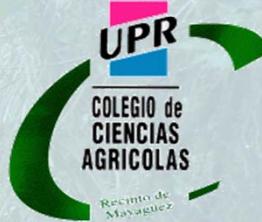




CALIDAD DE AGUA EN PUERTO RICO



Gustavo A. Martínez, Ph.D.
Estación Experimental Agrícola
UPR-RUM

Que es Calidad de Agua??

- Medida de la condición química, física y biológica del agua que evalúa su capacidad para satisfacer los usos que la sociedad le ha designado a esos recursos.

Como se evalúa la calidad del agua en Puerto Rico

La Junta de Calidad Ambiental es la agencia local con facultad de ley para establecer la reglamentación requerida para pasar juicio sobre el estado de nuestras aguas y garantizar que éstas cumplan con los usos designados. Toda reglamentación está regida dentro del contexto del CWA de E.U. bajo jurisdicción de la EPA

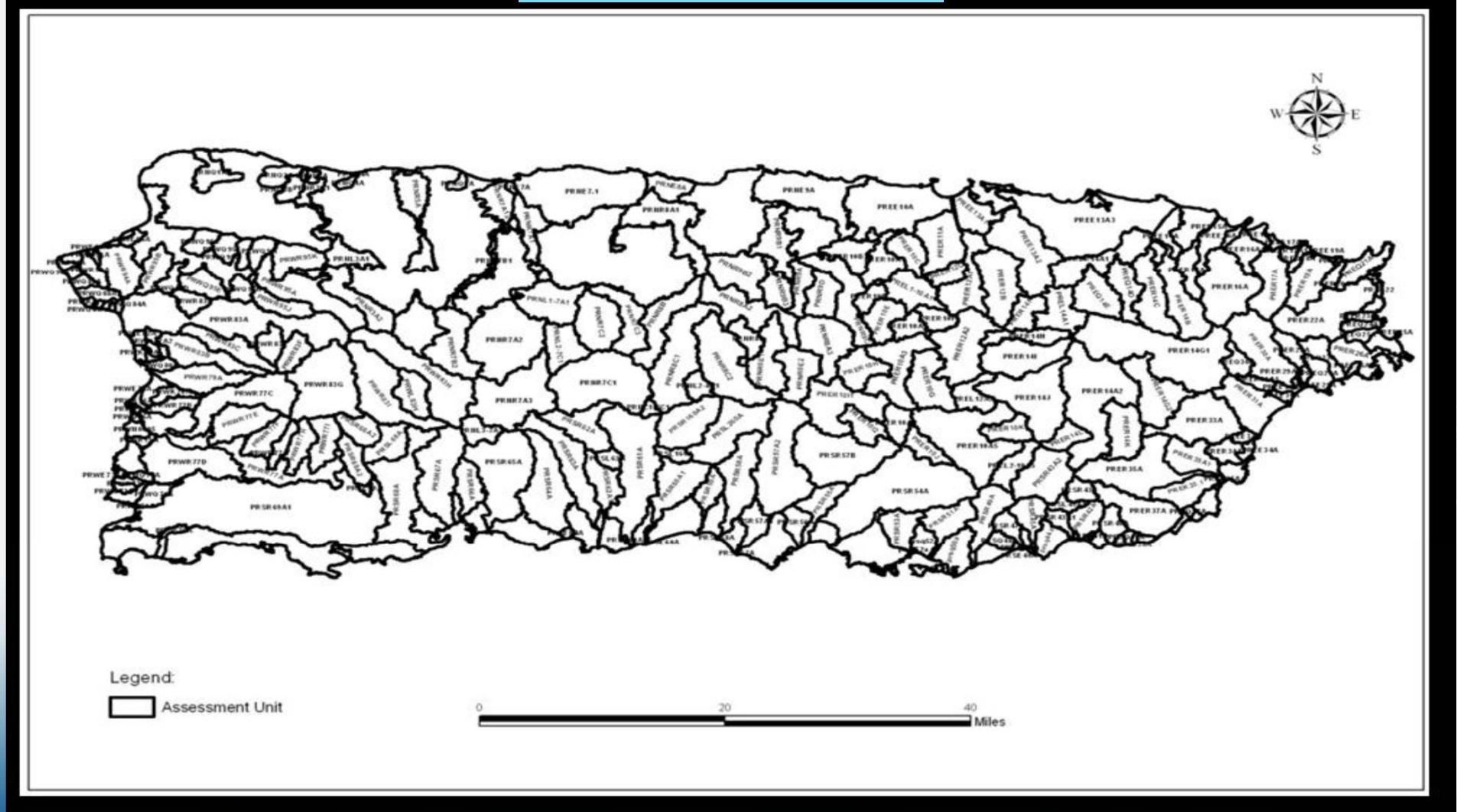
La ley de Agua limpia (CWA) le require a los Estados/Territorios:

