

Muchas sales y poca agua

El proceso de adquisición de sales por un ecosistema acuático se denomina *salinización*, y se habla de la *salinidad* de un cuerpo de agua para referirse a la cantidad de sales disueltas en él. Por regla general, las sales son solubles en agua, si bien no todas se disuelven en la misma medida y algunas son prácticamente insolubles. Las sales disueltas se vuelven conductoras de electricidad y también, por regla general, cuanto más alto el contenido de sales en aguas, mayor es dicha capacidad conductora de electricidad.

La salinidad se cuantifica de diversas maneras, por ejemplo como partes por millón o como miligramos o gramos por litro, pero a menudo se la calcula indirectamente determinando con un *conductímetro* la conductividad eléctrica del agua, que se expresa en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Dicho instrumento mide

la corriente eléctrica conducida por el agua entre dos electrodos con determinada separación, lo cual permite comparar aguas con diferente salinidad.

Hay cuerpos de agua naturalmente salinos, en cuencas que no tienen salida al mar y en zonas áridas o semiáridas. Se alimentan de aguas subterráneas o por ríos de poco caudal, que reciben menos agua que la que pierden por evaporación, lo que aumenta su salinidad. La salinidad del agua de mar ronda los 35 gramos de sal por litro, según el mar del que hablemos, pero no asciende más allá de los 40g/l que encontramos en el Mar Rojo, rodeado de regiones desérticas. Las aguas continentales, en cambio, pueden variar entre 0,5 y 6400g/l. El sistema de clasificación más común basado en la cantidad de sales en el agua las divide en aguas dulces hasta 2g/l, salobres entre 2 y 5g/l, saladas entre 5 y 40g/l y salmueras más de 40g/l. Aquellas con concentraciones bajas de sal

¿DE QUÉ SE TRATA?

Bien se sabe que el exceso de sal deteriora la salud de los seres humanos. No es tan conocido que los ecosistemas acuáticos también se resienten con la abundancia de sales.



Salinas Grandes, Jujuy. Al fondo se observa el cerro Chañi nevado.

se denominan oligosalinas y las muy saladas, hipersalinas. Los cuerpos de aguas continentales o interiores son el objeto de estudio de una rama de la ecología llamada limnología.

En la Argentina, los ecosistemas acuáticos salinos están bien representados por ríos y arroyos que desaparecen por evaporación o llegan a lagos sin desembocadura. Conforman más de veinte cuencas sin salida al mar, distribuidas en el noroeste y centro del país. La región de Cuyo se destaca particularmente a este respecto por sus ambientes semiáridos con precipitaciones medias anuales menores que 250mm.

La composición química de las aguas continentales depende de los procesos que se suceden durante las

diversas etapas del ciclo hidrológico, en las que se disuelven en ellas sólidos, líquidos o gases, sobre todo los primeros, cuya mayor parte proviene de las formaciones geológicas, suelos y sedimentos por los cuales discurren, o en los cuales se almacenan. Los sólidos encontrados con mayor frecuencia son carbonatos, cloruros, sulfatos, silicatos y aluminosilicatos de sodio, potasio, calcio y magnesio. Se distingue la *salinización primaria*, de causas naturales, de la *salinización secundaria*, producto de la acción humana.

Los orígenes de la segunda residen en una amplia variedad de actividades, entre ellas la agricultura, la deforestación, la irrigación, la minería o el vertido de efluen-

Causas de salinización secundaria de ríos en diversas regiones del mundo, según el artículo de Cañedo-Arguelles *et al.* incluido entre las lecturas sugeridas.

