

*Owen Lind*

*Profesor Emérito*

*Centro de Investigaciones*

*en Embalses y Sistemas*

*Acuáticos*



# **SUSTENTABILIDAD LACUSTRE**

**Manteniendo la Salud del Ecosistema Acuático**

**La perspectiva de un limnólogo**

**Cinco puntos preocupantes,  
frecuentemente ignorados pero necesarios  
para el éxito**

Traducción por: Laura Davalos-Lind



- **Preocupación 1** – Un lago es mucho más que agua en un agujero (“outside the box”)
- **Preocupación 2** – Ser crítico con la literatura
- **Preocupación 3** – Percatarse de los cambios sutiles (especialmente con el cambio climático)
- **Preocupación 4** – Aumentar la infraestructura intelectual, formar el capital humano y respetarlo
- **Preocupación 5** – Valorar a otros, comunicarse, interactuar



La **sustentabilidad lacustre** requiere de principios basados en la limnología para lograr un manejo que proporcione agua en cantidad y calidad adecuados a los usos deseados (domésticos, sanitarios, industriales, agrícolas, recreativos)



# NO existe un lago sustentable

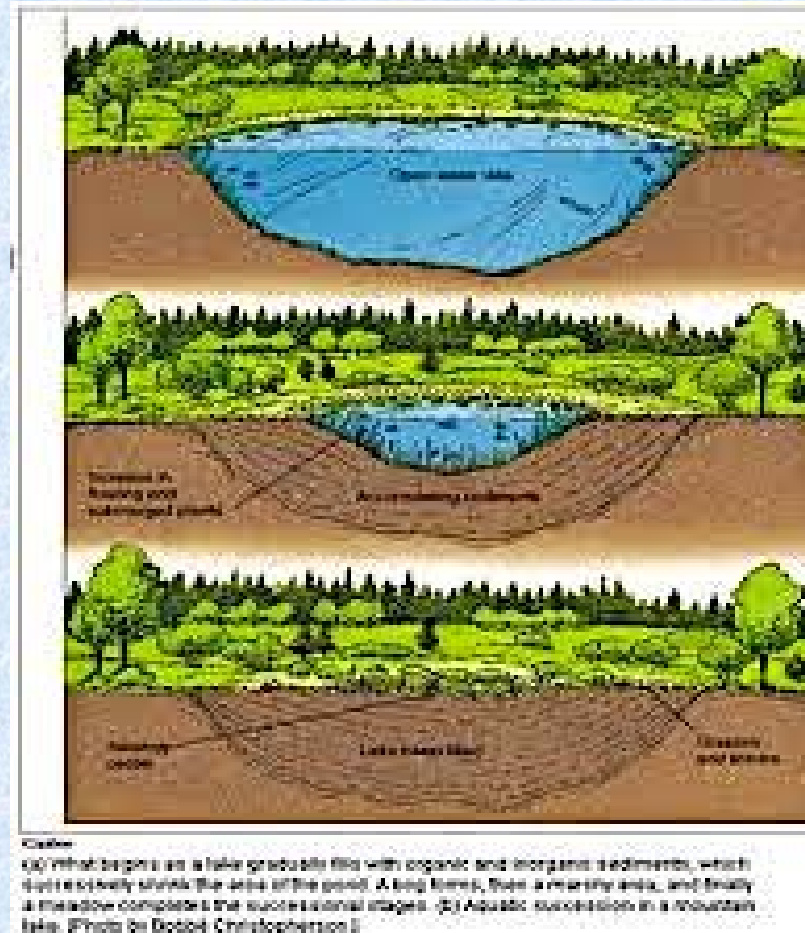
- Para todos nosotros la muerte es inevitable
- Pero, con buenas prácticas de vida, prolongamos nuestro lapso de vida y el de un lago en tiempo y calidad
- En el caso de los lagos, su muerte se denomina:  
**Eutroficación**



Eutroficación:

Un proceso natural  
(sigue las leyes de la  
gravedad)

Pero, la actividad  
humana acelera este  
proceso y sus  
problemas





# Preocupación 1

Un lago es mucho más que agua en un agujero

“El lago es un microcosmos” – EQUIVOCADO  
desde 1887

El funcionamiento de un lago no inicia ni termina  
en la orilla del lago

El manejo debe incluir tanto al lago como a su  
cuenca-embudo



Tomar en cuenta el **efecto-embudo** de la cuenca  
(este determina lo que entra a un lago):

Area (absoluta y relativa)

Naturaleza física (pendiente, tipos de suelo,  
latitud, etc.)

