

# La fertilización y el riesgo de eutrofización de aguas superficiales

Medidas, a nivel general, recomendadas para limitar estos riesgos medioambientales

*En forma muy imprecisa, suele considerarse la eutrofización como el aporte de nutrientes minerales a los cursos de agua superficiales (ríos, lagos y embalses) con la correspondiente alteración del equilibrio de los ecosistemas acuáticos.*

● P. Urbano Terrón. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid.

Uno de los aspectos ligados a la transformación de los usos agrícolas ha sido la intensificación de los medios de producción y, entre ellos, el consumo de fertilizantes. En las zonas de agricultura intensiva, tanto tradicionales como de nueva creación, la aplicación de cantidades excesivas de fertilizantes ha sido la norma habitual, motivada, sin duda, por una co-



Pérdida por escorrentía de agua de riego cargada de fertilizantes.

yuntura comercial favorable, defectos en la formación y capacitación de los agricultores y deficiencias en los sistemas de experimentación y transferencia de tecnología.

De entre todos los nutrientes minerales necesarios para el desarrollo vegetal, generalmente se consideran el nitrógeno y el fósforo como los principales responsables del proceso de eutrofización de las masas de agua y, de entre las numerosas fuentes de contaminación, el uso agrícola del suelo con elevadas intensidades de cultivo y fuerte empleo de fertilizantes, como uno de los principales responsables del proceso.

Sin embargo, es necesario reflexionar sobre el tema y considerar que este planteamiento no es totalmente correcto por ser demasiado impreciso. En consecuencia, la influencia de la actividad agrícola, con el correspondiente uso de fertilizantes, debe ser responsable solamente de la parte que le corresponda.

Para empezar, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo definió en 1982 la eutrofización como: «El enriquecimiento en nutrientes de las aguas que provoca la estimulación de una serie de cambios sintomáticos, entre los que el incremento en la producción de algas y macrofitas, el deterioro de la calidad del agua y otros cambios sintomáticos, resultan indeseables e interfieren con la utilización del agua».

En consecuencia, son los cambios que se producirán en las masas de agua los que caracterizarán su estado trófico y sus posibilidades de utilización. Entre estos cambios: un desarrollo exagerado de la vegetación de ribera, del fitoplancton y zooplancton, un consumo excesivo del oxígeno disuelto en el agua y la aparición de sustancias tóxicas, ya sean metabolitos excretados por las raíces o la descomposición de la biomasa, pueden provocar la muerte de la fauna piscícola y rebajar notablemente la calidad de las aguas limitando sus posibilidades de utilización.

Sin embargo, según sea el uso previsto del agua pueden aceptarse diferentes niveles de eutrofización, que varían desde el estado oligotrófico (pocos nutrientes) al fuertemente eutrófico (muy bien provisto de nutrientes). En el **cuadro I**, se relacionan los usos posibles de las aguas de un lago o embalse en función de sus condiciones tróficas (Ryding *et al.*, 1992).

A la vista de este cuadro, puede concluirse que la eutrofización se considera indeseable porque limita las posibilidades de uso del agua. Las aguas eutróficas encuentran aplicaciones más limitadas que las oligotróficas.

## Indicadores válidos para caracterizar la eutrofización

Teniendo en cuenta que para el desarrollo de la vida vegetal responsable de la eutrofización sigue siendo válida la ley del mínimo, se ha considerado que, de todos los elementos minerales, el fósforo es el que con más frecuencia actúa como nutriente limitante y, en consecuencia, puede utilizarse como indicador válido del estado trófico de la masa de agua. Se considera en la práctica que contenidos



El mal empleo de fertilizantes puede rebajar notablemente la calidad de las aguas, limitando su posible utilización.

de P (fósforo) biológicamente disponible inferiores a 5 mg/L representan una posible limitación por este elemento.

En ocasiones, además del P total disuelto en el agua (fósforo biológicamente activo), se incluye como indicador el nitrógeno (N) total (nitrato, amoniacal y nitroso, si lo hubiera). Se considera, asimismo, que contenidos de N total disuelto inferior a 20 mg/L representan una limitación por este elemento.

La biomasa de algas suele estimarse a partir del contenido de clorofila en un determinado volumen de agua (mg de clorofila/L). Suele relacionarse también, como indicador de la calidad, la transparencia del agua, utilizando para ello el índice de Secchi. El nomograma de la **figura 1**, tomado de Ryding *et al.* (1992), permite transformar los valores de P en valores de clorofila y transparencia de Secchi.

En el **cuadro II** se incluyen valores límites para los indicadores analizados en un sistema de clasificación trófica.

### El uso de fertilizantes y el problema de la eutrofización

La fertilización de los suelos agrícolas puede ser responsable de los riesgos de eutrofización que se observan en muchas cuencas de drenaje. Con frecuencia, se afirma que la fertilización excesiva es la principal fuente de nutrientes encontrados en los desagües de las zonas agrícolas.

