

## Eutrofización en Canelones

### El fósforo y la eutrofización

El fósforo puede ser encontrado en el ambiente más comúnmente como fosfato. Los fosfatos son compuestos importantes en los seres vivos porque son parte del ADN y se relaciona con la reserva y la disponibilidad de la energía.

Las aguas naturales, contienen cantidades de fosfatos por debajo de 1 mg/L. Si se encuentran cantidades superiores de estos nutrientes, se favorece el crecimiento de algas (organismos dependientes del fósforo) que consumen grandes cantidades del dióxígeno del medio acuático, impiden que los rayos de sol entren en el agua, y provocan la desaparición de especies vegetales y animales. Este fenómeno es comúnmente conocido como **eutrofización**.

La presencia de un exceso de ion fosfato en aguas naturales tiene un efecto devastador en la ecología acuática. Generalmente en aguas naturales (con poco flujo de corriente, estancadas) la concentración de fósforo es baja, de 0.01 a 1 mg/L; en aguas residuales domésticas esboza normalmente entre 1 y 15 mg/L; en aguas de drenaje agrícola varía entre 0.05 y 1 mg/L y en aguas superficiales de lagos varía entre 0.01 y 0.04 mg/L.

Hace ya casi 100 años los ecosistemas acuáticos comenzaron a ser clasificados por **su nivel total de nutrientes** (fundamentalmente fósforo) en las siguientes categorías: oligotrófico (bajo contenido de nutrientes), mesotrófico (niveles intermedios) y eutrófico (elevados niveles).

Estado trófico	Concentración de fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )	Color asignado
Ultraoligotrófico	< 12,3	
Oligotrófico	12,3 – 32,2	
Mesotrófico	32,2 -125,0	
Eutrófico	125,0 – 270,0	
Supereutrófico	270,0 – 585,0	
Hipereutrófico	> 585,0	

Tabla 1. Estado trófico asignado y rangos de concentración de fósforo total ( $\mu\text{g P/L}$ ) correspondientes según la propuesta de Lamparelli (2004) aplicable a sistemas de aguas corrientes (lóticos).

Las **fuentes de fósforo** más comunes son los poli-fosfatos de los *detergentes*, las *aguas residuales* y la *escorrentía de terrenos* que utilizan fosfatos como fertilizantes, los *efluentes* de los *tambos*, entre otras.

### Fósforo y fertilizantes

Durante miles de años, las civilizaciones como el Imperio Romano usaron abonos animales (estiércol) para ayudar a cultivar las cosechas. Después, en 1750, Benjamin Franklin logró sintetizar fertilizantes químicos (sales). El fosfato amónico y el nitrato potásico son dos ejemplos.

Debido a que aproximadamente un tercio de todos los alimentos que se cultivan hoy en día dependen de los **fertilizantes**, por eso se puede decir que muchas personas deben sus vidas y bienestar a ellos.

La mayor parte del ácido sulfúrico se emplea en la producción de fertilizantes. En su mayoría se usa para reaccionar con un mineral llamado "roca fosfato" que es fundamentalmente fosfato cálcico y fluorotrifosfato de calcio. Sin el ácido sulfúrico, la roca fosfato es prácticamente inútil para la vida de las plantas porque no es muy soluble en agua.

Al tratarse **roca fosfato** con ácido sulfúrico se produce dihidrógeno fosfato cálcico y ácido fosfórico. El ácido fosfórico producido se usa para producir otros fertilizantes. Por ejemplo, al reaccionar con el amoníaco, se produce fosfato amónico.

Gracias a la intuición de Franklin hace más de doscientos años, somos capaces de alimentar a más gente de lo que hubiese sido posible de otro modo.

### Situación en Canelones:

La cartera de Medio Ambiente concluyó, junto con la Facultad de Ciencias, que las medidas aplicadas en la cuenca del Santa Lucía detuvieron el aumento de la concentración de fósforo. Con más de 30 millones de dólares invertidos (plantas con reactores biológicos de última generación que eliminan nutrientes), las industrias de la zona redujeron drásticamente sus vertidos. También los efluentes de los tambos disminuyeron 2.000 kilogramos de materia orgánica por día.