Uso humano (agricultura, industria, urbano,  
etc.)



Entre mayor sea el área relativa del suelo con respecto al agua mayor será su impacto

Area de la cuenca/área del lago

Naturales 10-30

Chapala = 47

Pátzcuaro = 8

Zirahuén = 26

Embalses 80-150



Aportes al lago provenientes de la cuenca-embudo:

Contaminantes:

- Obvios como industriales, sedimentos, etc.

- Ocultos como la materia orgánica disuelta (anoxia)

- Ocultos como endócrinos, fármacos, etc.

Nutrientes:

- Elementos que determinan el crecimiento

  - Bueno: pesquería abundante

  - Malo: eutroficación (lagos verdes)



Y que tal cuando el problema no es sólo el exceso de algas, sino el tipo de algas (hablaremos más de esto)?





## Preocupación 2

Tener precaución con la literatura técnica,  
publicado no quiere decir que es aplicable en  
todos los lagos

Reconocer cómo X lago es diferente

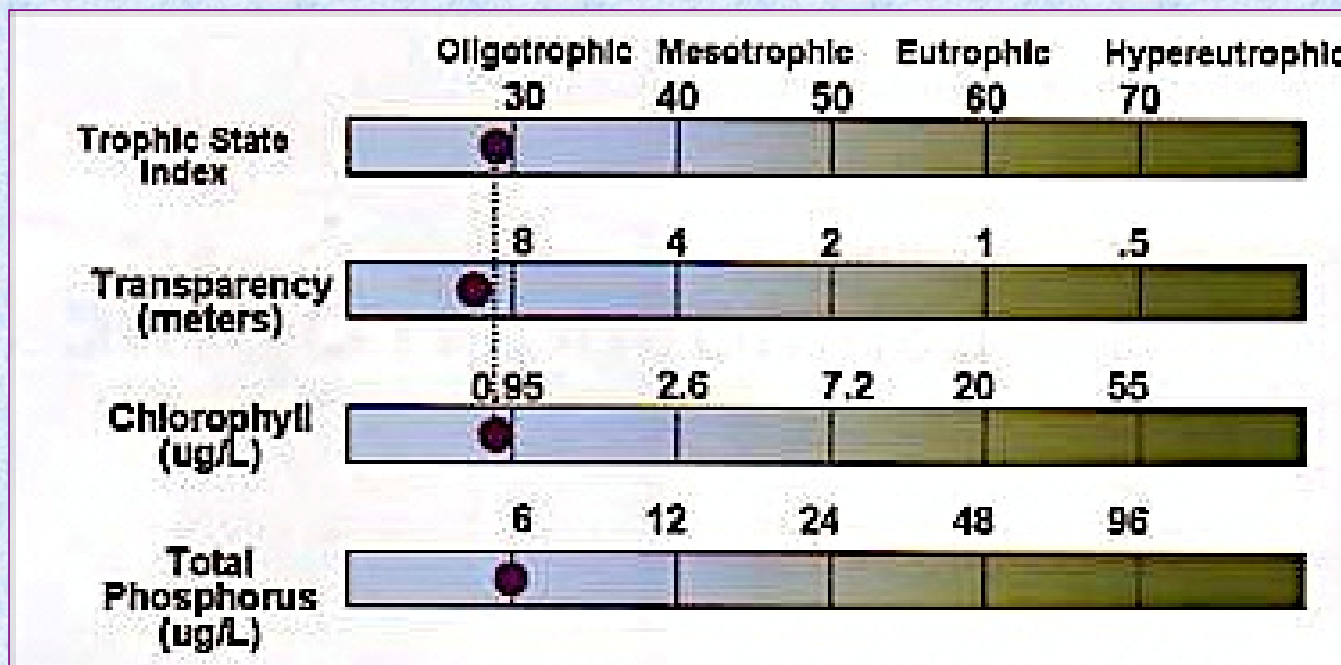
Especialmente tener cuidado con modelos para el  
manejo de recursos acuáticos “universales” al  
aplicarlos a un lago en particular

Por Ejemplo:



Clasificación trófica: Índice del Estado Trófico (es fácil, cuantitativo, y puede dar resultados equivocados) (**TSI**)

### El Modelo Carlson



(Clorofila x 100  $\approx$  Masa algal)



# Hagámos un pastel

## INGREDIENTES Y PROPORCIONES:



2/3 taza de mantequilla  
1-1/4 tazas de azúcar  
1 cucharadita de vainilla  
2 huevos  
1-1/2 tazas de harina  
1/2 taza de cocoa  
1/2 cucharadita de sal  
1/4 cucharadita polvo de hornear  
2 barras extragrandes HERSHEY'S

Pero, que tal si sólo hay un huevo en la alacena?

