

## ¿Qué es la eutrofización y por qué es importante?

En los ecosistemas acuáticos encontramos una gran diversidad biótica. Los productores primarios de estos sustentan la red trófica, lo que permite la existencia de esta diversidad además de permitirnos obtener una gran variedad de recursos de estos ecosistemas. Por ello, es necesario que se mantenga una buena calidad del agua.

El proceso de eutrofización hace referencia al progresivo aumento de materia orgánica en el agua, propiciando la proliferación de algas y bacterias que acaban por cubrir toda la superficie del agua impidiendo el paso de la luz. El resto de organismos fotosintéticos ven privada su actividad y mueren, contribuyendo todavía más al incremento de materia orgánica. Existen diversos parámetros químicos (Demanda Biológica de Oxígeno, Carbono Orgánico Disuelto, ...) (tabla 1) y físicos (temperatura, sustancias suspendidas en el agua, color, transparencia, ...) que nos permiten determinar el estado del ecosistema acuático, que puede ser **oligotrófico** (pobre en nutrientes como N y P, con abundante oxígeno, agua clara y abundante fauna aerobia), **eutrófico** (rico en nutrientes como N y P, agua cubierta por algas, pobre en oxígeno, prácticamente sin fauna aerobia), o **hipertrófico** (estado extremo de eutrofización a causa de contaminación excesiva).

| Parámetros de un medio acuático saludable |                              |
|---|------------------------------|
| Nitrógeno                                 | 4 - 1500 µg/L                |
| COD                                       | < 6 mg/L                     |
| Fósforo                                   | 3 - 90 µg/L                  |
| O <sub>2</sub> disuelto                   | 9 mg/L                       |
| DBO <sub>5</sub>                          | < 30 mg de O <sub>2</sub> /L |
| pH  | 5.5 - 9                      |

Tabla 1: rango de parámetros químicos saludables

## Situación en China

La zona más contaminada es el delta del río Yangtze, donde se encuentra el lago Tai, que suministra agua a 10 millones de personas. El aumento de población incrementa el uso de fertilizantes con nitrógeno para elevar las producciones de alimento, que se filtran en el suelo y contaminan más el agua. El lago Tai, próximo a grandes ciudades como Wuxi y Suzhou, pasó de un estado oligotrófico a hipertrófico en las últimas décadas, contando hoy en día con una alta concentración de toxinas producidas por las algas. Los ríos que llegan a este llevan agua de muy baja calidad debido a los vertidos agrícolas, industriales y municipales.

Los lagos han ido empeorando a lo largo de los años, como se puede ver en el caso de los lagos Dianchi y Tai (figura 2 y 3). Se calcula que cada año 3000 km<sup>2</sup> de lagos pasan a estado hipertrófico o inferior por cada 10% de crecimiento económico.

Se predice que en el 2030 la tasa de crecimiento de población será de 0.35%, 1.65% en zonas urbanas, por lo que la cantidad de agua necesaria aumentará 150 mil millones de toneladas, y los vertidos 46.1. Esto provocará que la mayoría de lagos chinos estarán en estado hipertrófico.

