

# **CAPÍTULO 9**

## **AGENTES QUÍMICOS Y FÍSICOS**

Los contaminantes químicos provenientes de fuentes naturales y antropógenas pueden ingresar a las aguas superficiales o depositarse en las playas. Estas fuentes pueden ser puntuales como una descarga industrial o un manantial natural, o difusas como la escorrentía del terreno. En la mayoría de casos, según las condiciones, los contaminantes se diluirán o atenuarán significativamente. A excepción de las toxinas producidas por algas marinas y de agua dulce, animales marinos u otras circunstancias excepcionales, los riesgos potenciales de contaminación química de aguas recreativas serán menores que los riesgos potenciales de contaminantes microbiológicos. Por lo tanto, es poco probable que los usuarios de ambientes acuáticos tengan contacto con concentraciones de contaminantes tan altas como para tener efectos agudos o adversos luego de una exposición única. La concentración de contaminantes en el agua y los patrones de exposición de los usuarios de aguas recreativas impiden que incluso una exposición repetida (crónica) tenga efectos adversos. Sin embargo, es importante asegurar que los peligros químicos y cualquier riesgo potencial para la salud asociado con ellos estén bajo control y que se reafirme la seguridad personal de los usuarios.

Para los usuarios de aguas y playas, los peligros de contaminación química dependerán de las condiciones específicas del agua y playa(s) consideradas. Por ejemplo, es poco probable que la contaminación química ocurra en ríos de flujo rápido en tierras altas, lagos lejanos o reservorios de agua potable usados para recreación. Sin embargo, los ríos de flujo lento en tierras bajas, lagos en tierras bajas y aguas costeras pueden recibir descargas continua o esporádicamente o haber recibido una contaminación previa, lo cual puede generar sedimentos contaminados. Cuando un ambiente de agua recreativa recibe descargas considerables de aguas residuales, se debe tomar en cuenta su constitución química así como el efecto de dilución y dispersión de la descarga sobre las áreas recreativas.

En general, si bien la contaminación causada por contaminantes naturales a concentraciones significativas es menos probable, los ambientes reducidos con agua proveniente de estratos ricos en minerales pueden contener altas concentraciones de algunas sustancias. Sin embargo, estas aguas tienen mayor probabilidad de contener metales tales como hierro, el cual puede degradar la apariencia estética del agua.

En todos los casos, se debe evaluar la contaminación química y física sobre una base local. La calidad estética del agua recreativa es muy importante para el bienestar psicológico de los usuarios. Los agentes químicos y físicos pueden conllevar a una degradación estética (véase el capítulo 8).

Las toxinas de cianobacterias y algas, por su naturaleza química, se tratan en el capítulo 6.

## **9.1 Evaluación de la exposición**

La exposición es uno de los aspectos clave para determinar el riesgo de los efectos tóxicos de sustancias químicas en aguas recreativas. Por lo tanto, el tipo de actividad recreativa cumplirá una función importante. Las vías de exposición serán la superficie incluidos piel, ojos y membranas mucosas, inhalación e ingestión. La frecuencia, grado y probabilidad de exposición es una parte crucial de la evaluación del riesgo de un contaminante específico.

Generalmente, la exposición superficial de la piel y membranas mucosas es la más generalizada debido a la inhalación total o parcial donde la posibilidad de ingerir agua es mayor. La inhalación puede ser importante cuando existe una cantidad significativa de rocío, por ejemplo durante la práctica de esquí acuático. La habilidad del usuario de aguas recreativas también será importante para incrementar o disminuir el grado de exposición involuntaria, especialmente de ingestión.

Por ejemplo, el uso de trajes de buzo, implica periodos largos de permanencia en el agua. Además, cuando el traje de buzo retiene agua contra la piel, crea un micro ambiente que fomenta la absorción de sustancias químicas a través de la piel o el desarrollo de irritaciones o alergias.

Los niños pequeños pueden ingerir agua en mayor cantidad que los adultos mientras nadan, juegan o se bañan. Sin embargo, es difícil obtener datos reales sobre las cantidades de agua ingeridas durante los deportes acuáticos.

Muchas sustancias de interés son de baja solubilidad en el agua y tienden a migrar hacia los sedimentos donde se acumulan. El hecho que los sedimentos permanezcan en estado de reposo, tiene poca importancia. Sin embargo, cuando los sedimentos se alteran y se resuspenden o entran en contacto cercano con los usuarios, entonces el sedimento puede contribuir a la exposición. Esto puede incrementar la exposición de la piel, pero poco se sabe sobre el movimiento cuantitativo de las sustancias químicas absorbidas en el sedimento a través de la piel. En general, es probable que esto sólo contribuya a una exposición general mínima.

## **9.2 Concentración de iones de hidrógeno (pH)**

Las aguas excesivamente alcalinas y ácidas pueden causar irritaciones; sin embargo, el pH sólo tiene un impacto directo sobre los usos recreativos del agua con valores muy bajos o muy altos. En estas circunstancias, el pH puede tener efectos sobre el sabor y la piel. Si bien la irritación primaria de la piel parece estar relacionada con un pH elevado, el mecanismo permanece incierto. Si bien es poco probable que el pH alto o bajo cause directamente irritación o dermatitis, estas condiciones se pueden agravar, especialmente en sujetos sensibles. El ojo también puede resultar afectado y el pH alto o bajo puede favorecer y agravar la irritación de los ojos por sustancias químicas.