Sólo podemos hacer ½ pastel



# Hagámos algas (fitopláncton)



## INGREDIENTES Y PROPORCIONES:

Carbono	Nitrógeno,
Hidrógeno	Fósforo
Oxígeno,	15 más

Proporción (estoiquiometría de nutrientes): 40%C : 7%N : 1%P (por peso)

Cuáles son las proporciones de éstos ingredientes en la alacena-lago?

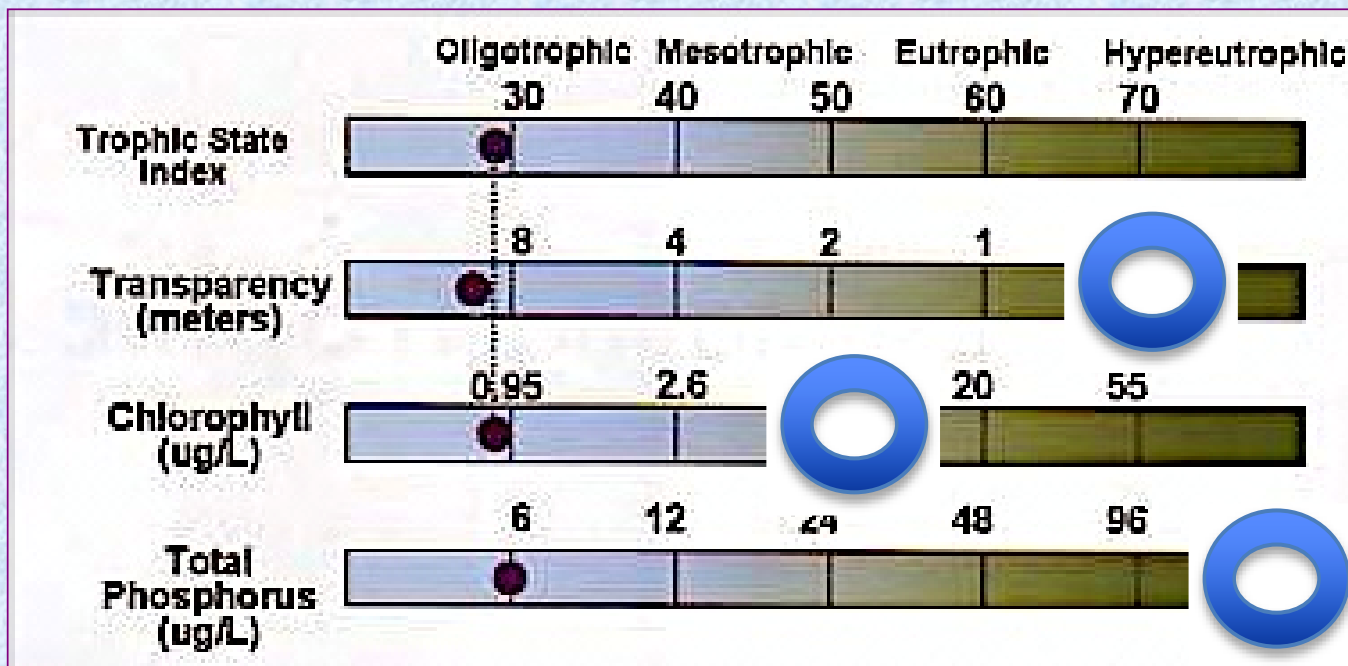
Qué pasa si las proporciones son 40% : 6% : 1% ?  
No se producirá la misma cantidad de algas



Ej. del uso de un modelo correcto para el lago incorrecto

Cuál es la clasificación trófica y estoquiometria de los nutrientes del lago de Chapala

## El Modelo Carlson





Incorrecto –

El lago de Chapala tiene un bajo contenido de nitrógeno, no de fósforo

La transparencia del agua del lago de Chapala es poca debido a las arcillas suspendidas y no algas

Como consecuencia, el uso incorrecto de modelos para determinar estado del lago de Chapala

Me casé con esta hermosa Mexicana !



