

CAPÍTULO III

Agua

El agua puede ser clasificada en *segura* e *insegura*. Para todos los fines prácticos, cualquier agua potable que no se halla contaminada por las excreciones alvinas, es decir, los desechos orgánicos (orina, excremento) de los *seres humanos*, es *segura*. Si se halla contaminada por el excremento de un solo *ser humano*, puede resultar por demás peligrosa. El agua contaminada por grandes cantidades de excrementos de bestias, en particular rebaños grandes, puede resultar impropia para bebida y hasta producir diarrea, pero a menos que esté contaminada por excreciones humanas, no provocará tifoidea o cólera.

Cuando los capitanes de los buques tomen agua potable en cualquier puerto, deben cerciorarse de que es *segura* (sana). El médico, o el capitán, o ambos, se hallan claramente dentro de sus atribuciones al pedir que se les faciliten todos los medios para determinar por sí mismos si es o no segura el agua que van a llevar a bordo. Los cónsules extranjeros, al expedir patentes de sanidad a los buques, deben hallarse en aptitud de decirle al capitán o médico si el agua disponible es o no segura.

Supongamos que un buque toca en un puerto dado, y que el capitán y el médico visitan al cónsul del país al cual se dirige el buque, y que le piden una patente de sanidad. Cabe imaginar que la siguiente conversación tiene lugar:

“Señor Cónsul,” preguntan los oficiales del buque, “¿es el agua de este puerto segura para la bebida y para otros fines domésticos?”

“Que yo sepa,” contesta el cónsul, “sí lo es. Mi familia y yo la tomamos y nada nos ha pasado todavía.”

“Pero,” alega el médico, “no todos los que toman agua contaminada se enferman; además, la gente puede tomar agua contaminada, meses y hasta años, y de repente, además de la contaminación habitual, pueden llegar excreciones tifoideas y sobrevenir una epidemia. ¿Conoce usted el estado del agua? *¿Vive alguna gente en la vertiente de donde procede?*”

“No estoy seguro, pero me parece que sí,” replica el cónsul.

“¿Es el agua filtrada o clorada, o ambas cosas?,” pregunta de nuevo el médico.

“No lo sé, pero me parece que la tratan de algún modo, si no es buena,” responde el cónsul.

“Pero, Señor Cónsul,” prosigue el médico, “la gente a bordo de nuestro buque se atiene a mí para que les proteja la vida. Tengo que saber eso antes de que el buque se provea de agua.”

“Entonces, vamos a ver a las autoridades de la localidad,” manifiesta el cónsul.

Supongamos entonces que el triunvirato visita el departamento de sanidad local. La dirección del departamento de aguas quizás no corresponda al departamento de sanidad, *pero el médico de sanidad debe saber si el abastecimiento de agua es o no seguro*, ya esté a cargo de otro ramo del gobierno, o de alguna empresa particular. Si es *seguro*, el médico de sanidad encontrará por lo común placer y orgullo en enseñar a los visitantes, que tienen derecho a pedir esa información, todo lo relacionado con el funcionamiento del departamento de aguas, o sabrá arreglar con otros el modo de hacerlo.

Supongamos que los investigadores deciden enterarse por sí mismos de la seguridad de un abasto dado. ¿Qué harían?

Primero, preguntarán cuál es la *fente* de alimentación, si lago, río, arroyo o pozos. Si el agua procede de pozos, se informarán de la profundidad. Los pozos profundos, en particular los artesianos, si están debidamente emparedados a fin de que el agua superficial no pueda penetrar en ellos, son por lo común seguros. Los superficiales pueden ser alimentados por una corriente contaminada, o pueden estar contaminados por aguas superficiales que contienen pequeñas cantidades de materias fecales.

Los lagos, ríos y otras corrientes resultan peligrosos si van a parar a ellos, directa o indirectamente, *las excreciones humanas*. Por regla general, el agua marina es inapropiada para baño en la mayor parte de los puertos, en particular si el buque está anclado cerca de la boca de una alcantarilla. Es siempre más seguro limitar los baños de mar a bordo a las ocasiones en que el buque se encuentra en alta mar.

Pero nos hemos alejado de nuestro tema del agua potable segura. Supongamos que los investigadores descubren que vive gente en la vertiente. Lo que preguntarán después es: “¿*Qué se hace para purificar el agua?*”

Hay varios medios para convertir en segura un agua contaminada. Sólo mencionaremos los métodos más prácticos, o quizás sería mejor decir los más empleados.

Almacenamiento prolongado.—Este método es valioso, y si se guarda el agua lo suficiente (sesenta días o más) en lagos o depósitos artificiales, sin que haya contaminación, puede resultar eficaz. Pero si se agrega continuamente agua contaminada, no dará resultado.