- Establecer usos designados para sus aguas
- Establecer estándares de calidad de agua
- Mantener un inventario de sus aguas (305(b)) y establecer un proceso de monitoría para evaluar la condición de sus aguas.
- Publicar un listado de aguas impactadas (303(d)) y establecer un proceso de remediación en esas aguas.

Inventario de Aguas de Puerto Rico

Clasificación	Cantidad
Ríos y quebradas	5,052.8 millas
Embalses	19 (7,323 acres)
Estuarios	3,420.3 acres*
Estuario bahía SJ	2,543.8 acres
Aguas Costeras	546.63 millas

Aguas Interiores

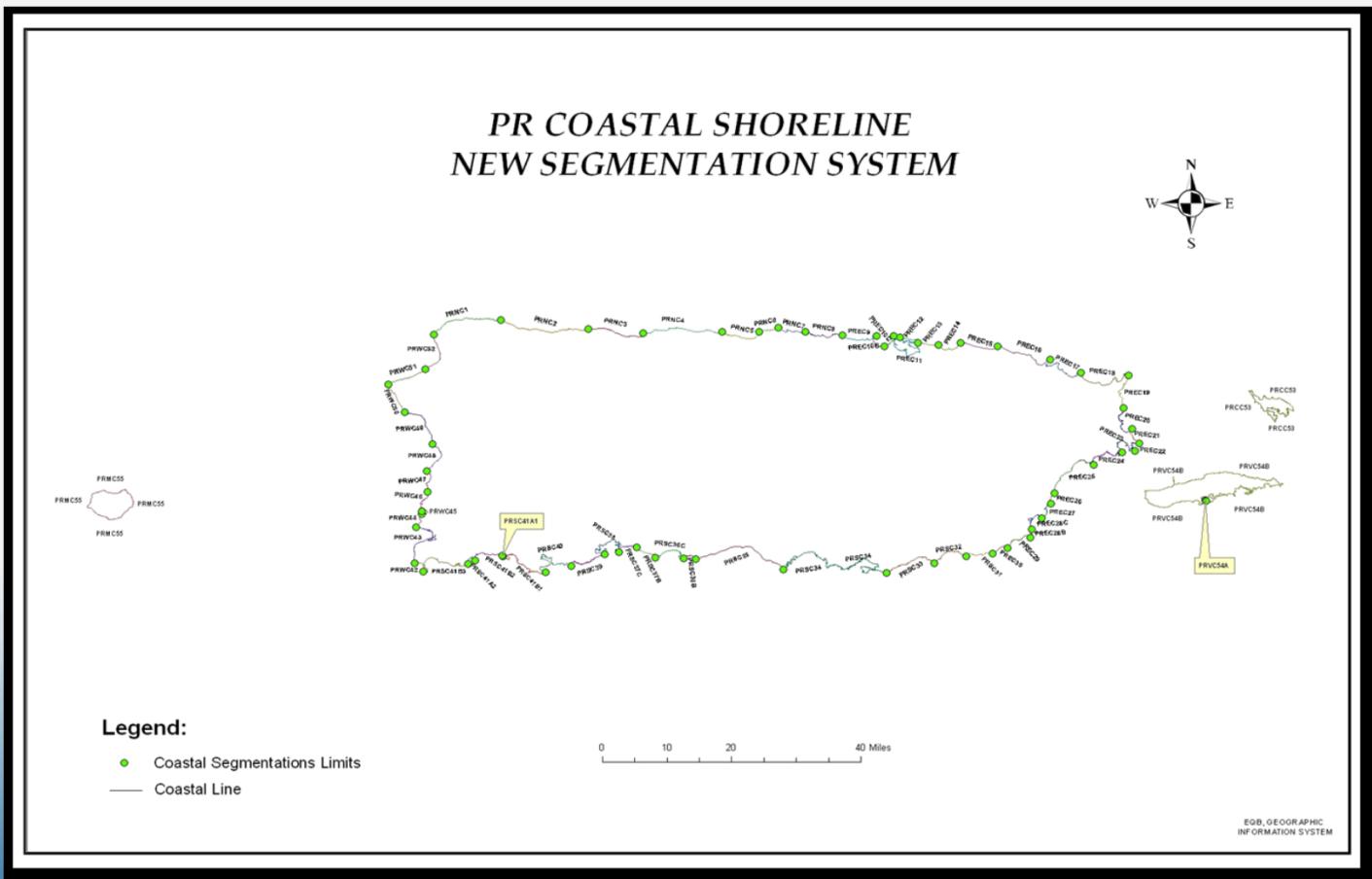


Monitoreo en aguas interiores

- 22 cuencas monitoreadas continuamente - USGS
 - Muestreos trimestrales para nutrientes, parámetros de campo, y coliformes fecales, cada 6 meses para metales pesados, 1x año para plaguicidas.
- 19 embalses - JCA
 - Muestreos anualmente para nutrientes, parámetros de campo, coliformes fecales, y plaguicidas.
- Red de fuentes dispersas - JCA
 - Muestreos en RG Loíza (5); R La Plata (6), RG Culebra (4) y Rrecibo (9): 3x año para nutrientes, parámetros de campo, coliformes fecales, y plaguicidas.
- Agua subterránea: 70 pozos de agua potable

Datos suministrados por constituyentes

Monitoreo en costas



Monitoreo en costas