Ej. del uso de un modelo correcto para el lago incorrecto

La falla del modelo para pesquería en el Lago de Chapala

Modelos basados en producción primaria y/o biomasa algal como base de la cadena alimenticia

Pesca =  $1 - 6 \times 10^5$  kg/año

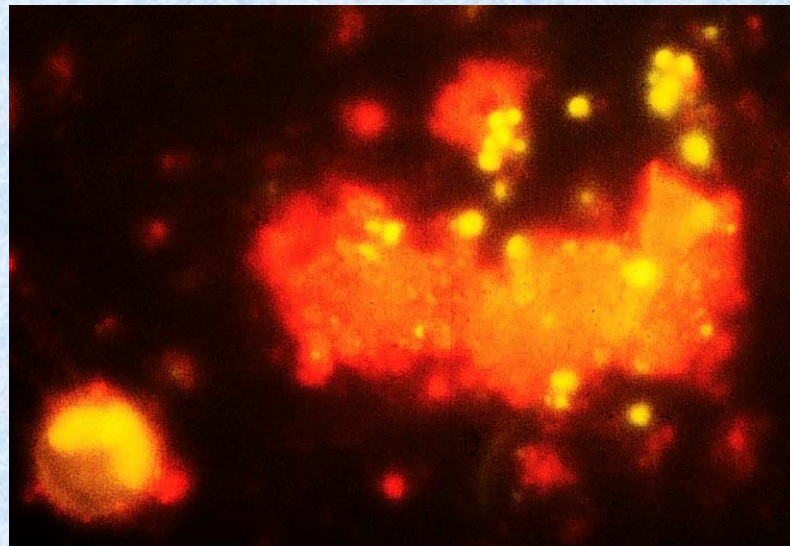
Pesca actual =  $8 - 10 \times 10^6$  kg/año

La producción algal no es suficiente, entonces de que se alimentan los peces?



Otro efecto de las arcillas

Agregados de arcilla-materia orgánica-bacterias  
(COBA)



= COBAS constituyen aproximadamente el  
40% de la base de la cadena alimenticia de  
Chapala



## **Preocupación 3**

Estar alertas para detectar cambios sutiles en el ambiente...

Todo manejo limnológico debe tener presente los cambios, sino...

Nunca asumir que lo que sabe uno hoy será válido mañana

Calentamiento global y peligros para la salud en México

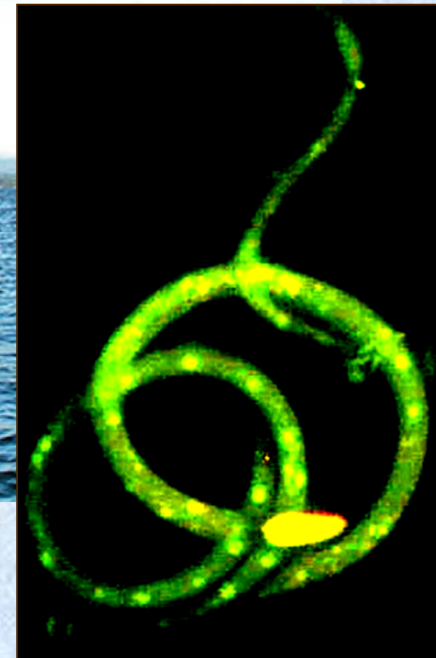
Por Ejemplo:



Un lago tropical precioso con un habitante potencialmente mortal- Lago de Catemaco, Veracruz

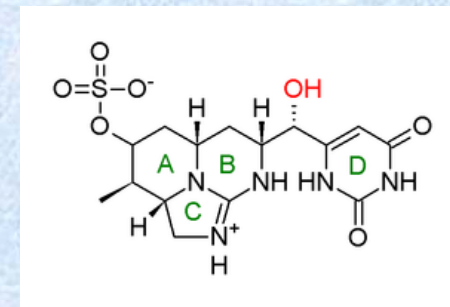
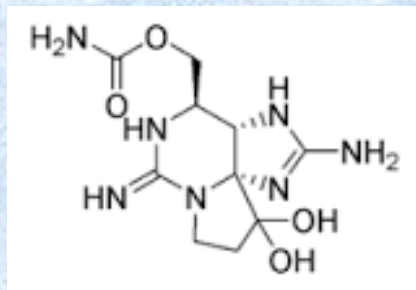