El tratamiento más satisfactorio del agua contaminada quizás consista en una combinación de almacenamiento, sedimentación,

filtración y cloración. Si el agua es perfectamente límpida, se convertirá en segura agregando gas cloro licuado en dosis apropiadas. Si no lo es, hay que clarificarla antes de que el cloro la purifique. La clarificación se logra por medio de la sedimentación, la coagulación o la filtración, o las tres combinadas. La sedimentación y la filtración no suelen bastar por sí solas para purificar el agua, y hay que agregar cloro o adoptar algún otro método de depuración.

En caso de que se lleve a bordo agua que resulte luego insegura, hay que botarla y obtener otra, o hervir toda el agua antes de consumirla. La ebullición del agua durante diez, y hasta durante cinco minutos, matará todos los gérmenes patógenos que contenga.

La *cal clorada*, debido a su poco costo, accesibilidad general y relativa alta eficacia como desinfectante de las aguas contaminadas ha sido empleada a menudo para desinfectar el agua. Posee, sin embargo, una gran desventaja, y es su propensión a descomponerse. A fin de evitar en todo lo posible la descomposición, el Ejército de los Estados Unidos facilitó a sus fuerzas en campaña durante la guerra mundial cal clorada en tubos de cristal, ² debidamente sellados, cada uno de los cuales contenía un gramo, o sea una dosis suficiente para la unidad volumétrica adoptada (144 litros). Fundándose en un estudio de la existencia de esos tubos en el Ejército, Wood ³ dedujo que hasta en los tubos más perfectos hay un deterioro gradual.

Por lo tanto, a fin de poder emplear cal clorada con ese objeto, es necesario disponer de un ensayo apropiado, que aplicado al agua tratada, indique cuándo se ha agregado suficiente cal. Puede emplearse para eso la prueba de la ortotolidina.⁴ Según Hitchens,⁵ se puede juzgar si se ha agregado suficiente cal clorada por medio del color *anaranjado*, en vez del amarillo limón, porque, como puede neutralizarse después el exceso de cloro agregando tiosulfato de sodio, es preferible agregar un poco más de cloro y asegurar así la desinfección, más bien que correr el peligro de no agregar suficiente. El tratamiento del agua con la cal clorada puede practicarse en esta forma:

Reactivos y aparatos—Solución de cal clorada.—La solución debe prepararse con cal clorada⁶ que se conforme a los requisitos de una farmacopea reconocida, y que pueda obtenerse en las boticas. Como el polvo se deteriora rápidamente al exponerlo al aire, deben comprarse latas pequeñas con cantidad suficiente para cada caso dado.

² Fairhall: Military Surgeon, 45, 538-544 (1919).

³ Wood: Military Surgeon, 51, 444-450 (1922).

⁴ Standard Methods of Water Analysis A. P. H. A. y A. W. W. A., 6ª edición, 1925.

⁵ Hitchens: Military Surgeon, 51, 657-662 (1922).

⁶ Todas las cifras subsiguientes están basadas en el supuesto de que la cal clorada que se use contenga poco más o menos 30 por ciento de cloro utilizable.

Para preparar un litro de la solución, hágase esto: Llénese de agua, hasta las dos terceras partes, un frasco de cristal pardo de un litro. Introdúzcanse 60 gms. de cal clorada procedente de una lata recién abierta, colóquese el corcho, y agítese activamente durante unos cinco minutos. Llénese la botella de agua, mézclese bien y déjese asentar. Hay que mantener la solución bien tapada en un sitio fresco, y protegida de la luz. No se prepare más cantidad que la suficiente para un mes, a menos que las condiciones de conservación sean tales que la experiencia demuestre que retiene su potencia por más tiempo.

El reactivo de ortotolidina.—Este reactivo consiste en una solución al 0.05 por ciento de ortotolidina en ácido clorhídrico diluido (10 cc. del ácido concentrado, diluidos en 100 cc.). La ortotolidina es el tipo de reactivo para el cloro que mencionan los Métodos Normalizados para el Análisis de Agua (*Standard Methods of Water Analysis*), y puede conseguirse en cualquier laboratorio de sanidad o por conducto de una botica. El reactivo mencionado en dichos Métodos Normalizados es una solución al 0.1 por ciento. Por consiguiente, puede prepararse con facilidad la solución al 0.05 por ciento de la solución más concentrada, diluyéndola con un volumen igual de ácido clorhídrico diluido. A los precios corrientes, el costo aproximado de los productos químicos necesarios para formar unos 100 cc. de esta solución, es menos de un centavo oro americano; como sólo se utiliza una gota del reactivo para la prueba descrita, el costo no será mayor cosa.

Solución de tiosulfato de sodio.—Disuélvanse 25 gramos de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$), que se conforme a las pautas de la farmacopea aceptada, en suficiente agua para formar 100 cc. de la solución.