- 22 estaciones mensualmente, 10 anualmente y 66 bimensualmente para coliformes y enterococcus; nutrientes, metales y parametros de campo.

Monitoreo en playas

- 34 estaciones en 23 playas. Se muestrea bisemanalmente para coliformes y enterococcus; nutrientes, y temperatura.

Usos designados de las aguas en Puerto Rico

- Contacto de recreación primaria
- Contacto de recreación secundaria
- Protección de la vida acuática
- Fuente cruda de agua potable (SD)

Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico

PARAMETER	Aguas costeras (ug/l)	Ríos y Quebradas (ug/l)
Antimony (Sb) +, &	640 (HH)	5.6 (HH)
Arsenic (As)*,+,&	36.0 (AL)	10.0 (DW)
Cadmium (Cd)+,%,&	8.85 (AL)	Note 1 (AL)
Chromium III (Cr+3+),&	-	Note 2 (AL)
Chromium VI (Cr+6)+,&	50.35 (AL)	11.43 (AL)
Chromium (Cr)&	-	-
Copper (Cu)+,&	3.73 (AL)	Note 3 (AL)
Cyanide (Free CN)+	1.0 (AL)	5.2(AL)
Fluoride (F-)	-	4000 (DW)
Lead (Pb)+,%,&	8.52 (AL)	Note 6 (AL)
Mercury (Hg)+,&	0.051(HH)	0.050 (HH)
Nickel (Ni)+,&	8.28 (AL)	Note 4 (AL)
Nitrate + Nitrite (as N)	-	10,000.0 (DW)
Nitrogen (NO ₃ , NO ₂ , NH ₃)	5,000.0	-
Nitrite (as N)	-	-
Selenium (Se)+,&	71.14 (AL)	5.0 (AL)
Silver (Ag)+,&	2.24 (AL)	Note 5 (AL)
Sulfide (Undissociated H ₂ S)	2.0 (AL)	2.0 (AL)
Zinc (Zn)+,&	85.62 (AL)	Note 7 (AL)
Thallium (Tl)+,&	0.47 (HH)	0.24 (HH)

Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico

PARAMETER	SD class
Chlorides	250 mg/L, except by natural causes
Color	15 Pt-Co., except by natural causes
Dissolved Oxygen	Not less than 5 mg/L, except when is depressed due to natural causes
Enterococcus	-
Fecal Coliforms	Note 4
Other Pathogenic Organisms	Free of Pathogens
pH	6.0-9.0, except when the value falls outside this range due to natural causes
Sulfates	250 mg/L, except by natural causes
Surfactants as MBAS	100 ug/L
Taste and odor producing substances	Shall not be present
Total Dissolved Solids	500 mg/L, except by natural causes
Total Ammonia@	1mg/L at specific segments established in the WQSR
Total Coliforms	Note 5
Total Phosphorous	1 mg/L*
Turbidity	50 NTU, except by natural causes

Coliformes fecales

Nota 4: Contacto Primario- La media geométrica de coliformes fecales de una serie de muestras representativas (al menos 5 muestras) de aguas tomadas secuencialmente no excederán 200 col/100mL, y no más de 20% de las muestras excederán 400 col/100mL.

Enterococcus

Nota 3- La media geométrica de Enterococcus de al menos 5 muestras de aguas tomadas secuencialmente no debe exceder 35 col/100mL.

Evaluación de Impacto -Categorías

Categoría 1 - Aguas que cumplen con todos los estándares aplicables para todos los usos designados

Categoría 2 - Aguas que cumplen con algunos de los usos designados pero no hay data suficiente para establecer cumplimiento con los demás usos.

Categoría 3 - Aguas para las cuales no hay información suficiente para determinar cumplimiento con los usos designados

Evaluación de Impacto –Categorías (cont.).

Categoría 4 – Aguas que, aunque incumplen con alguno de los usos designados se espera que alcancen cumplimiento con medidas de control sin la necesidad de desarrollar un TMDL

- 4a - un TMDL ha sido aprobado o establecido para algún segment
- 4b - se espera que otras medidas de control requeridas resulten en cumplimiento en un periodo razonable
- 4c - el incumplimiento de un estandar de calidad es el resultado de la contaminación pero no de un contaminante

Categoría 5 – Aguas que incluyen con al menos un estándar. Se requiere el desarrollo e implementación de un TMDL

Resumen 303(d)- 2012

Cuerpo de agua	Categorías							Total en PR	Total evaluado
	1	2	3	4a	4b	4c	5		
Ríos (millas)	287.6	-	291.9	1,718.3	-	16.5	2,738.5	5,052.8	5,052.8
Embalses (acres)	-	-	-	-	-	-	7,323	7,323	7,323
Estuarios (acres)	196	-	1851.9	611.3	-	2.3	768.9	3,430.3	3,430.3
Aguas costeras (millas)	24.34	114	127.64	-	-	-	280.65	546.63	546.63

En ríos - solo 5.7% de las millas cumplen con todos los usos designados
 - 88.5% incumple con alguno de los estándares requeridos (4a, +4c + 5); 34% ya tiene un TMDL.
En embalse- 100% incumplimiento (PERO ESPERE!!!)

Causas de impacto: (Ríos y Quebradas)