En este sentido, todos los nutrientes solubles pueden aparecer en mayor o menor proporción en las aguas de escorrentía superficial o de drenaje hipodérmico, según hayan sido absorbidos o no por el cultivo. Estas aguas son las que alimentan generalmente los cursos superficiales, pero no olvidemos que, incluso, aguas de drenaje profundo pueden aflorar en cotas más bajas o en los lagos y embalses.

Por esta razón, el nitrógeno y el potasio procedentes de los fertilizantes aparecen en cantidades significativas en los cursos de agua. Son menos frecuentes, porque suelen utilizarse en menores proporciones o porque son fijados más enérgicamente por la matriz del suelo, el azufre, calcio y magnesio. El fósforo es retenido muy enérgicamente por el suelo y, en consecuencia, no se pierde como fósforo disuelto en el agua de drenaje, sino como fósforo ligado a

partículas del suelo mediante los procesos erosivos.

En consecuencia, si una fertilización excesiva puede facilitar la eutrofización, no debe olvidarse que un programa adecuado de conservación del suelo, con métodos de laboreo y prácticas agrícolas adecuadas (laboreo y agricultura de conservación), deben ser condicionantes básicos e imprescindibles para controlar el riesgo de eutrofización.

Una vez cumplida esta premisa esencial, el paso siguiente ha de ser diseñar un programa de fertilización completo y equilibrado con las necesidades de los cultivos. Por supuesto que hay que evitar las fertilizaciones excesivas, pero no olvidemos que en la mayor parte de nuestras zonas agrícolas, el rendimiento de los cultivos sólo puede conseguirse con un suministro adecuado de fertilizantes.

Por esta razón, en la actualidad son muy numerosos los proyectos de investigación que se desarrollan en todo el mundo,

para conocer con la mayor precisión posible las cantidades reales de nutrientes minerales que necesitan absorber los cultivos para formar una determinada cosecha. Aunque estas cifras pueden variar entre límites bastante amplios, cada vez van siendo mejor conocidas y, en consecuencia, se puede actuar con mayor precisión.

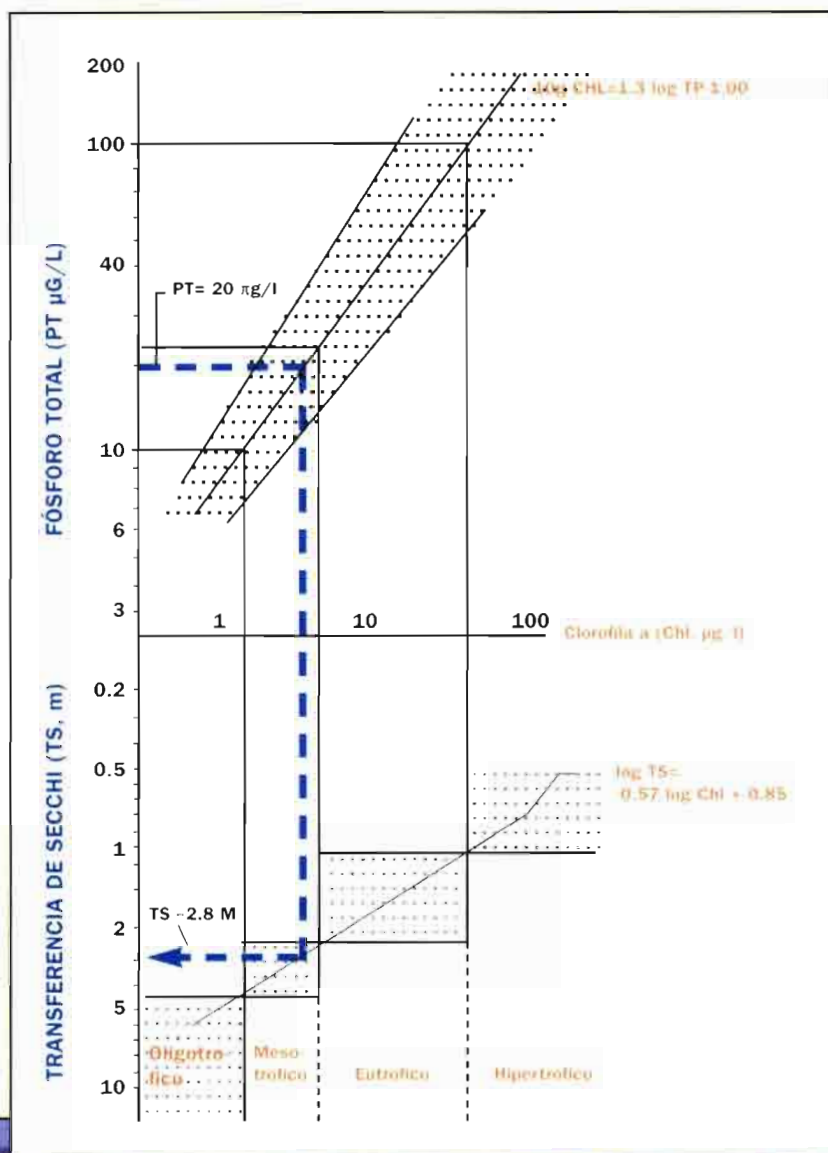
Pero no basta con conocer las necesidades de los cultivos, es necesario saber, además, cómo van evolucionando estas necesidades a lo largo del desarrollo del cultivo y cómo se va produciendo la evolución biogeoquímica de cada uno de los nutrientes en el suelo.

