que tomen así como la que usen para limpiarse los dientes. Deben llevar también una bomba-filtro Berkefeld No. 3, pues ocupa poco espacio y les permitirá filtrar rápidamente pequeñas cantidades de agua turbia. Sin embargo, debe desinfectarse siempre el agua filtrada, pues no puede confiarse en que el filtro retenga todos los gérmenes patógenos. Para clarificar cantidades más grandes de agua debe emplearse el sulfato de aluminio. De los preparados disponibles, las pastillas llamadas de halazona,¹⁰ han dado resultados muy satisfactorios, y si se las resguarda contra la humedad y la luz fuerte y se las mantiene en un lugar fresco, conservan su eficacia cuando menos por un año. Sin embargo, como son baratas, es preferible comprar un paquete nuevo para cada viaje.

La Tifoidea y la Filtración y Clorización de Abastos de Aguas en Ciudades Estadounidenses, 1900-1924

Las siguientes acotaciones revelan la relación entre la tifoidea y los abastos de agua:¹¹

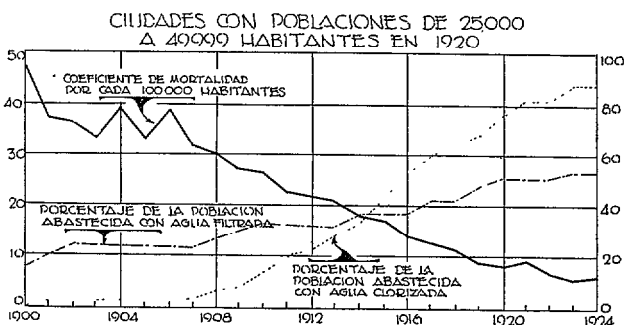
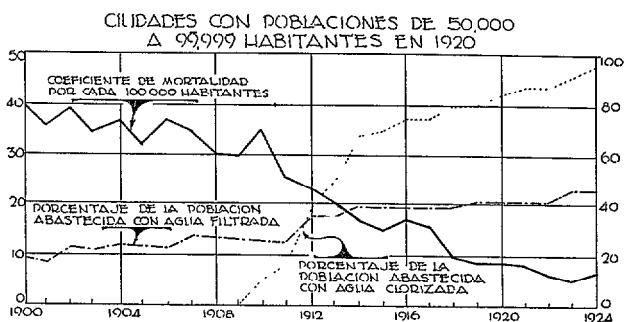
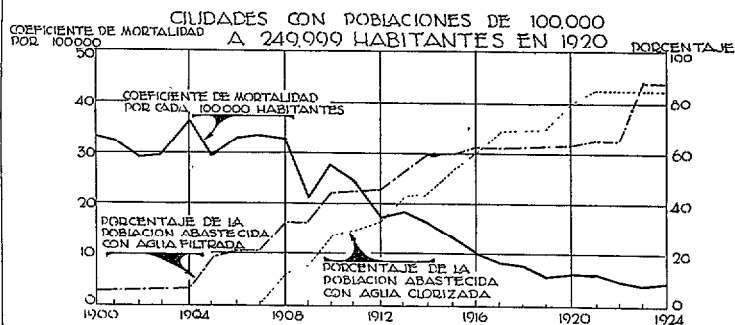
Es un hecho generalmente conocido que, durante los últimos 20 años, la mortalidad por fiebre tifoidea ha disminuido notablemente, a tal punto que hoy día constituye un factor muy secundario en la mortalidad general de las ciudades estadounidenses. Aunque este hecho puede atribuirse, en parte, a la adopción

¹⁰ New and Nonofficial Remedies, 1928, p. 202.

¹¹ Statistical Bulletin of the Metropolitan Life Insurance Company, Nueva York, mzo., 1927.

CONTROL DE LA FIEBRE TIFOIDEA EN ALGUNAS CIUDADES ESTADOUNIDENSES POR MEDIO DE LA FILTRACION Y CLORIZACION DE LOS ABASTOS DE AGUAS POTABLES

• 1900 A 1924 - TAMAÑO DE LA CIUDAD •



de medidas tales como la pasteurización de la leche, la instalación de medios adecuados para la disposición de las inmundicias, la reglamentación de los manipuladores de alimentos a fin de evitar el peligro de infección proveniente de los portatifoidea, el principal factor en la supresión de la enfermedad en las ciudades ha consistido, sin lugar a duda, en la purificación de los abastos de aguas potables.

Una ojeada a los gráficos adjuntos patentiza la potente influencia que la purificación de los abastos de agua ha ejercido en el descenso de la mortalidad por tifoidea. En la primera década del siglo xx, elevada dicha mortalidad en los tres grupos de ciudades, fluctuaba entre 25 y 45 por cada 100,000 habitantes. En esos primeros años poco o casi nada se hizo en lo concerniente a la purificación de las aguas. Hasta 1908 menos de la tercera parte de los habitantes de cada grupo contaba con agua filtrada, y prácticamente no existía la clorización; pero ya en 1907 el público comenzó a interesarse en esta fase del saneamiento moderno, y desde entonces una ciudad tras otra adoptó el procedimiento, de modo que para 1924, aproximadamente un 90 por ciento de la población combinada de esas ciudades usaba agua potable esterilizada por medio de cloro líquido, y más de un 50 por ciento tenían abastos de agua filtrada por medios mecánicos o por filtros de arena.