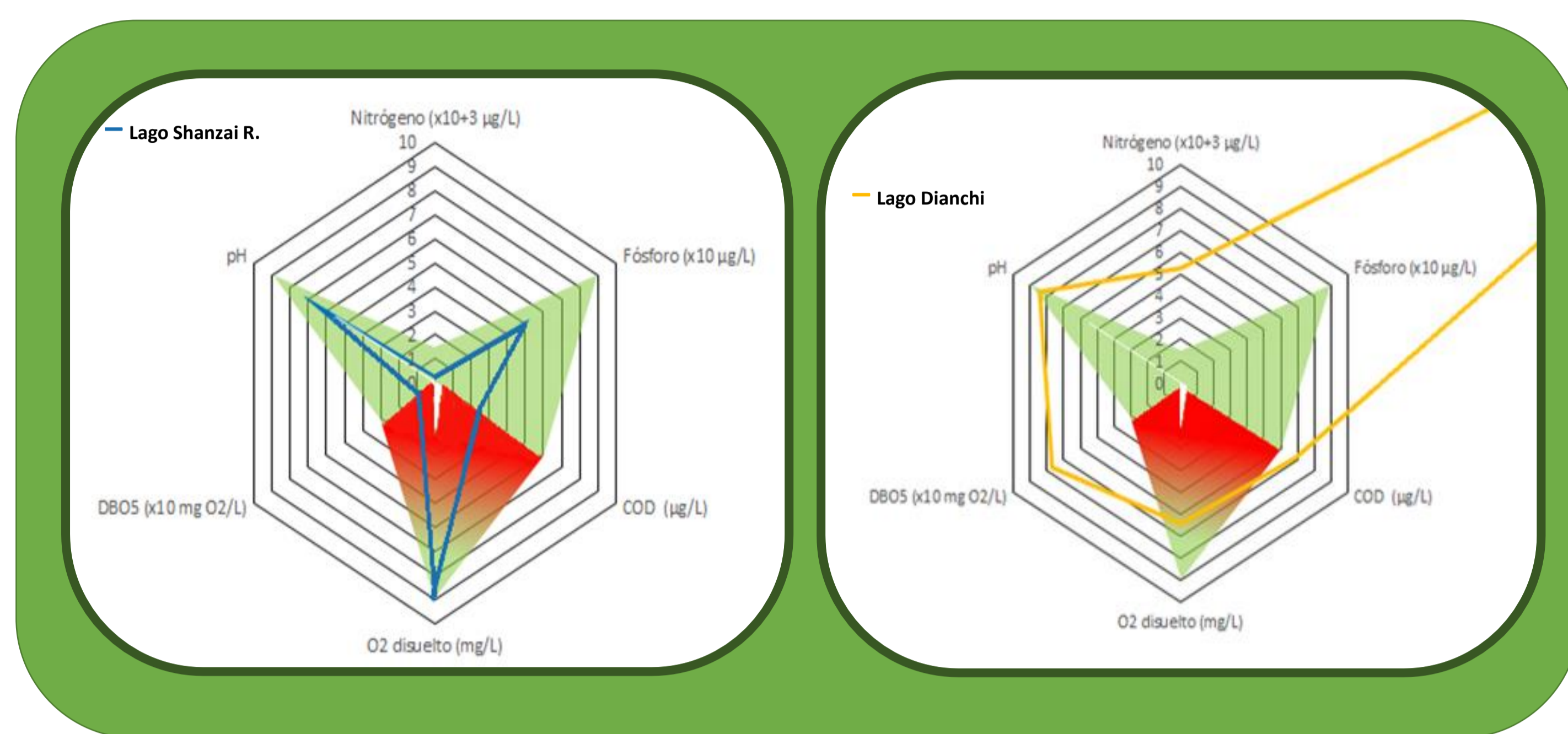


Figura 1: gráfica radial comparativa del estado de los lagos Shanzai R. (izquierda, en un estado aceptable) y Dianchi (derecha, en estado de eutrofización) en 2008. La región verde representa un valor aceptable para ese parámetro. En el caso del oxígeno disuelto, existe también una región roja para valores muy bajos, pues a valores menores de 6 mg/L, empieza a representar un peligro y a menores de 2 mg/L, resulta letal. [Gráfico de elaboración propia].



Figura 3: esquema del proceso de evolución del Lago Tai a lo largo del tiempo



Figura 2: esquema de la evolución del Lago Dianchi a lo largo del tiempo.

## Consecuencias

- **Aparición de toxinas como microcistina:** pueden llegar a provocar la muerte, se relaciona con el aumento de cáncer de hígado en Tong'an (38.5 µg microcistina/L en el lago Tai).
- **Desaparición de especies de algas locales:** algas con adaptaciones anaerobias más favorecidas.
- **Cierre de plantas de tratamiento de agua para consumo** ante la imposibilidad de potabilizar el agua, causando pérdidas millonarias.
- **Asfixia masiva de poblaciones de peces.**
- **Industria pesquera, turismo y transporte gravemente afectados.**
- **Coste elevado en construcción de instalaciones para el tratamiento.** La eliminación de toxinas y otros elementos contaminantes requieren procedimientos caros y específicos.



Figura 4: fotografías de diversas masas de agua contaminadas en China [imágenes extraídas de: <https://pulptastic.com/35-unbelievable-photos-extreme-pollution-china/>]

## Métodos de estudio y soluciones

- Estudio de la **capacidad de desnitrificación** (descomposición de nitrógeno) mediante la medida de la presencia del **gen narG**, que codifica las proteínas encargadas de este proceso.
- Detener las actividades excesivas en los lagos.
- Limitar las leyes de vertidos hasta llegar a un nivel donde el lago pueda autolimpiarse.
- Repoblación de especies desaparecidas.
- **Nuevas investigaciones:** un nanomaterial podría ser capaz de catalizar la desintegración de algas nocivas.