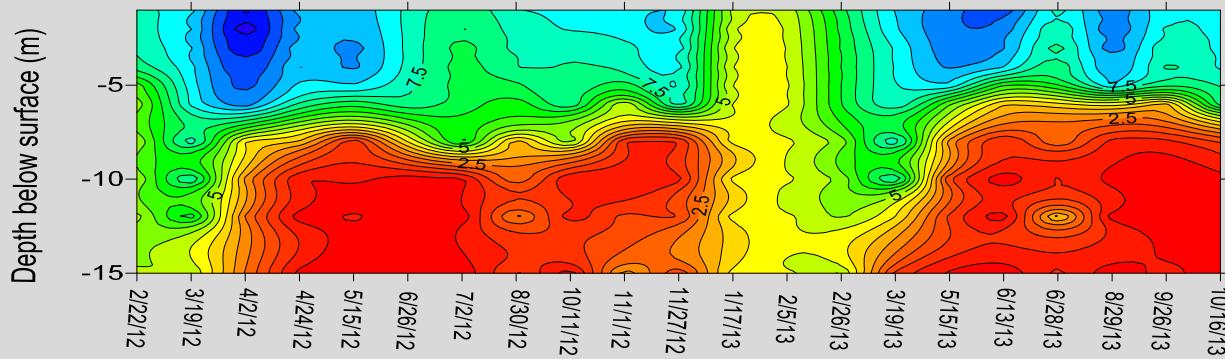
Causa del Impacto	Extensión (millas)
Plaguicidas (0200)	286.1
Surfactantes (0400)	497.8
Cadmio (0520)	59.0
Cobre (0530)	490.2
Plomo (0550)	302.2
Mercurio (0560)	101.2
Amonia (0600)	14.6
Fósforo (0910)	180.8
NO ₂ +NO ₃ (0990)	15.0
pH (1000)	127.7
Oxígeno Disuelto (1200)	1,079.7
Modificación termal (1400)	211.4
Coliformes fecales (1700)	1,055.0
Coliformes totales (1700)	670.4
Turbidez (2500)	1,794.9

Causas de impacto: (Embalses)

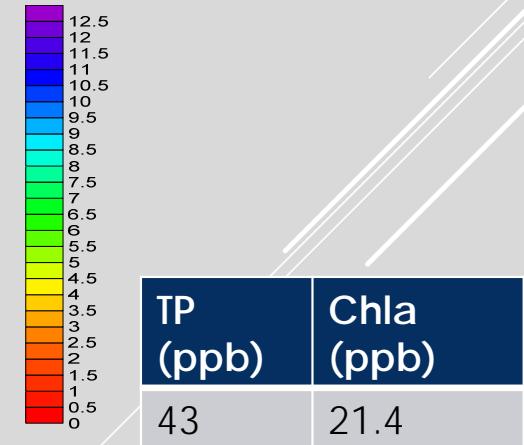
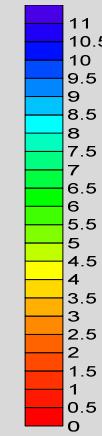
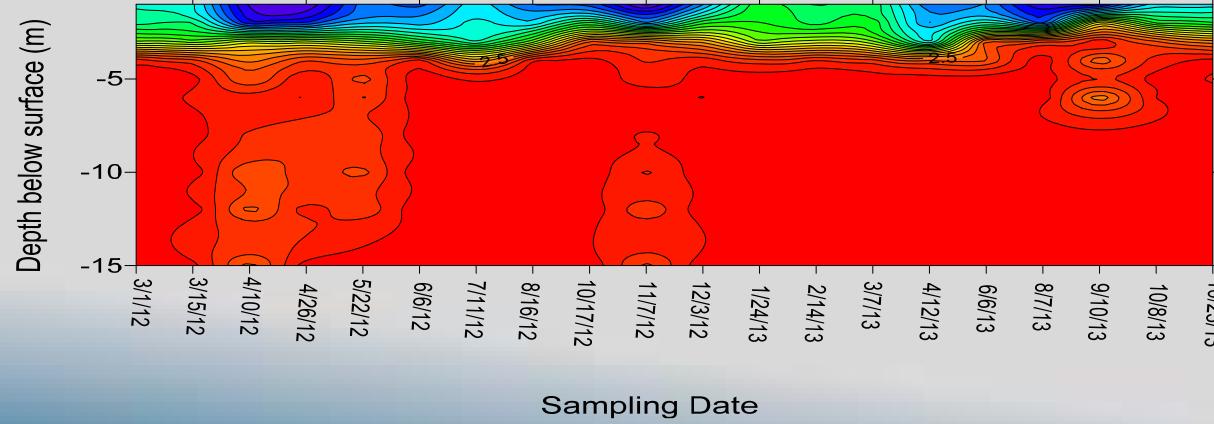
CAUSA DE IMPACTO	AREA IMPACTADA (acres)
Cobre (0530)	1,413.0
Plomo (0550)	713.0
pH (1000)	1,044.0
Oxígeno disuelto (1200)	7,323.0
Turbidez (2500)	713.0