Lugar	País	Causa de la salinización
Río Amu Darya	Uzbequistán	Agricultura
Región de los Apalaches	Estados Unidos	Minas de carbón
Cuenca Murray-Darling	Australia	Tala de la vegetación nativa
Río Meurthe	Francia	Fábricas de soda cáustica
Ríos Werra, Weser y Wipper	Alemania	Minería de sal
Ríos Umbilo, Kat y Vaal	Sudáfrica	Efluentes industriales
Montañas Blancas	Estados Unidos	Anticongelantes para carreteras
Arroyo La Perdiz	Argentina	Minería de sal de mesa
Lago Yungcheng	Taiwán	Producción de sulfatos



Río arreico ubicado en la localidad de Vinchina, La Rioja. Pueden observarse en la foto las deposiciones de hidrocarburos (manchas oscuras) y sales (manchas blancas).

tes cloacales crudos. Constituye un fenómeno global que está en crecimiento y afecta a ríos, lagos y humedales. Sus consecuencias pueden verse magnificadas como consecuencia del cambio climático y por el incremento de la demanda de agua para consumo humano, en especial en regiones áridas. Según la Organización Mundial de la Salud, en 2008 el 37% de la población mundial sin acceso a agua potable estaba en el África subsahariana.

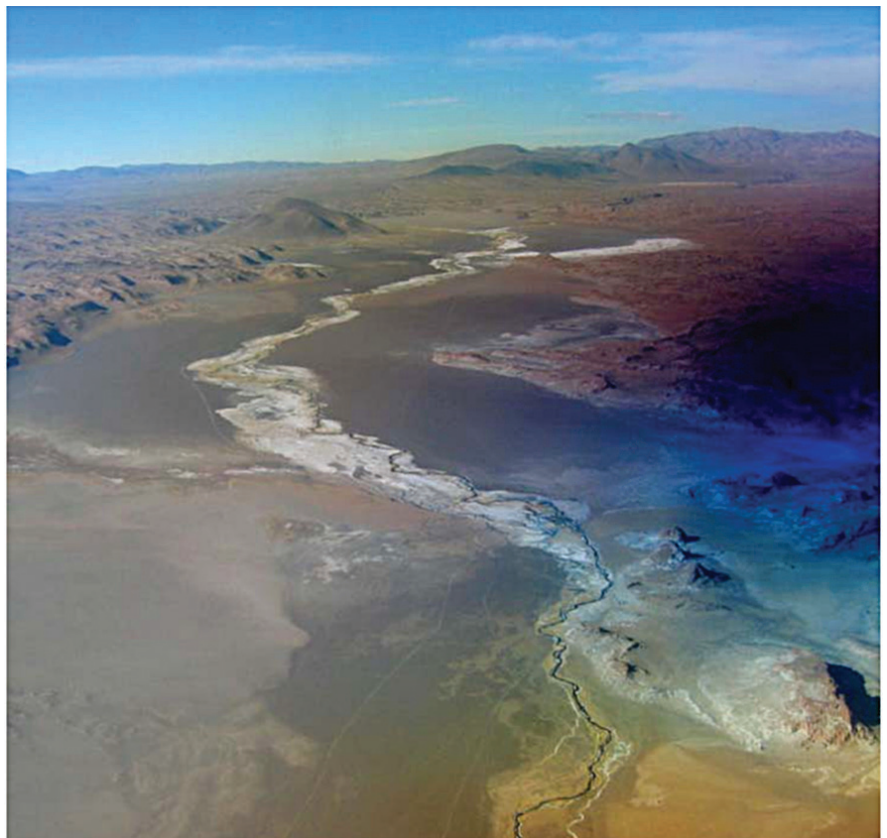
En la Argentina las principales actividades que originan salinización secundaria son la agricultura, la minería de metales y la minería de sales. La salinización de suelos se ha estudiado activamente en el país, pero no la de los cuerpos de agua, sobre la que no se dispone de registros y normalmente se consideró a la luz de las necesidades de riego y del peligro de pérdida de campos cultivables.

La salinización de cuerpos de agua crea costos ecológicos y económicos elevados. Los organismos acuáticos (peces, insectos, caracoles, etcétera) solo toleran ciertos niveles de salinidad y determinados tipos de sales. No se ven sometidos a demasiado estrés por debajo de los 1500mg/l (una cucharada de sal

en un litro de agua). Con mayor salinidad desaparecen los que tienen poca tolerancia a la sal y proliferan los que la tienen, al punto de que a veces son los únicos que quedan. Como consecuencia, se produce una reducción de la biodiversidad acuática y una disrupción de los procesos del ecosistema que compromete los bienes y servicios brindados por el cuerpo de agua.

