



Determinación de Criterios Numéricos de Nutrientes para Lagos y Reservas de Agua en Puerto Rico*

Gustavo A. Martínez¹, David Sotomayor Ramírez¹, Luis Pérez Alegría¹, Carlos A. Santos², Diana M. Gualtero Leal², y Fernando Pantoja Agreda²
¹-Colegio de Ciencias Agrícolas, ²- Departamento de Biología, Recinto Universitario de Mayagüez 00680-9030.
 Para correspondencia: tavomarti@hotmail.com



Introducción

El inventario Nacional de Calidad de Agua de los Estados Unidos identifica los nutrientes como la principal causa de contaminación de las aguas. Más de 3.4 millones de acre de lagos y 84,000 millas de ríos están contaminados por exceso de nutrientes. Esta condición puede resultar en la eutroficación de los cuerpos de agua, condición caracterizada por exceso en el crecimiento de la biomasa acuática, producción de toxinas potencialmente peligrosas a la salud humana, bajos niveles de oxígeno disuelto (anoxia) y posible alta tasa de mortandad de peces. En 1994, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés) estableció el programa nacional de criterios numéricos de nutrientes. El mismo estipula las bases para el desarrollo de criterios numéricos de cuatro indicadores de estado trófico: Nitrógeno Total (TN), Fósforo Total (TP), Clorofila *a* (Chl *a*), y Profundidad Secchi (SD). Inicialmente, los Estados Unidos Continentales se ha subdividido en 14 ecoregiones basado en sus características geográficas y climatológicas. En cada ecoregión se desarrollarán estos criterios de forma individual para distintos cuerpos de agua (i.e., lagos, ríos y aguas costeras). Puerto Rico no está incluido en las 14 ecoregiones inicialmente delineadas. Por lo tanto, aun no se había comenzado el proceso de desarrollo de los criterios.

Objetivos

- Evaluar el estado trófico de los lagos (reservas) en Puerto Rico.
- Desarrollar criterios numéricos para nutrientes (N y P) para lagos en P.R.

Hipótesis

- La mayoría de las reservas de agua en Puerto Rico presentan niveles nutricionales en exceso de los requeridos para garantizar su integridad química, física y biológica.
- El fósforo es el principal factor limitante para el crecimiento de la biomasa acuática en los lagos en Puerto Rico.

Estrategia Experimental

Comenzando en agosto 2003 se implementó un programa de monitoreo y muestreo en los 19 principales lagos (reservas) de la isla. En cada lago se realizarán 4 eventos de muestreo por año, por un periodo de dos años (8 eventos). En cada evento se toman muestras superficiales (≤ 1 m) en tres secciones del lago (entrada, centro y represa). Al momento del muestreo se toman datos *in situ* de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, profundidad Secchi y temperatura de agua. Las muestras transportadas al laboratorio son analizadas para: nitrógeno total kjeldhal (TKN) (método EPA 351.2), clorofila *a* (método EPA 445.0), fósforo total y disuelto (método EPA 355.2). Los resultados se utilizarán para determinar el estado trófico de los lagos. Los criterios numéricos se desarrollarán en base al protocolo establecido por USEPA. Brevemente, en caso de que se utilicen datos solamente de lagos mínimamente impactados por la actividad humana los criterios son calculados en base a la 25^a percentila máxima de la distribución de frecuencia de los valores. Otra opción es utilizar datos de todos los lagos (irrespectivamente de su estado trófico). En este caso los criterios se seleccionan en base a la 25^a percentila mínima de la distribución de frecuencia de los valores (Figura 1).

En adición, se está llevando a cabo un estudio para determinar el nutrimento responsable de controlar la actividad perifítica en los lagos, así como la capacidad asimilativa nutricional de los mismos. Para estos propósitos se está utilizando el perifitómetro desarrollado por Matlock (Matlock et al., 1999). El perifitómetro Matlock es un método de difusión pasiva consistente de diferentes cámaras de reacción (botellas polipropileno de 1L, Nalgene Co. ensambladas sobre un cuadro PVC (Sch 20) 2.7 m (largo) x 1.5 m (ancho) (Figura 3). Cada botella es cubierta por una membrana de nylon 0.45 μ m (Cole Parmer) semipermeable utilizada como biofiltro, y un filtro de fibra de vidrio (Whatman, Fisher 924 AH) que sirve como medio para el crecimiento para las algas (Figura 3). Mediante este sistema se evaluó el efecto de diferentes nutrimentos en la respuesta de la biomasa acuática: (control, N+, P+, N + P), así como el efecto de cambios de concentraciones del nutrimento más limitante en el crecimiento de las algas. Los resultados de estos estudios nos ayudarán a refinar los estimados de los criterios numéricos desarrollados, basado en los datos de calidad de agua.