Frascos homeopáticos y cuentagotas.—En este sentido, resultan convenientes los frascos homeopáticos de unos 10 cc. de capacidad. Sólo se necesitan dos para cada aparato, pero como cuestan muy poco, conviene disponer de algunos de repuesto, en caso de que se rompan. Para agregar los reactivos gota a gota pueden utilizarse los cuentagotas corrientes. A fin de no tenerlos que lavar con demasiada frecuencia, conviene tener tres en cada estuche, uno para cada solución. Cada cuentagotas puede encajarse permanentemente en el corcho del frasco de su reactivo,⁷ facilitando así la manipulación y asegurando que cada uno se empleará exclusivamente en el correspondiente reactivo.

Procedimiento.—Para demostrar el procedimiento empleemos una botella o damajuana de agua de 2 litros de capacidad. Con esta cantidad de agua procédase en la forma siguiente: Trasládese un poco de la solución de cal clorada a un frasco homeopático provisto de un cuentagotas. Agréguese una gota de la solución al agua que

⁷ El cuentagotas para la solución de cal clorada puede encajarse en el corcho del frasco homeopático que va a emplearse para la solución.

se está tratando, tápese la botella y mézclese bien. Luego llénese un frasco homeopático limpio con esta agua tratada, agréguese una gota del reactivo de ortotolidina, tápese el frasco, mézclese bien y obsérvese el color del agua comprobada. Quizás revele un color amarillo limón. Agréguese una gota de la solución de cal clorada al agua de la botella de dos litros, mézclese bien y repítase la prueba con el reactivo de ortotolidina. Si la solución de cal clorada es de potencia máxima y el agua de buena calidad, es de esperarse que dos gotas por litro, o cuatro por frasco de dos litros, basten para producir el color anaranjado, al mezclarlas con el reactivo de ortotolidina. Pero como la cal clorada puede ser débil y el agua contener impurezas que mermen rápidamente la actividad de la solución de cal clorada, probablemente haya que agregar mayor cantidad de la última a fin de obtener el color anaranjado al ensayar con la ortotolidina. Sin embargo, si después de agregar hasta 15 gotas por cada 2 litros, todavía no se obtiene el color anaranjado al mezclarla con la ortotolidina, no debe emplearse esa agua cruda para bebida hasta que se investigue más a fondo. A fin de obtener alguna indicación de si el volumen relativamente grande de solución de cal clorada que se necesita procede de la falta de potencia de la última, puede prepararse una solución fresca de cal clorada de distinta procedencia y repetirse el ensayo. Si exige todavía más de treinta gotas de solución de cal por cuatro litros para producir el color anaranjado al mezclarla con el reactivo de ortotolidina, es mejor no tomar esa agua cruda sin consultar antes el médico de sanidad del distrito.

Cuando se ha agregado suficiente solución de cal clorada para dar el color anaranjado a la ortotolidina, se deja obrar la cal clorada no menos de treinta minutos. Al expirar este período, puede mezclarse el agua con una gota ^s de la solución de tiosulfato de sodio a fin de eliminar el sabor de cloro.

Tomando como base lo anterior, si la cantidad de agua que se trata es de ochenta litros, la cantidad de solución de agua clorada que debe agregarse serían cuarenta gotas, lo cual correspondería como a la cuarta parte del volumen del frasco homeopático de 10 cc. empleado, y por lo tanto, se mediría probablemente mejor por medio del último. Del mismo modo, si van a tratarse 160 litros de agua, podría medirse cómodamente la cantidad de solución de cal clorada llenando a medias el frasco, y así sucesivamente para otros volúmenes.

Por supuesto, tratándose de cantidades mayores de agua, en que no es posible lograr una buena mezcla como sucede en una botella de 2 litros que sólo requiere invertirse de atrás para adelante, hay que

^s Según Fairhall (Military Surgeon, 45: 538-544 (1919), el Ejército de los Estados Unidos empleó un gramo de tiosulfato de sodio por 144 litros de agua tratada, lo cual correspondería como a 7 miligramos por litro, o sea lo contenido en una gota de la solución al 25 por ciento.

buscar algún otro medio de mezclar bien el agua con la solución de cal clorada, pero todo lo que se necesita para ello es una varilla limpia.

En todos los casos, después de dejar obrar la solución de cal clorada no menos de treinta minutos, puede hacerse que el residuo de hipoclorito reaccione con la solución de tiosulfato de sodio, empleando una gota de la solución al 25 por ciento por cada 2 litros de agua tratada, para quitar el sabor.

Después de que las pruebas preliminares han indicado las virtudes de conservación de la solución de cal clorada en las circunstancias dadas, y la proporción que debe utilizarse para el agua obtenible, se podrá probablemente reglamentar la cloración con mucha menos comprobación que la indicada. En cambio, es muy conveniente, siempre que sea posible, comprobar la eficacia de la cloración aplicada a cualquier agua por la primera vez, sometiendo a la comprobación bacteriológica muestras del agua antes y después del tratamiento.