Por ejemplo, en 2012 el frigorífico Las Piedras vertía 160 kilogramos diarios de nitrógeno y 22 kilogramos diarios de fósforo, pero en 2017 no se registraron estos vertidos, debido a la instalación de un sistema de riego que utiliza las propiedades fertilizantes de sus efluentes.

### Preguntas guía:

1. ¿Qué **problema ambiental** se plantea en el texto?
2. Imaginen que tienen que diseñar una investigación relacionada con el tema tratado.
  - a. ¿Qué **variables** elegirían?
  - b. ¿Cuál sería la variable independiente, dependiente y las de control?
  - c. ¿Cuál sería su **pregunta investigable**?
  - d. Escriban un **párrafo** breve que **describa** cómo diseñarían dicha investigación.
3. Se ha llegado a los siguientes *resultados* luego de realizar en Canelones la medición del nivel total de nutrientes: el 36.4 % del total de los sitios muestreados fue clasificado como hiperutrófico, el 28.8 % como superutrófico y el 30.3 % como eutrófico. Únicamente el 4.5 % fue clasificado como mesotrófico. No se relevaron puntos oligotróficos para Canelones.
  - a. Construyan **una gráfica** que represente estos resultados.
  - b. Observen la siguiente imagen, ¿cuál es el **estado trófico** de la zona donde viven y cuál es la concentración de fósforo total entonces?

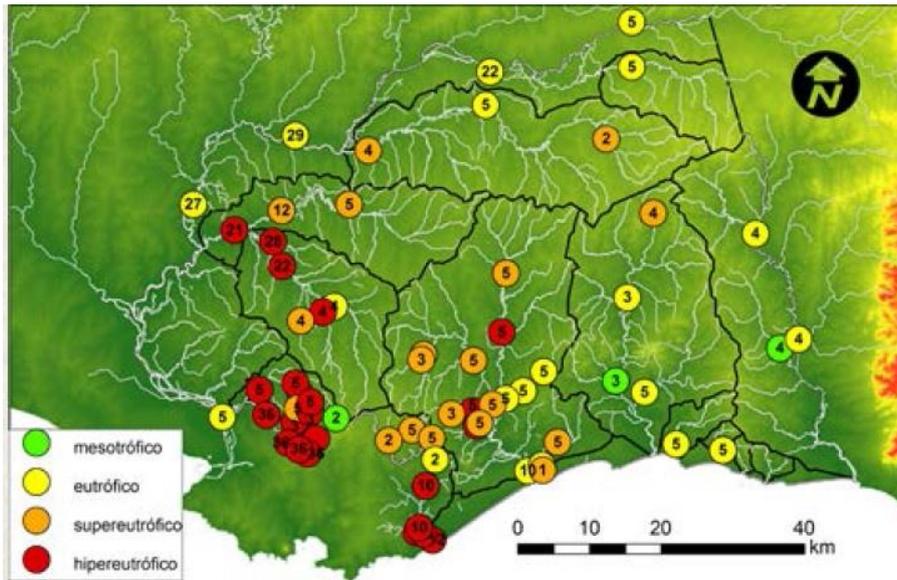
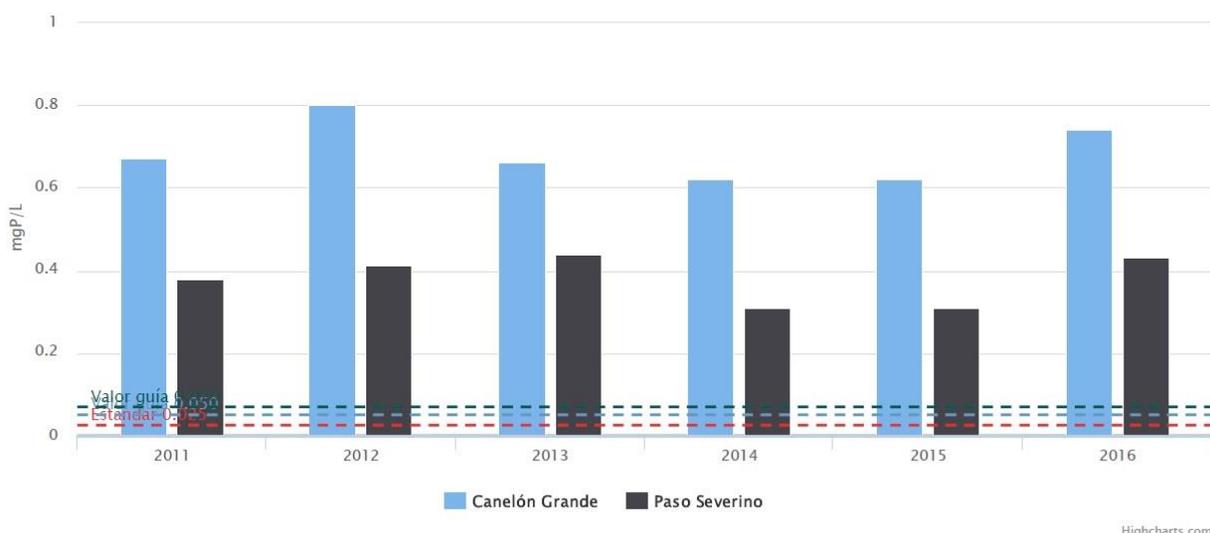