La eficacia de estas medidas púsose de manifiesto inmediatamente, pues tuvo lugar una marcada disminución en el promedio anual de mortalidad, cuyo promedio continuó bajando con toda regularidad año tras año casi en la misma proporción en que aumentaba el porcentaje de la población total que usaba agua purificada. Idénticos resultados se obtuvieron en las ciudades mayores (de más de 250,000 habitantes). Para 1924 la mortalidad por fiebre tifoidea, en estos tres grupos de ciudades, había descendido a unos 4 por 100,000 de la población total, lo cual equivale a una disminución de un 90 por ciento sobre el promedio de los primeros años del presente siglo. Un punto digno de nota es el modo como descendió el promedio de mortalidad en cuanto las ciudades comenzaron a implantar métodos para la purificación de sus abastos de agua. Con anterioridad al año 1910 la mortalidad fluctuaba marcadamente de un año a otro, pero de esa época para acá las curvas de la mortalidad acusan variaciones muy ligeras. A lo que podemos colegir, el método preferido para la purificación del agua ha sido por medio del cloro líquido, especialmente en las ciudades de menos de 100,000 habitantes; en tanto que han adoptado más generalmente las grandes poblaciones el método de filtración. Desde luego muchas poblaciones han adoptado ambos métodos a la vez, lo cual se considera generalmente lo más acertado, ya que ni uno ni otro método es de por sí absolutamente fidedigno.

Conclusiones

La desinfección de abastos de aguas por medio del cloro ocupa hoy día un puesto propio entre los métodos tipos o normalizados de purificación del agua. Perfeccionados notablemente los clorizadores en los últimos cinco años, se han diseñado nuevos aparatos y eliminado muchas de las delicadas piezas de los aparatos primitivos, mejoras esas que han prolongado la vida de los dispositivos y eliminado las dificultades con que solían tropezar los operadores.

En Centro y Sur América así como en otros muchos países situados a larga distancia de los centros productores del cloro, parece que se impondrá con el tiempo la clorización electrolítica, por lo cual se

sobreentiende la producción de cloro por la electrolisis de la sal corriente (cloruro de sodio) y su aplicación al agua con un aparato adecuado.

El alto coste del cloro en las ciudades interioranas de esos países, sumado a las incertidumbres y demoras en el transporte del cloro líquido desde las fábricas del extranjero, favorecen el establecimiento de pequeñas plantas electrolíticas. La parte más importante del aparato está constituido por la pila electrolítica y a menos que se seleccione una apropiada, la adopción de la clorización electrolítica resultará en pérdida de tiempo y de dinero. El otro requisito indispensable para asegurar el éxito de este método, consiste que la corriente eléctrica de que se disponga no esté expuesta a frecuentes y largas interrupciones. Esa dificultad se puede zanjar, instalando un pequeño generador para casos de urgencia. O bien, se puede proveer un clorizador para echarle mano en los apuros, cuidando siempre de tener a mano varios cilindros de cloro líquido.

Lo que un departamento de sanidad ofrece a los médicos.—El departamento de sanidad de la Ciudad de Nueva York ha recordado a los médicos los procedimientos y medidas que ha iniciado en los últimos 50 años con el objeto de ayudar a los médicos: en 1874 estableció un laboratorio para producir vacuna antivariolosa; en 1892, un laboratorio bacteriológico para ayudar a los médicos a diagnosticar el cólera; en 1893, puestos en las boticas para que los médicos dejaran allí ejemplares faríngeos para ser examinados por el departamento; en 1894, ofreció examinar el esputo en cuanto a bacilos tuberculosos; en 1895, estableció un laboratorio de antitoxina diftérica, ofreciendo este producto a los médicos; en 1898 ofreció ayudar a los médicos a diagnosticar la tifoidea por medio de la Widal; en 1902 comenzó a examinar frottes en cuanto a parásitos palúdicos; en 1905 comenzó a ayudar a los médicos a diagnosticar la meningitis cerebrospinal y a hacer el diagnóstico y tratamiento de la tuberculosis; en 1906 estableció el Sanatorio Otisville para que los médicos pudieran enviar allí los tuberculosos; en 1908 reorganizó el servicio médico-escolar, y comenzó a enviar a los niños enfermos a los médicos para tratamiento; en 1912 comenzó a hacer Wassermanns gratuitas para los médicos, organizó un grupo de peritos para ayudar en el diagnóstico y tratamiento de la meningitis, y comenzó a publicar un boletín semanal para los médicos; en 1915 inauguró el examen de los manipuladores de alimentos, solicitando la cooperación de los médicos, y formuló la ley exigiendo un certificado de sanidad para los niños que ingresan por primera vez en la escuela, y en 1916 inauguró cursos para médicos, en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades contagiosas.

Evolución del concepto etiológico de la fiebre amarilla.—Antes del año de 1881, el concepto de la transmisión de las enfermedades infecciosas por insectos chupadores de sangre, no figuraba en la ciencia constituida; y precisamente, el 14 de agosto de 1881, presentó el Dr. Finlay, a la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana (*Anales de la Academia*, año 1881, tomo 18, páginas 149 y 169), su trabajo titulado: El mosquito hipotéticamente considerado como agente de trasmisión de la fiebre amarilla.—J. SILVERIO SAINZ, *Revista Médica Cubana*, mzo., 1929, p. 271.