### CUADRO I. USO DEL AGUA Y CONDICIONES TRÓFICAS

| Uso del agua                  | Estado trófico |                       |
|-------------------------------|----------------|-----------------------|
|                               | Requerido      | Aceptable             |
| Producción de agua potable    | Oligotrófico   | Mesotrófico           |
| Baño/Natación                 | Mesotrófico    | Ligeramente eutrófico |
| Deportes acuáticos (sin baño) | Mesotrófico    | Eutrófico             |
| Piscicultura                  |                |                       |
| Salmónidos                    | Oligotrófico   | Mesotrófico           |
| Ciprínidos                    | —              | Eutrófico             |
| Producción de energía         | —              | Fuertemente eutrófico |
| Regadío                       | —              | Fuertemente eutrófico |

### CUADRO II. VALORES LÍMITES PARA UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN TRÓFICA

| Parámetro              | Oligotrófico | Mesotrófico | Eutrófico | Hipertrófico |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|--------------|
| Fósforo total (µg P/L) | 8,0          | 26,7        | 84,4      | > 84,4       |
| Nitrógeno total (µg/L) | 661          | 753         | 1.875     | > 1.875      |
| Clorofila (µg/L)       | 4,2          | 16,1        | 42,6      | > 42,6       |
| Transparencia (m)      | 9,9          | 4,2         | 2,45      | < 2,45       |



◀ **Figura nº 1:** Nomograma para transformar los valores de P en contenidos de clorofila y transparencia del agua (Ryding et al., 1992).

A partir de aquí, el conocimiento de la textura del suelo, de su actividad biológica, de su capacidad de retención, velocidad de drenaje, situación de los freáticos, etc., permitirán conocer el problema y tomar decisiones.

Sería muy importante desarrollar proyectos de investigación en los que, para diferentes clases de suelos, sometidos a distintas rotaciones y alternativas de cultivo y con diferentes regímenes de aplicación de fertilizantes, se midieran las cantidades de nutrientes perdidos, fundamentalmente por lixiviación y erosión, y que finalmente aparecen en los cursos superficiales de agua. Desgraciadamente, estos estudios son costosos y no se abordan con la intensidad que su importancia requiere, pero su conocimiento es la única vía para poder poner en práctica, en cada caso, una metodología específica de control.

Como recomendaciones generales, para limitar los riesgos de eutrofización generados por el uso de fertilizantes y enmiendas en los suelos agrícolas, pueden proponerse las siguientes:

- Calcular programas de fertilización equilibrados en los que el aporte de nutrientes a los cultivos sea el mínimo compatible con sus exigencias para la formación de la cosecha y el ciclo biogeoquímico de los nutrientes en el suelo. Eliminar, en consecuencia, el abonado excesivo.
- Procurar adaptar en cada momento el aporte de los nutrientes con las necesidades del cultivo. Esto significa fraccionar los aportes y seguir muy de cerca el estado de desarrollo de los cultivos.
- Si se usan abonos orgánicos, residuos ganaderos, urbanos o agroindustriales, es necesario conocer siempre su composición y tener en cuenta los nutrientes que irán apareciendo durante su mineralización o descomposición.

- No aplicar fertilizantes cuando se prevea que pueden producirse pérdidas importantes (cuando amenace lluvia, en invierno con los suelos encharcados o congelados, etc.).

- Cuando se trate de fertilizantes minerales sólidos, es recomendable su enterramiento con un labor ligera para reducir las posibles pérdidas por escorrentía.

- La aplicación de fertilizantes en fertirrigación deberá hacerse controlando muy bien las dotaciones de riego y la velocidad de aplicación del agua de riego para no superar la permeabilidad del suelo. De esta forma, disminuyen las posibles pérdidas por escorrentía y percolación. ■

**REFERENCIA**

Ryding, Sven-Olof y W. Rast, 1992. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. Ed. Pirámide, Madrid.



Conviene analizar las cantidades de nutrientes perdidos en cada cultivo que aparecen en los cursos superficiales de agua.