Fig. 14- Representación del estado trófico medio asignado mediante el IET en cada uno de los puntos analizados en el Departamento de Canelones (escala de color). El valor del índice varía entre mesotrófico y eutrófico (ver leyenda). Los números representan la cantidad de datos disponibles para cada sitio.

4. El MVOTMA (Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente) para conocer el estado del ambiente y su gestión pone a disposición de la sociedad un conjunto de indicadores ambientales que se evalúan y actualizan año a año. Uno de estos indicadores es la **concentración del fósforo total**. Este indicador tiene como objetivo verificar el cumplimiento del estándar de calidad del agua establecido en la clase 3 del Decreto 253/79, el cual determina una concentración igual o menor a 0,025 mgP/L.

*¿Qué interpretan de la siguiente gráfica?*

Fósforo Total embalses Río Santa Lucía



Gráfica 1. Fósforo total embalse Río Santa Lucía

5. Muchas empresas de la zona han instalado plantas de tratamiento de efluentes de lodos activados por oxidación biológica (PTAR). Busquen información sobre cómo **funcionan dicha plantas**. Realicen una breve síntesis al respecto.
6. ¿Qué **método analítico** se suele utilizar para **determinar fósforo** en una muestra?
7. ¿Qué **medida** piensan que se podría aplicar para continuar disminuyendo la concentración total de fósforo en el agua? ¿Cómo **argumentan** su respuesta?
8. Busquen la **composición química de un fertilizante** que se utilice en nuestro país. ¿Para qué tipo de suelo y cultivo se sugiere su uso? (No debe repetirse en el grupo.)
9. ¿Qué opinión les merece esta problemática de contaminación en nuestro país (“Uruguay país natural”)?
10. Escriban una ecuación que represente el proceso de producción de uno de los fertilizantes citados en el texto.
11. Representen con un diagrama entálpico la formación de una de las sustancias nombradas en el texto. (No debe repetirse en el grupo.)
12. Incluye los créditos de los materiales (digitales y/o impresos) que han consultado para elaborar el informe.

### Lista de cotejo para evaluar el informe:

Indicador	Sí/No	Puntaje	Observaciones
Identifican correctamente el problema ambiental analizado. (3 p)			
Identifican las variables que intervienen en el experimento y las clasifican correctamente. (6 p)			
Redactan correctamente la pregunta investigable y describen el diseño de la actividad práctica. (6 p)			
Construyen una gráfica que representa los datos de Canelones. (3 p)			
Interpretan correctamente los datos de la fig 14 y los relacionan con la información que brinda el texto. (4 p)			
Interpretan correctamente la gráfica 1. (3 p)			
Buscan información referida al funcionamiento de la planta de tratamiento de efluentes y resumen la información al elaborar su respuesta. (6 p)			
Buscan información referida al método analítico para determinar el fósforo y son capaces de vincularla con los contenidos conceptuales. (6 p)			
Incluyen la etiqueta de un fertilizante, indican su composición química, el tipo de suelo y el cultivo para el que se utiliza. No se repite el fertilizante seleccionado por otro equipo. (6 p)			
Representan la ecuación química de la formación de uno de los fertilizantes citados en el texto. (3 p)			
Incluyen un diagrama entálpico que representa la formación de una de las sustancias citadas en el texto. No se repite el diagrama por otro equipo. (3 p)			
Argumentan científicamente la medida seleccionada: incluyen hechos, datos, justificación, ventajas, inconvenientes, ejemplos, y conclusión. (6 p)			
Opinan utilizando argumentos científicos y demuestran valorar el cuidado del ambiente. (4 p)			
Citan la bibliografía y webgrafía consultada según las normas APA. (1 p)			
<b>TOTAL (60 p)</b>			