Basu y otros (1984) estudiaron el agua de dos ríos en tierras bajas en Ontario para medir su capacidad de irritación ocular en conejos y seres humanos voluntarios. El lago Clearwater tenía un pH de aproximadamente 4,5 y una capacidad de neutralización de ácidos de 40 microequivalentes por litro ( $\mu\text{eq/l}$ ), mientras que el lago Red Chalk tenía un pH de aproximadamente 6,5 y una capacidad de neutralización de ácidos de 70  $\mu\text{eq/l}$ . No se observó ningún efecto adverso.

El agua con un pH elevado podría haber tenido un efecto adverso sobre la condición capilar ya que hizo que las fibras capilares se hinchen y el enlace de las cistinas se separe entre las cadenas polipeptídicas adyacentes de la proteína capilar. Sin embargo, el impacto también estará determinado por la capacidad amortiguadora del agua. Resulta difícil especificar los límites, pero en aguas amortiguadas de manera deficiente, con una alcalinidad menor de 40 mg/l de  $\text{CaCO}_3$ , el pH será mucho más susceptible a fluctuaciones mayores. Si bien en aguas bien amortiguadas, el pH tiene menos probabilidades de alcanzar valores extremos, el efecto del pH alto o bajo para las reacciones de la piel e irritación de los ojos será mucho mayor.

## **9.3 Oxígeno disuelto**

Si bien el oxígeno disuelto no tendrá un efecto directo sobre los usuarios, puede influir en la actividad microbológica y el estado de oxidación química de varios metales tales como hierro. El oxígeno disuelto será importante para evitar la formación de cantidades indeseables de sulfuro de hidrógeno. Una concentración de oxígeno disuelto de más de 80% de saturación es suficiente para obtener aguas bien oxigenadas.

#### **9.4 Contaminantes químicos**

La calidad química de las aguas de baño no parece representar un riesgo serio para la salud de los usuarios de áreas recreativas y en la mayoría de casos la concentración de contaminantes químicos se encuentra por debajo de lo establecido por las guías para agua potable. No existen reglas específicas de fácil aplicación para calcular los valores guía para contaminantes químicos en aguas recreativas. Sin embargo, las guías para la calidad del agua potable (OMS, 1993) pueden servir de punto de partida para definir valores de evaluación de riesgos en circunstancias específicas, siempre que se tenga cuidado en su aplicación. En la mayoría de casos, estos valores guía están relacionados con la exposición a lo largo del periodo de vida. No obstante, las guías para agua potable deben estar relacionadas con la exposición recreativa. Mance y otros (1984) han sugerido que los estándares de calidad ambiental para sustancias químicas en aguas de baño se deben basar en la suposición que el agua de baño sólo contribuye de manera mínima a la ingestión. Ellos asumieron una contribución equivalente al 10% del consumo de agua potable. Debido a que la mayoría de autoridades asume un consumo de 2 L de agua potable por día, una ingestión de 200 mL por día durante el contacto recreativo con el agua parece razonablemente aceptable.

Por lo tanto, para propósitos de estas guías, se asume que los usuarios ingerirán 100 mL por cada sesión recreativa con dos sesiones diarias. Cabe resaltar que si bien este enfoque es difícil de comprobar con datos cuantitativos, brinda un método práctico y útil para determinar los riesgos potenciales de varios contaminantes comunes encontrados en aguas recreativas.

Existe gran cantidad de información sobre erupciones en la piel y sus efectos en personas que tienen contacto con agua contaminada con sustancias químicas. Sin embargo, existe poca evidencia científica que respalde esto, a excepción de los casos de contaminación extrema o florecimientos de algas (véanse los capítulos 6 y 7).

#### **9.5 Contaminantes inorgánicos**

Según lo anterior, a partir de las guías de la OMS para agua potable se puede estimar una guía para contaminantes inorgánicos en aguas recreativas. Cabe señalar que la constitución química de los metales puede afectar significativamente la solubilidad y absorción, lo cual se debe considerar en la evaluación de los riesgos potenciales de metales.

#### **9.6 Contaminantes orgánicos**

En las aguas superficiales se pueden presentar muchos contaminantes orgánicos debido a la actividad industrial y agrícola. Muchas de estas sustancias estarán asociadas principalmente con los sedimentos y materia particulada. Esto ocurre especialmente con las sustancias que tienen un alto grado de lipofiliidad tales como los bifenilos clorados.

Lamentablemente, existen muy pocos datos sobre la posible absorción de estas sustancias del sedimento a través de la piel. Si bien en la mayoría de actividades recreativas el grado de contacto es mínimo, se debe prestar atención a la posible alteración del sedimento e ingestión por grupos tales como infantes y niños pequeños.

