

# Observaciones sobre el estado trófico de un conjunto de lagunas costeras del arco atlántico-mediterráneo español

Francisco J. Torres Goberna

Alumno de Limnología (curso 2012-13), Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga

21

Las lagunas costeras mediterráneas constituyen masas de agua someras, de salinidad y volumen variable, que pueden estar total o parcialmente separadas del mar por bancos de arena, grava o incluso rocas. Respecto a la salinidad, sus aguas oscilan entre la categoría de "salobres" y la de "hipersalinas" como resultado de un régimen hidrológico y balance de aguas característico. Dentro de la categoría general "laguna costera" se engloban tres tipos diferenciados de ecosistemas:

- Lagunas costeras y albuferas.
- Humedales asociados a deltas, estuarios y llanuras de inundación.
- Salinas.

Estos ecosistemas presentan un gran interés debido a su elevada diversidad y riqueza de especies de flora y fauna. A pesar de ello, su ubicación hace de estas lagunas ecosistemas muy susceptibles de sufrir fuertes impactos ambientales de origen antropogénico (Cruz-Pizarro et al. 2003).

El término eutrofización ha sido utilizado para designar el aporte artificial e indeseable de nutrientes minerales (sobre todo fósforo y nitrógeno) a las masas de agua. Aunque el origen de este proceso está generalmente asociado a la presión antrópica, puede suceder también en condiciones naturales. Además, el aporte de nutrientes que puede resultar indeseable para una masa de agua puede resultar inocuo e incluso beneficioso para otras (Ryding et al, 1989). Actualmente una de las definiciones de eutrofización más difundida es el de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE, 1982): *la eutrofización es el enriquecimiento en nutrientes de las masas de agua, que provoca una serie de cambios sintomáticos que resultan indeseables e interfieren con la utilización de las aguas como recurso. Entre estos cambios se encuentran el incremento en la producción de algas y macrófitas y el deterioro de la calidad físico-química del agua* (Ryding & Rast, 1989).

La eutrofización es uno de los mayores problemas que sufren nuestras masas de agua, no sólo por el deterioro ambiental que significa, sino por la rapidez con la que tiene lugar y la dinámica no-lineal y catastrófica con que acontece. El nitrógeno y fósforo se consideran nu-

trientes limitantes en ecosistemas acuáticos, y por tanto, los principales agentes causantes de la eutrofización. Este estudio centra su atención en el fósforo, ya que de los dos nutrientes considerados es el más frecuentemente limitante en ecosistemas acuáticos epicontinentales.

El presente trabajo pretende diagnosticar el estado trófico de las 26 lagunas costeras españolas incluidas la *Red Española de Humedales y Lagunas Costeras* (Red Marismas). Toda la información limnológica referente a estos ecosistemas y requerida en este estudio ha sido obtenida de la amplia base de datos publicada por los investigadores de dicha red (Red Marismas, 2008).

En la Figura 1 se muestra la localización geográfica a lo largo de las costas españolas de las lagunas estudiadas

Para llevar a cabo este diagnóstico se ha calculado el valor *Índice de Estado Trófico* (TSI, *Trophic State Index*) a partir de las expresiones propuestas por Carlson (1977). En concreto, se aplicaron aquellas fórmulas que utilizan como variables de diagnóstico el fósforo total (TP) y la concentración de clorofila a (Chl):