Cuando el agua salinizada deja de ser apta para consumo humano, aumentan los costos de su potabilización, que debe incluir la extracción de las sales. Conviene tener en cuenta que solo es potencialmente potable menos del 1% del agua existente en el planeta, ya que el 97,5% de ella pertenece a los océanos, y del 2,5% restante, el 70% se encuentra en forma de nieve o hielo.


Si bien los problemas graves de salinización son de índole local, el fenómeno puede adquirir escala global, lo que hace aconsejable coordinar internacionalmente las acciones para enfrentarlos. Pero aun para encarar perturbaciones locales es oportuna la colaboración internacional, con el fin de tomar decisiones mejor fundadas de gestión de los recursos hídricos. Entre las iniciativas internacionales está la instauración en noviembre de 2013, por la Sociedad de Toxicología y Química Ambiental (Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC), de un grupo de especialistas interesados en estos problemas. Inicialmente se incorporaron al grupo expertos de Alemania, Argentina, Australia, España, Estados Unidos, Francia, Sudáfrica y Uzbequistán. El objetivo ge-



Fotografía aérea del río del Salar del Hombre Muerto, límite entre Salta y Catamarca.



Río arreico ubicado en el cruce con la ruta 40, La Rioja. Se llama arreico a un curso de agua cuyo caudal no desemboca en río, laguna, lago o mar, pues se evapora o infiltra en el suelo, como este en la provincia de La Rioja, en una zona de clima seco en extremo. Obsérvese la capa de sal que se fue depositando sobre el suelo. Los cuerpos de agua arreicos son temporales, es decir desaparecen gran parte del año; por lo que, en general, no reciben un nombre en particular excepto que sean muy grandes (lo que es raro).

neral de esa red de técnicos es evaluar las consecuencias de la actividad humana sobre la salinidad de los cuerpos de agua continentales, así como definir las mejores prácticas y proveer herramientas de gestión para uso de las entidades responsables de dicha gestión. 

Los autores agradecen la ayuda recibida de Guillermo y Enrique Terán, Verónica Manzo, José Pablo Fernández, Luis Fernández, Verónica Krapovikas, los miembros del grupo de salinización de la SETAC, el Conicet, la FCN e IML de la Universidad Nacional de Tucumán y el Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN) en donde realizan sus investigaciones.

LECTURAS SUGERIDAS

ALAGHMAND S, BEECHAM S & HASSANLI A, 2013, 'Impacts of groundwater extraction on salinisation risk in a semi-arid floodplain', *Natural Hazards and Earth Systems Sciences*, 13: 3405-3418.

CAÑEDO-ARGÜELLES M et al., 2013, 'Salinisation of rivers: An urgent ecological issue', *Environmental Pollution*, 173: 157-167. doi:10.1016/j.envpol.2012.10.011

KAUSHAL SS et al., 2005, 'Increased salinization of fresh water in the northeastern United States', *Proceedings of the National Academy of Science*, 102: 13517-13520.

SMEDEMA L, 2000, *Irrigation-Induced River Salinisation. Five major irrigated basins in the arid zone*, International Water Management Institute, Colombo, Sri Lanka.

WILLIAMS WD, 2001, 'Anthropogenic salinisation of inland waters', *Hydrobiologia*, 466: 329-337.



**Ana Lucía
González Achem**

Licenciada en ciencias biológicas, UNT.
Becaria doctoral del Conicet en la
Facultad de Ciencias Naturales e
Instituto Miguel Lillo, UNT.
anagonzalezachem@gmail.com



**Hugo Rafael
Fernández**

Doctor en ciencias biológicas, UNT.
Investigador adjunto del Conicet
en el Instituto de Biodiversidad
Neotropical.
hugorfernandez@yahoo.com



**Margarita del
Valle Hidalgo**

Doctora en química, UNT.
Profesora titular, UNT.
hidalgo@csnat.unt.edu.ar