**Autores:** Raúl Britos y Anarella Gatto.

**Créditos:**

✓ **Referencias bibliográficas:**

- Aubriot, L., Delbene, L., Haakonsson, S., Somma, A., Hissch, F. y Bonilla, S. (2017). Evolución de la eutrofización en el Río Santa Lucía: influencia de la intensificación productiva y perspectivas. *Revista del Laboratorio Tecnológico del Uruguay*. ISSN 1688-6593 · INNOTEC 2017, No. 14 (7 - 16) · DOI 10.26461/14.04. Recuperado de: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/download/426/776/>
- Cópola, M. y Moschetti, A. (2016). *Manejo sustentable de cuencas hidrográficas. Cuenca del Río Santa Lucía*. Montevideo, Uruguay: UDELAR. Recuperado de: <http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2016/07/Manejo-de-Cuencas-Hidrogr%C3%A1ficas-CRSL.pdf>
- DINAMA. *Indicadores ambientales. Concentración de fósforo total*. Recuperado de: [https://www.dinama.gub.uy/indicadores\\_ambientales/ficha/oan-concentracion-de-fosforo-total/](https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-concentracion-de-fosforo-total/)
- *Informe ambiental estratégico. Sistemas Acuáticos Canarios. Estado del conocimiento y gestión ambiental*. (2016-217). CURE. UDELAR. Gobierno de Canelones, Dirección General de Gestión Ambiental. Recuperado de: [https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina\\_sitio/archivos\\_adjuntos/informe\\_ambiental\\_estrategico\\_recursos\\_hidricos\\_canelones.pdf](https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/informe_ambiental_estrategico_recursos_hidricos_canelones.pdf)
- L. J. Guarín Meza (2011). *Tesis Estandarización de las Técnicas de Fosfatos y Cloruros en aguas crudas y tratadas para el laboratorio de la Asociación Municipal de Acueductos Comunitarios (AMAC) en el Municipio de Dosquebradas*, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología, Tecnología química. Recuperado de: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2337/6281586132G915.pdf?sequence=1>
- MVOTMA. (3 de febrero de 2018). *Medidas en cuenca del Santa Lucía frenaron la concentración de fósforo en el agua*. Recuperado de: <https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/dinama-medidas-cuenca-santa-lucia-fosforo-estancado-menos-efluentes-tambos-30-millones-dolares>
- Whitten, K., Davis, R. y Peck. M. (1998). *Química General*. (5ta edición). Madrid, España: Mc Graw Hill.

✓ **Imágenes:**

- *Figura 14: Informe ambiental estratégico. Sistemas Acuáticos Canarios. Estado del conocimiento y gestión ambiental*. (2016-217). CURE. UDELAR. Gobierno de Canelones, Dirección General de Gestión Ambiental. Recuperado de: [https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina\\_sitio/archivos\\_adjuntos/informe\\_ambiental\\_estrategico\\_recursos\\_hidricos\\_canelones.pdf](https://www.imcanelones.gub.uy/sites/default/files/pagina_sitio/archivos_adjuntos/informe_ambiental_estrategico_recursos_hidricos_canelones.pdf)
- *Gráfica 1:* [https://www.dinama.gub.uy/indicadores\\_ambientales/ficha/oan-concentracion-de-fosforo-total/](https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/ficha/oan-concentracion-de-fosforo-total/)

**Fecha de publicación:** 31 de julio de 2018



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).