$$TSI (TP) = 10 \left( 6 - \frac{\ln \frac{48}{TP}}{\ln 2} \right)$$

$$TSI (Chl) = 10 \left( 6 - \frac{2,04 - 0,68 \ln Chl}{\ln 2} \right)$$

donde,

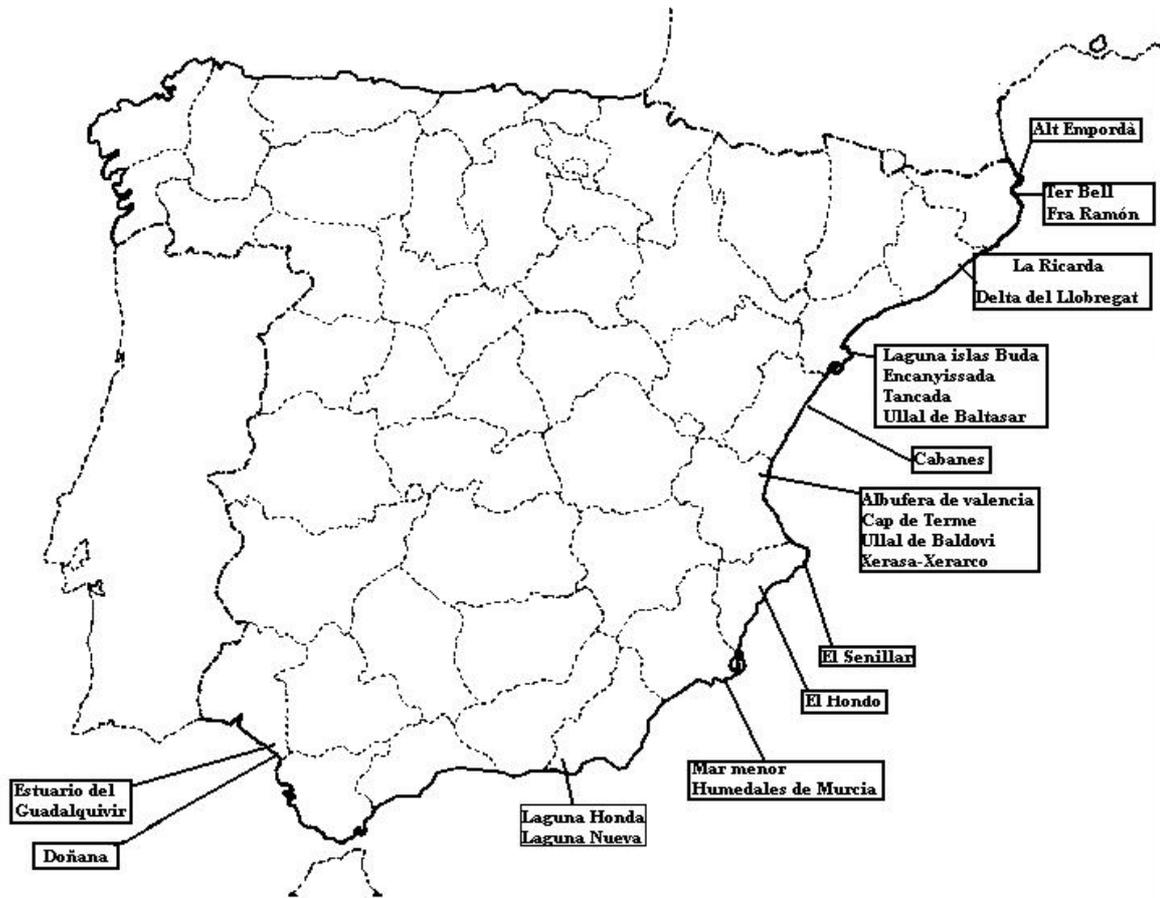
TSI (TP) es el TSI en función del TP

TP es la concentración de fósforo total ( $\mu\text{g/l}$ )

TSI (Chl) es el TSI en función de la clorofila a

Chl es la concentración de clorofila a ( $\mu\text{g/l}$ )

Una vez obtenido el valor de TSI es posible encuadrarlo dentro de una de las cuatro categorías tróficas siguientes: *Oligotrófico* ( $TSI < 30$ ), *Mesotrófico* ( $30 < TSI < 60$ ), *Eutrófico* ( $60 < TSI < 90$ ) e *Hipereutrófico* ( $90 < TSI < 100$ ).



**Figura 1:** Localización geográfica de las 26 lagunas costeras consideradas en este trabajo.

En función de la variable de diagnóstico considerada, entre el 68% y el 86% de las lagunas costeras estudiadas presentaron valores de TSI correspondientes a la categoría Hipereutrófico, salvando unas pocas excepciones como Cabane (Castellón) o el Mar Menor (Murcia), que corresponden al 7-8% de lagunas estudiadas en las que el TSI sugiere un estado trófico correspondiente a la categoría de Oligotrófico (ver tabla 1). No obstante, es importante resaltar que el cálculo de TSI para el Mar Menor se realizó únicamente en base a la concentración de Chl en el agua. Recientes estudios en este mismo ecosistema (Salas et al. 2008) han puesto de manifiesto que el uso de esta variable de diagnóstico no es apropiado para la estimación del estado trófico en el Mar Menor, ya que los valores de concentración de Chl registrados son bajos debido al control ejercido por las larvas de peces y el zooplacton gelatinoso sobre el fitoplancton, y no debido a una baja concentración de nutrientes en sus aguas. Por tanto, es esperable que el TSI de este ecosistema sea mucho más elevado si se calcula en base a su TP.