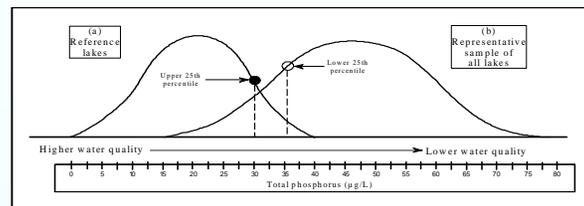


Figura 1: Representación gráfica de protocolo experimental para el desarrollo de criterios numéricos de nutrientes en cuerpos de agua

Resultados y Discusión

Análisis de muestras – Al presente se han completado 7 de los 8 eventos de muestreo pautados en las 19 reservas de agua de la isla. Resultados de concentraciones promedio de TP, TKN, y Chl *a* para los diferentes muestreos se presentan en los gráficos 4-6. En términos generales, la mayoría de los lagos en la isla pueden ser clasificados como mesotróficos basado en los resultados de los análisis químicos. Sin embargo, valores de Chl *a* indican que existe la posibilidad del desarrollo de condiciones eutróficas en algunas épocas del año en zonas particulares en la mayoría de los lagos. **Estimados preliminares de los criterios numéricos basados en la 25^a percentila mínima reflejaron los siguientes valores: 17 μ g/L, 0.26 mg/L y 2.67 μ g/L para TP, TKN, y Chl *a*, respectivamente.** Estos valores son similares a los propuestos por otras ecoregiones de los Estados Unidos (Tabla 2).

Resultados preliminares de estudios de respuesta de la biomasa acuática a los nutrimentos sugieren que tanto nitrógeno como fósforo limitan el crecimiento de algas en nuestros lagos (Figura 7). Esto contrasta con resultados obtenidos en zonas templadas que identifican al fósforo como el nutrimento limitante.

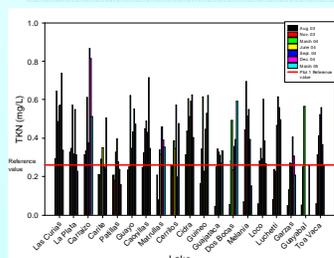


Figura 5: Distribución de TKN en lagos de Puerto Rico

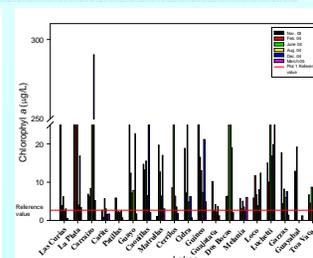


Figura 6: Distribución de clorofila *a* en lagos de Puerto Rico

Tabla 1: Criterios numéricos propuestos en diferentes ecoregiones de los Estados Unidos para lagos

Item	Eco II	Eco VI	Eco VII	Eco VIII	Eco IX	Eco XI	Eco XII	Eco XIII
TP ug/l	8.75	37.5	14.75	8.0	20.0	8.0	10.0	17.5
TN mg/l	0.10	1.68	0.66	0.24	0.36	0.46	0.52	1.27
Cl a ug/l	1.90	8.59	5.23	2.39	5.18	2.79	2.60	3.35
NTU	4.50	1.36	3.33	4.93	1.53	2.86	2.10	0.79



Figura 2: Instalación del perifitómetro Matlock en el Lago Cerrillos de Puerto Rico



Figura 3: Toma superior del medio de crecimiento

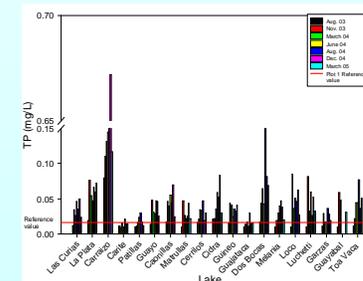


Figura 4: Distribución de fósforo total en lagos de Puerto Rico

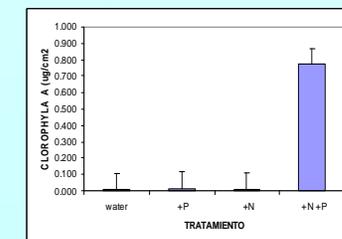


Figura 7: Efecto de N, P, N+P en la producción primaria del Lago Guajataca

*Proyecto financiado por la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico