



## La eutrofización de cuerpos de agua: un síntoma antropogénico que requiere atención

*Autores:*

Adrián Pedrozo Acuña  
Norma Ramírez Salinas

*Fecha de publicación:*  
8 de junio de 2020

La palabra eutrofización proviene del griego eutrophos, que significa “bien alimentado”.



*La eutrofización de cuerpos de agua*

Los limnólogos europeos Augusto Thienemann (1918) y Einar Naumann (1919) emplearon el término por primera vez para describir lagos que registraban una alta concentración de fitoplancton en el agua, en contraste con los sistemas pobremente alimentados u oligotróficos. En la actualidad, el término eutrofización ha evolucionado para identificar a los incrementos de nutrientes que resultan de actividades humanas, en comparación con los que se dan por causas naturales.

Las primeras observaciones de este fenómeno datan de finales de los años 1800 en el lago Zurich, en Suiza, cuando un grupo de científicos detectaron la proliferación de nuevas especies de cianobacterias y, subsecuentemente, la pérdida de oxígeno en sus profundidades. Esto produjo a su vez la desaparición de truchas y peces blancos, para dar lugar al crecimiento de perca europea y pececillos de diversas especies más tolerantes a condiciones de niveles bajos de oxígeno en el agua. Durante las décadas de los años cincuenta y sesenta se desviaron los nutrientes que llegaban al lago y, para los años setenta, el lago Zurich comenzó su recuperación.



En el resto del mundo, al igual que en Europa, los problemas de eutrofización crecieron durante el siglo XX como resultado directo del crecimiento poblacional y de la intensificación de las actividades agrícolas. Por ejemplo, en los años sesenta, Thomas Edmondson advirtió que la descarga del drenaje de la ciudad de Seattle, en el estado de Washington, produjo florecimientos cianobacteriales en el lago Washington. Como resultado de las protestas públicas hechas por el investigador, las autoridades estatales desviaron la descarga residual al lago vecino de Puget Sound, con lo que los florecimientos disminuyeron y la claridad del agua regresó al lago Washington. Desgraciadamente, esta decisión trasladó los efectos de la eutrofización a este segundo cuerpo de agua.

El lago Eire, el undécimo lago más grande del mundo, sufrió una historia similar. Durante el siglo pasado, la población en la cuenca tuvo un crecimiento superior a 12 millones de habitantes y las aguas residuales eran descargadas en este cuerpo de agua relativamente somero. Las algas flotantes florecieron y el oxígeno disuelto en el agua se redujo por la muerte de algas en el fondo del lago, produciendo también la muerte de peces. El control de introducción de fósforo al lago, resultado de la prohibición de fosfatos en los detergentes y del avanzado sistema de tratamiento de aguas residuales, disminuyó los florecimientos y aumentó la población de peces para los años noventa. Sin embargo, en 2010, estudios registraron un resurgimiento de florecimientos de cianobacterias tóxicas, que se han vuelto una plaga para los residentes de las orillas del lago.

A pesar de la implementación de estudios de contaminación y del control de la misma en diversos lagos del mundo durante el último milenio, el estudio de la eutrofización de los cuerpos de agua no ha avanzado tan rápidamente. Las publicaciones relacionadas con lagos comenzaron a ser más populares durante los años sesenta; por algún tiempo se pensó que los estuarios y las lagunas costeras eran más resilientes debido a la hidrodinámica inducida por la variación en el rango de marea. No fue sino hasta los años ochenta cuando se apreciaron e investigaron los problemas de eutrofización en este tipo de ecosistemas fluvio-marinos.

Es necesario señalar que existen causas naturales para la liberación de fósforo y nitrógeno en algunos cuerpos de agua (por la geología y la edad de las cuencas); por ejemplo, las cuencas con rocas metasedimentarias contienen con frecuencia concentraciones elevadas de nitrógeno, mientras que aquellas con litología volcánica y rocas fosfatadas dan lugar a aguas con concentraciones de fósforo relativamente altas. El clima y la vegetación pueden tener también cierta influencia, así como la salinidad y, en particular, las concentraciones de sulfatos. En cuerpos de agua continentales, las concentraciones de sulfuros están más relacionadas con la litología del sitio y, por lo tanto, pueden variar drásticamente entre cuencas. En lagos con bajas concentraciones de sulfatos, el fósforo puede permanecer atrapado en los sedimentos, mientras que en los lagos enriquecidos con sulfatos y, particularmente, en los lagos salinos o en los sistemas costeros, el fósforo es más fácilmente liberado de los sedimentos a la columna de agua.

El incremento registrado en las actividades agrícolas, urbanas e industriales durante el último siglo ha superado drásticamente la velocidad de liberación de nitrógeno y fósforo por causas naturales, dando lugar a un incremento excesivo de ambos elementos, lo que amenaza la calidad del agua y la integridad biótica de estos ecosistemas.

La eutrofización crea múltiples problemas, entre los que se encuentran la generación de zonas de hipoxia, también conocidas como “zonas muertas”, que reducen la biodiversidad, y florecimientos algales que generan problemas de sabor y olor, que amenazan la seguridad del agua potable y el abasto de alimentos acuáticos, que estimulan la liberación de gases de efecto invernadero y que degradan los valores sociales y culturales de estos cuerpos de agua.



Los florecimientos de plantas invasoras están reconocidos como uno de los aspectos más negativos de la eutrofización cultural, que se debe a la carga excesiva de nutrientes por actividades humanas. Esta carga adicional de nutrientes incrementa el florecimiento de algas productoras de toxinas, como son las cianobacterias y los dinoflagelados, presentes en ríos, lagos, embalses, estuarios y lagunas costeras, y que estimulan el crecimiento de plantas invasoras. Las toxinas resultantes de estos florecimientos tienen el potencial de volver el agua almacenada poco segura para el abastecimiento de agua potable, la irrigación y los propósitos recreativos, lo que convierte los cuerpos de agua en disfuncionales desde una perspectiva ecológica, económica y estética.

Algunas toxinas de cianobacterias son más tóxicas por unidad de masa que una serpiente cobra, por lo que tienen el potencial de lastimar a los seres humanos y otros seres vivos dependientes de estos cuerpos de agua. Las toxinas de las algas acuáticas pueden causar envenenamiento por medio del consumo bioacumulado de toxinas de peces y crustáceos. A pesar de que el envenenamiento de humanos y peces por cianotoxinas es raro, es una de las causas frecuentes de mortandad en el ganado, dado el acceso de este a cuerpos de agua infestados por estos florecimientos. La forma de exposición más común por parte de los seres humanos es justamente la bioacumulación de cianotoxinas a través del consumo de peces que viven en estos hábitats impactados.

En la actualidad es imposible predecir la ocurrencia de un florecimiento de plantas que sea dañino, pues no todos los florecimientos producen toxinas bajo todas las condiciones, y los tipos y cantidades de toxinas varían. La intensidad de la luz, los macronutrientes (nitrógeno y fósforo), los micronutrientes (hierro y metales traza) y la temperatura pueden influir en la producción de cianotoxinas, lo que hace de la comprensión de los reguladores ambientales un campo de investigación en desarrollo. En general, altas temperaturas y nutrientes acoplados con bajos niveles de turbulencia tienden a favorecer los florecimientos cianobacteriales. En zonas costeras, los nutrientes orgánicos y la mixotrofia están también asociados a los florecimientos en lagunas costeras.

Se espera que forzamientos adicionales incrementen los problemas de eutrofización. El cambio climático global incrementará la temperatura y bajará los niveles de pH, lo cual alterará el balance a favor de la presencia de organismos tóxicos y otorgará un mayor sentido de urgencia a los intentos de control de nutrientes. Conforme la población crezca, más alimentos serán necesarios para abastecerla, por lo que se espera una intensificación de las actividades agrícolas para proveer esos alimentos, lo que a su vez redundará en una mayor carga de nutrientes a los ecosistemas acuáticos.

Conforme desarrollamos una visión más holística de los ecosistemas acuáticos, queda claro que el enriquecimiento de nutrientes tiene amplios efectos. Los florecimientos algales, la presencia de plantas invasoras y las resultantes zonas de hipoxia en lagos, embalses y lagunas costeras están entre los temas más estudiados mundialmente, pero se requiere mayor investigación sobre los impactos de agregación de nutrientes más allá de estos problemas; por ejemplo, su influencia sobre procesos bióticos desde una especie hasta el ecosistema completo. Este panorama pone en relieve la necesidad de generar conocimiento a través de procesos de investigación multidisciplinaria, como los que desarrolla el IMTA, para sustentar las decisiones que permitan revertir esta problemática.