En términos generales, existe gran coherencia entre los resultados de TSI obtenidos cuando

se usan como variables de diagnóstico Chl y TP, con alguna excepción como el caso del Ullal de Baltasar (Tarragona), clasificable como Mesotrófico cuando se utiliza Chl como variable diagnóstico y como Hipereutrófico si se usa TP (Tabla 1).

En la Figura 2 se muestra el porcentaje de las lagunas estudiadas que se encuentra en los diferentes estados tróficos considerados, dependiendo de si se usan los valores de Chl o de TP en el cálculo de TSI. Cuando se utiliza el TP como variable de diagnóstico aumenta el porcentaje de lagunas diagnosticadas como Hipereutróficas. En todo caso, es necesario indicar que en muchas de las lagunas estudiadas no se poseen datos de fósforo total, lo que podría suponer variaciones en los porcentajes expresados en la Figura.

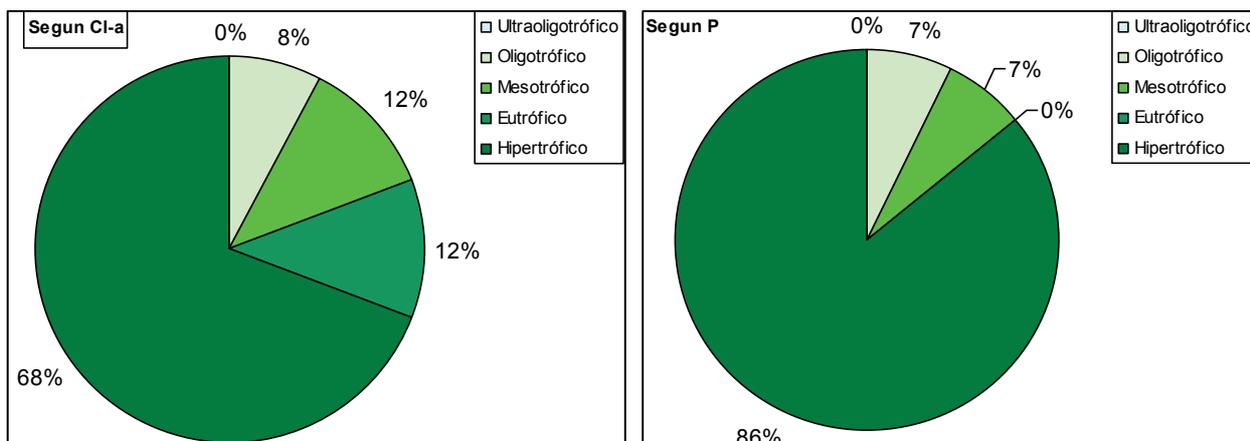
Las lagunas costeras españolas, con pocas excepciones, se caracterizan por estados tróficos que oscilan entre Eutrófico e Hipereutrófico. Esto se debe, en parte, a su ubicación en la zona litoral, que hace que sean muy susceptibles a los impactos ambientales de origen antrópico, derivados especialmente de la explotación agrícola y turística de las costas. Por este motivo, es