La piel absorbe del agua algunas moléculas pequeñas de cloro tales como cloroformo o tri y tetracloroetano e hidrocarburos tales como tolueno. Un estudio reciente realizado por la EPA (USEPA, 1992) determinó que la absorción e inhalación de la piel pueden ser tan importantes como la ingestión. En vista de los márgenes significativos de seguridad incorporados en las guías para agua potable y su definición para la exposición a largo plazo, esto parece estar cubierto adecuadamente en las guías para aguas de baño.

Si bien se ha discutido previamente sobre la relación entre aceites y efectos estéticos tales como capas en la superficie, algunas sustancias derivadas del aceite tales como xileno y etilbenceno, que son sustancias volátiles, también pueden originar olores o sabores a pesar de su baja toxicidad. Asimismo, los detergentes pueden causar problemas estéticos ya que producen espumas que se pueden confundir con aquellas producidas por los subproductos del crecimiento de algas. Cuando los detergentes están asociados con aguas residuales no tratadas, existe el riesgo que las espumas transporten parásitos.

Como ocurre con los contaminantes inorgánicos, las guías para la calidad del agua potable pueden servir de base para evaluar el riesgo potencial de sustancias químicas orgánicas específicas o de ser necesario, definir guías apropiadas. Sin embargo, en el caso de varios contaminantes comunes, la consideración más importante será el olor cuya guía también se encuentra en las guías para la calidad del agua potable.

### **9.7 Enfoque sobre la evaluación de peligros químicos en aguas recreativas**

1. Una inspección del área cercana mostrará si existe alguna fuente inmediata de contaminación tales como emisarios. Estas fuentes constituyen un problema si son de fácil acceso o si el efluente no recibe una dilución inmediata y significativa. La información sobre industrias anteriores en áreas recreativas y aguas arriba será un indicador de la presencia de sedimentos contaminados e identidad de los posibles contaminantes. Se requiere conocer la industria aguas arriba y si se hacen descargas directas o indirectas en el agua.
2. El patrón y tipo de uso recreativo del agua se debe considerar cuidadosamente para determinar si existirá un contacto prolongado con el agua y un riesgo significativo de ingestión.
3. Si es probable que ocurra contaminación y existe una exposición significativa de los usuarios, se requerirá un análisis químico que apoye la evaluación del riesgo cuantitativo. Se debe tener cuidado al diseñar el programa de muestreo para contabilizar la variación en el tiempo y el conocimiento de las corrientes. Si los recursos son limitados y la situación compleja, las muestras se deben tomar primero en el punto donde ocurra el peor de los casos y sólo si el resultado es preocupante se deberá realizar un muestreo más amplio.
4. La evaluación del riesgo cuantitativo debe considerar la exposición anticipada en términos de dosis (en caso de ingestión significativa) y de frecuencia de exposición. Se debe reconocer que las guías para la calidad del agua potable, que muy pocas veces se encuentran en los resúmenes de las guías, están relacionadas con la exposición a lo largo del periodo de vida.
5. Es importante tener una base clara para las guías o estándares necesarios. Sin esta base, se corre el riesgo de que los excesos de las guías, incluso ocasionales o insignificantes, debiliten innecesariamente la confianza del usuario.
6. Cuando se evalúa los peligros químicos, es importante no sobrestimar los riesgos y que estén relacionados con riesgos de otros peligros tales como ahogamiento o contaminación microbiológica que casi siempre son mayores.

### **9.8 Referencias**

- Basu, P.K., Avaria, M., Cutz., A. y Chipman, M., 1984. Ocular effects of water from acidic lakes: an experimental study. *Can. J. Ophthalmol*; 19: 134-141.
- Council of European Communities, 1976. Directive on Bathing Water Quality, 8 de diciembre de 1975 (76/160/EEC). *Official Journal L31*, 5 de febrero de 1976.

- Environment Canada, 1980. Guidelines for Surface Water Quality. Vol 1 Inorganic Chemical Substances. Ottawa.
- Mance, G., Musselwhite, C. y Brown, V.M., 1984. Proposed environmental quality standards for List II substances in water. Arsenic. Water Research Centre Technical Report TR 212, Medmenham, Reino Unido.
- Mance, G., O'Donnell, A.R. y Campbell, J.A., 1988. Proposed Environmental Quality Standards for List II substances in water. Sulphide. WRC Technical Report TR 257, Medmenham, Reino Unido.
- National Rivers Authority, 1990. Toxic blue-green algae. Water Quality Series No. 2.
- OMS, 1993. Guidelines for drinking water quality. Segunda edición. Volumen 1. Recomendaciones. Ginebra.
- OMS, 1994. Assessment of health risks from marine pollution in the Mediterranean. pub. Oficina regional de la OMS para Europa, EUR/ICP/CEH 127, pp. 246.
- USEPA, 1992. Dermal exposure assessment: principles and applications. Informe interino. EPA/600/8-91/011 B. Enero de 1992.
- Whitehead, N.E., Oregioni, B., y Fukai, R., 1985. Background of trace metals in Mediterranean sediments. Journ. Etud. Pollut. CIESM, 7: 233-240.