*Cylindrospermopsis raciborskii*





*Cylindrospermopsis* produce: hepatoxina  
(Cylindrospermopsina) & neurotoxina (Saxitoxina)



Toxinas con un contenido alto de nitrógeno

Ambas toxinas están presentes en los peces y tegogolos



## Apparent bioaccumulation of cylindrospermopsin and paralytic shellfish toxins by finfish in Lake Catemaco (Veracruz, Mexico)

J.P. Berry<sup>a\*</sup>, A. Jaja-Chimedza<sup>a</sup>, L. Dávalos-Lind<sup>bc</sup> and O. Lind<sup>bc</sup>

<sup>a</sup>Department of Chemistry, Florida International University, North Miami, FL 33199, USA; <sup>b</sup>Department of Biology, Baylor University, Waco, TX 76798, USA

(Received 3 December 2010)

Compared to other toxins in marine green algae (Veracruz, Mexico), known toxins cyanobacteria study, we even caught and associated with in fish tissue factors (BAC) indicated bioaccumulation of CY. *Cylindrospermopsis* potential role to bioaccumulation

**Keywords:** i

Toxicon 55 (2010) 930–938

Contents lists available at ScienceDirect



ELSEVIER

Toxicon

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/toxicon](http://www.elsevier.com/locate/toxicon)



First evidence of “paralytic shellfish toxins” and cylindrospermopsin in a Mexican freshwater system, Lago Catemaco, and apparent bioaccumulation of the toxins in “tegogolo” snails (*Pomacea patula catemacensis*)

John P. Berry<sup>a,\*</sup>, Owen Lind<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Chemistry and Biochemistry, Florida International University, 354 Marine Science Building, 3000 NE 151st Street, North Miami, FL 33181, USA

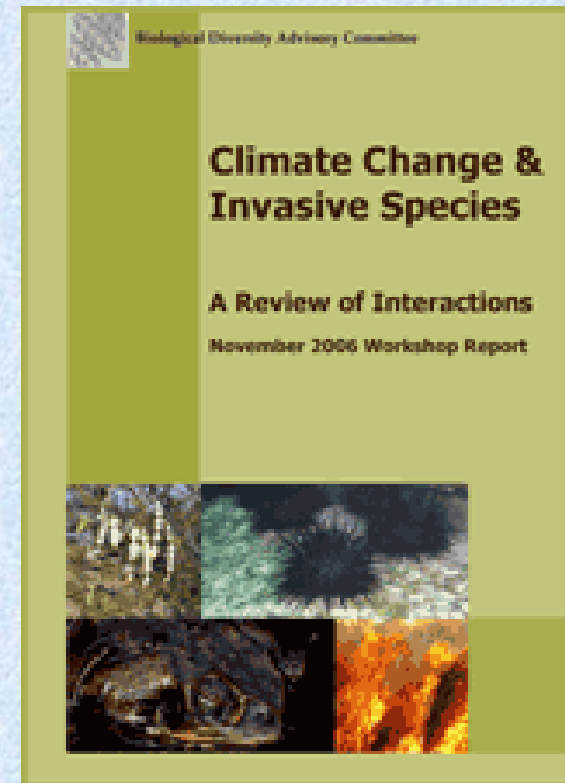
<sup>b</sup> Department of Biology, Baylor University, 420 Baylor Sciences Building, Waco, TX 76798, USA



*Cylindrospermopsis* y sus toxinas abundan en un ambiente específico, su distribución cambiará con los cambios ambientales

Debido al calentamiento global *Cylindrospermopsis* se encuentra presente en Europa y Norte América

En que otros lugares de México?





## **Preocupación 4**

El uso y manejo de recursos debe basarse en conocimiento científico sólido, especialmente ecología de ecosistemas (limnología)

La ciencia sólida depende de científicos bien entrenados, y ampliamente educados que dispongan de apoyos financieros confiables que les permitan abarcar diversos ecosistemas, problemas y retos



## **Preocupación 5**

Comunicación/Interacción!

Las previas recomendaciones nos llevan a puntualizar la necesidad de interacción entre limnólogos, ingenieros y tomadores de decisiones

El uso y manejo sustentable correcto de los preciosos, limitados y frágiles recursos acuáticos de México debe ser interdisciplinario



Un recurso profesional no tomado en cuenta:

Asociación Mexicana de Limnología