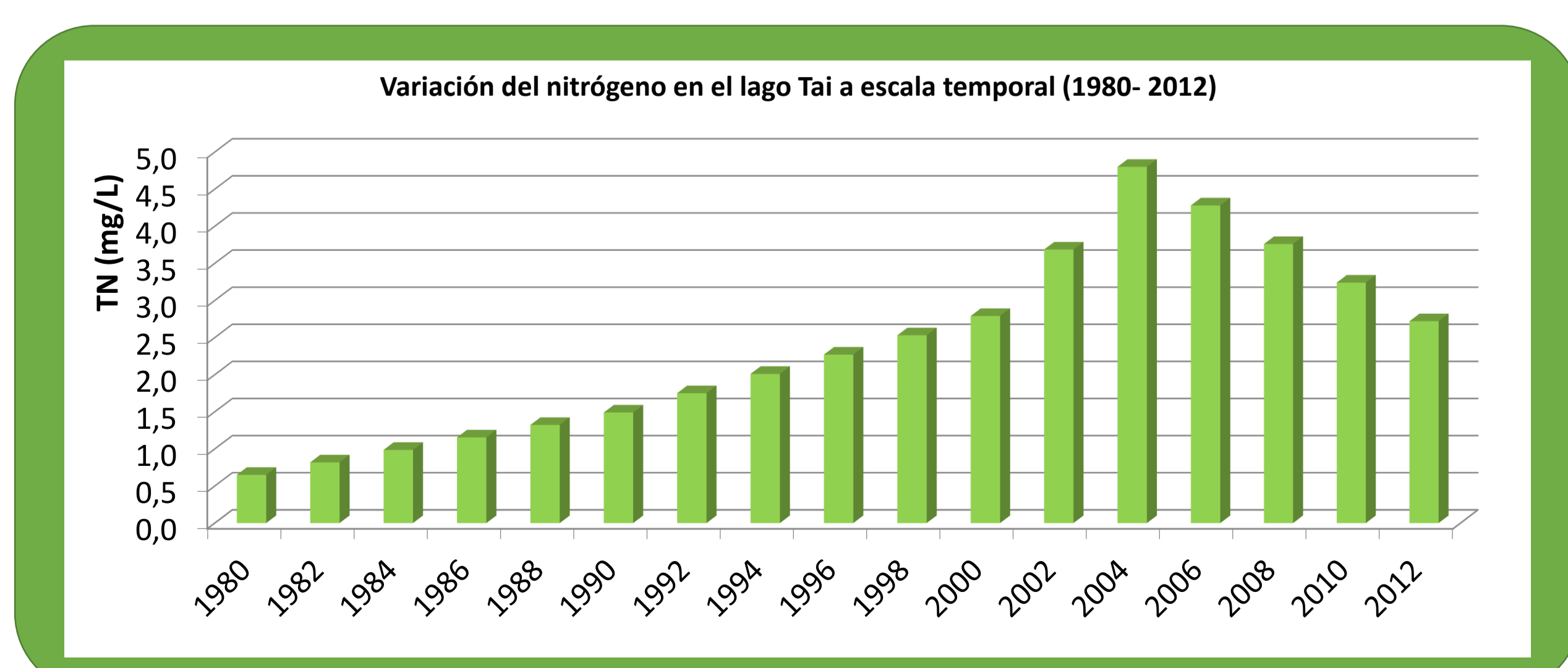


Figura 6: gráfica de columnas que muestra la variación de la concentración total de nitrógeno en el lago Tai desde el año 1980 hasta el 2012. Se observa un pronunciado crecimiento de los niveles hasta el 2004, a partir de entonces se aplicaron medidas de corrección, resultando en el descenso que se puede observar. Estudios recientes indican una nueva subida a partir del 2012, pero de la que no se tienen datos precisos. [Gráfico de elaboración propia].