Tabla 1

Lagunas	TSI (Cl a)	Categoría trófica	TSI (TP)	Categoría trófica
Laguna Honda	79,90	Hipertrófico	86,02	Hipertrófico
Laguna Nueva	69,68	Hipertrófico	68,98	Hipertrófico
Albufera valencia	85,65	Hipertrófico	89,00	Hipertrófico
Alt empordà	59,94	Eutrófico	79,06	Hipertrófico
Laguna Era Ramón	77,18	Hipertrófico	92,76	Hipertrófico
Laguna Ter Vell	79,40	Hipertrófico	100,85	Hipertrófico
Islas Budas	57,43	Eutrófico		
Cabanc	38,50	Oligotrófico	38,61	Oligotrófico
Cap de terme	74,18	Hipertrófico	72,35	Hipertrófico
Delta Llobregat	85,00	Hipertrófico		
El Hondo	78,65	Hipertrófico		
El Senillar	61,99	Hipertrófico	76,91	Hipertrófico
Encanyissada	55,32	Eutrófico	84,64	Hipertrófico
Estuario Guadalquivir	44,39	Mesotrófico		
La Ricarda	85,10	Hipertrófico	76,43	Hipertrófico
Mar menor	33,12	Oligotrófico		
Tancada	70,71	Hipertrófico	82,60	Hipertrófico
Santa Olalla (Doñana)	97,50	Hipertrófico		
Dulce (Doñana)	97,50	Hipertrófico		
Las verdes (Doñana)	97,50	Hipertrófico		
Charco toro (Doñana)	97,50	Hipertrófico		
Taraje (Doñana)	97,50	Hipertrófico		
Llull baldovi	42,52	Mesotrófico	49,93	Mesotrófico
Llull Baltasar	48,91	Mesotrófico	85,94	Hipertrófico
Humedal murcia	65,43	Hipertrófico		
Xeresa-Xerarco	83,84	Hipertrófico		

necesaria la evaluación de las cargas de nutrientes en las aportaciones a las lagunas, así como realizar planes de actuación acorde a las necesidades de cada ecosistema. La mayor parte de los sistemas estudiados en este trabajo son lagunas con extensas superficies y poca profundidad, lo que implica un mayor riesgo de sufrir procesos de eutrofización. Esta susceptibilidad es aún mayor en la zona litoral (Jordan et al, 1987). El continuo aporte de nutrientes como nitrógeno y el fósforo, principales causantes de la eutrofización, por parte de las crecientes actividades antrópicas en el litoral no hace sino agravar su estado (Álvarez-Cobelas et al, 1991).

A pesar de sus limitaciones, el cálculo del TSI sigue siendo una herramienta muy útil en el diagnóstico de la calidad del agua, tanto por su sencillez como por su capacidad descriptiva y diagnóstica. Estas características lo hacen especialmente adecuado como indicador de calidad ecológica en el contexto de la Directiva Europea Marco del Agua. No obstante, es muy recomendable usar distintas variables a la hora de estudiar el TSI de las lagunas para poder evitar que los procesos subyacentes que acontecen en su seno resulten en unos valores que no se correspondan con la realidad, como quedó puesto de manifiesto en el caso del Mar Menor. En todo caso, la variable más directa y fiable será la concentración de fósforo total.



24

**Figura 2:** Porcentaje de lagunas estudiadas correspondientes a las distintas categorías tróficas consideradas. Panel izquierdo: variable de diagnóstico Chl. Panel derecho: Variable de diagnóstico TP.

#### Bibliografía citada:

- Álvarez-Cobelas, M., P. Muñoz Ruiz y A. Rubio Olmo. 1991. La eutrofización de las aguas continentales españolas. Barcelona. Henkel Iberica S. A. 339 p.
- Carlson, Robert E. A trophic state index for lakes. 1977. Limnology Oceanography, 22 (2), 361-369.
- Salas, F., H. Teixeira, C. Marcos, J.C. Marques y A. Pérez-Ruzafa. 2008. Applicability of the trophic index TRIX in two transitional ecosystems: the Mar Menor lagoon (Spain) and the Mondego estuary (Portugal).
- Jordan, W. R., Michael E. Gilpin y J. D. Aber. Restoration ecology. A synthetic approach to ecological research. 1987. Cambridge University Press, 342p.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assesment and control. Final Report. OECD Cooperative Programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control), Environment Directorate, OECD, París. 154p.
- Red Marismas, Spanish network on coastal wetlands and lagoons. 2008. A network in support of the implementation of the Water Framework Directive with the collaboration of Institute for the Environment and Sustainability. Joint Research Centre of the European Commission.
- Ryding S.O. y W. Rast. 2002. El control de la eutrofización en lagos y pantanos. París. Serie el hombre y la biosfera (UNESCO), vol. 1, 314 p.