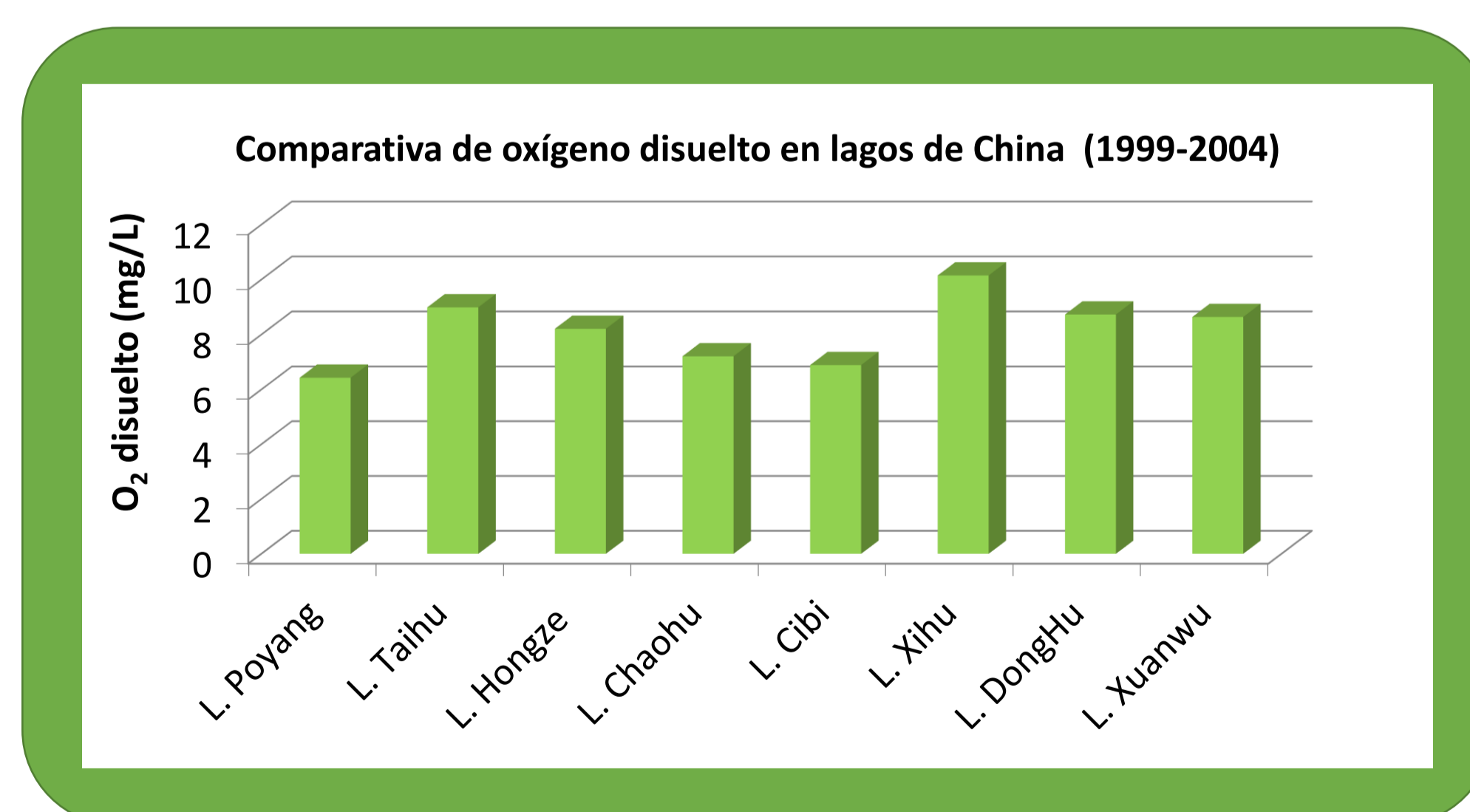


Figura 5: grafica de columnas de oxígeno disuelto en lagos de China (1999-2004). [Gráfico de elaboración propia].

## Bibliografía

- [1] Schäfer C., Ho J., Lotz B., Armbruster J., Putz A., Zou H., Li C., Ye C., Zheng B., Hügler M., Tiehm A., 2019. EVALUATION AND APPLICATION OF MOLECULAR DENITRIFICATION MONITORING METHODS IN THE NORTHERN LAKE TAI, CHINA, Science of the Total Environment, Vol. 663 (686-695). Disponible en: <https://sci-hub.tw/10.1016/j.scitotenv.2019.01.359>
- [2] Le C., Zha Y., Li Y., Sun D., Lu H., Yin B., 2010. EUTROPHICATION OF LAKE WATERS IN CHINA: COST, CAUSES, AND CONTROL, Environmental Management, Vol. 45 (662-668). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-010-9440-3>
- [3] Li C., Feng W., Song F., He Z., Wu F., Zhu Y., Giesy J.P., Bai Y., 2019. THREE DECADES OF CHANGES IN WATER ENVIRONMENT OF A LARGE FRESHWATER LAKE AND ITS RELATIONSHIP WITH SOCIO-ECONOMIC INDICATORS, Journal Of Environmental Sciences, Vol. 77 (156-166). Disponible en: <https://sci-hub.tw/10.1016/j.jes.2018.07.001>
- [5] Moreta Pozo J.C., 2008. LA EUTROFIZACIÓN DE LOS LAGOS Y SUS CONSECUENCIAS, Ibarra, Fac. Cienc. Salud, UNTN. Disponible en: [https://www.academia.edu/1439928/La\\_eutrofizacion\\_C3%B3n\\_de\\_los\\_lagos\\_y\\_sus\\_consecuencias.\\_Ibarra\\_2008](https://www.academia.edu/1439928/La_eutrofizacion_C3%B3n_de_los_lagos_y_sus_consecuencias._Ibarra_2008)
- [6] Sánchez C., 2013. NANOTECNOLOGÍA PARA ACABAR CON LA CONTAMINACIÓN DE LOS LAGOS EN CHINA, Energy News Events. Disponible en: <https://www.energynews.es/nanotecnologia-para-acabar-con-la-contaminacion-de-los-lagos-en-china/>