Perfiles de la columna

DO isopleths for Cerrillos



DO isopleths for La Plata



“Assessment of Water Quality and Efficacy of Water Treatment Infrastructure in Southwestern Puerto Rico”

Objetivos del proyecto

- Realizar muestreos de calidad de aguas para nutrientes, metales pesados y microorganismos indicadores de contaminación, por grupos ciudadanos y por profesionales.
- Identificar las fuentes dispersas y las fuentes puntuales de contaminación, utilizando técnicas de sistemas de información geográfica y observaciones de campo en la cuenca
- Utilizar los resultados del monitoreo en combinación con los sistemas de información geográfica para relacionar la presencia y magnitud de contaminantes con fuentes específicas en la cuenca
- Concienciar al público sobre los problemas de contaminación y su efecto sobre la salud pública y el medio ambiente

Eutrofificación: efecto de cargas excesivas de nutrientes en cuerpos de agua



Taihu lake
China

Eutrofificación -Crecimiento indeseable de biomasa acuática

Exceso de nutrientes en cuerpos de agua

- Cambios en olor y sabor
- Producción de toxinas
- Desbalance de especies
- Producción de compuestos carcinogénicos (e.g., chloromethane).
- Anoxia
- Impedimento a la navegación y recreación

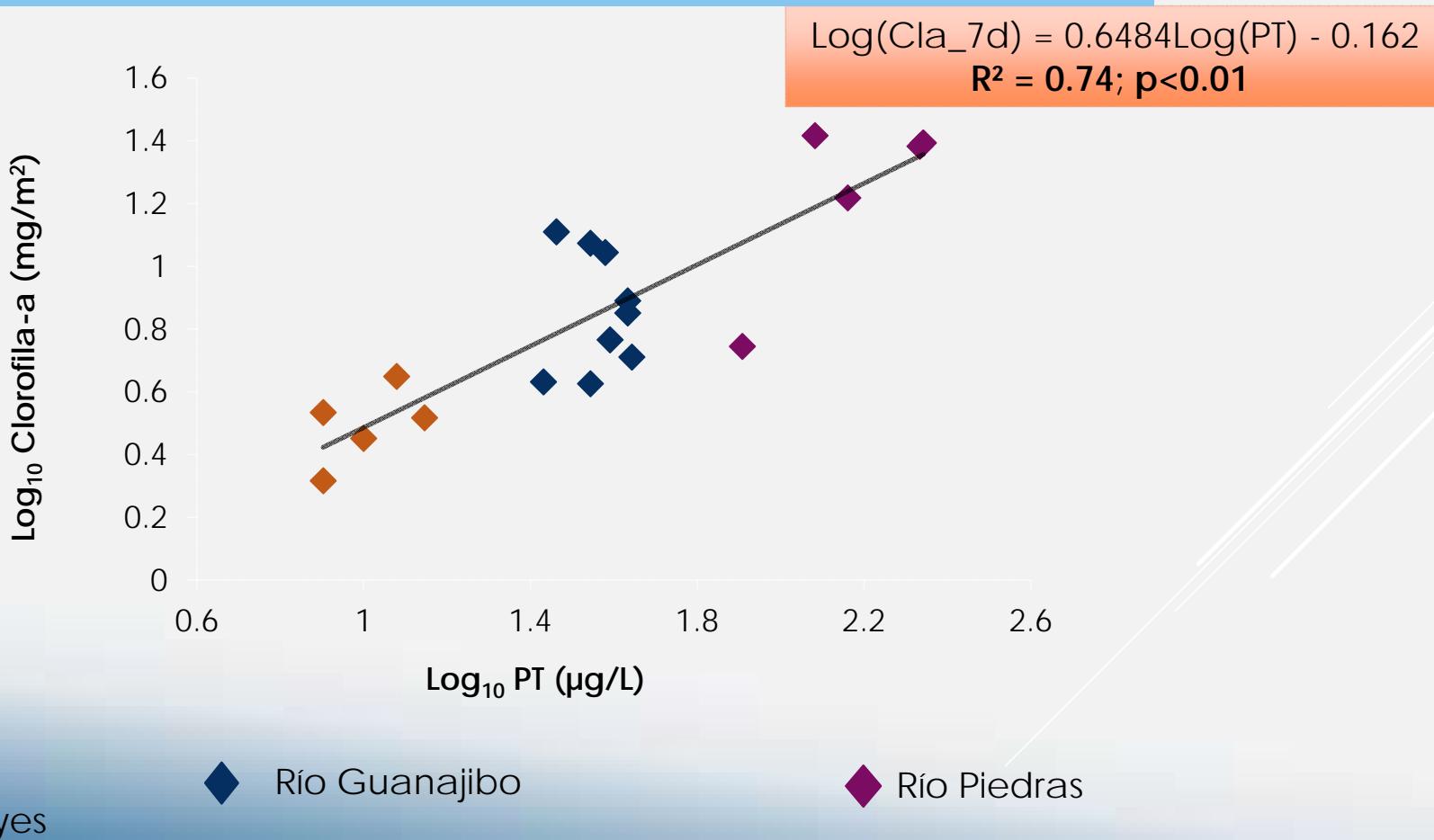


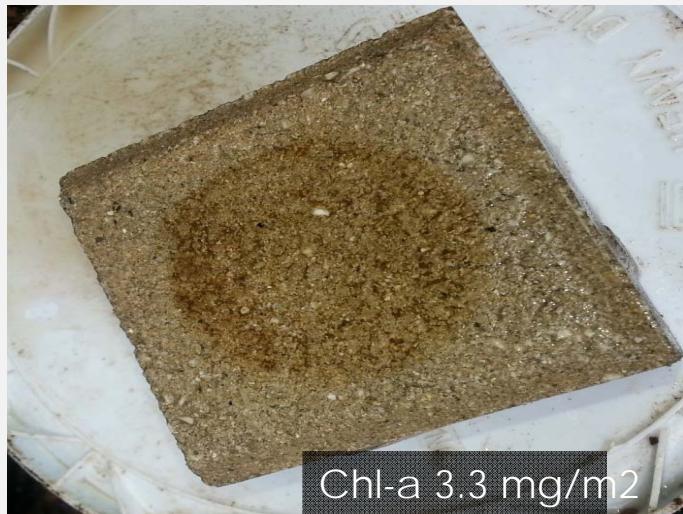
Carraízo Reservoir, Puerto Rico



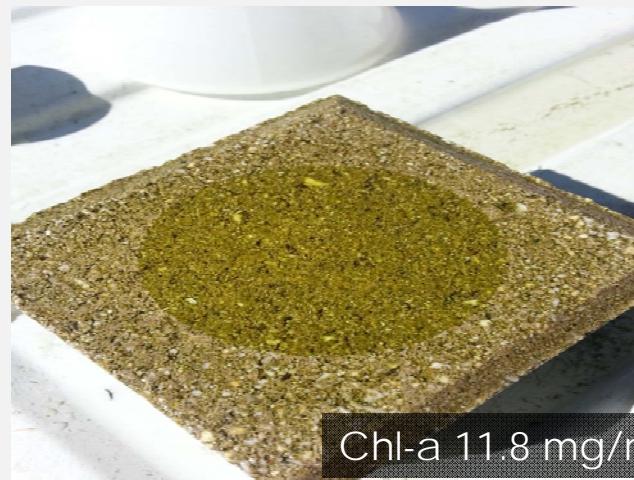


RELATIONSHIP AMONG ARTIFICIAL SUBSTRATE PERIPHYTON BIOMASS AND NUTRIENTS (VIGGIANNO-BELTROCCO, 2014)





Chl-a 3.3 mg/m²



Chl-a 11.8 mg/m²



Chl-a 22.5 mg/m²



Chl-a 61.3 mg/m²

Indicadores de microorganismos patogénicos

Cantidades excesivas de bacteria fecal en aguas se ha utilizado como indicador de incremento en riesgo de enfermedades (gastrointestinal, respiratorias, ojos, oídos, piel) a humanos.

En 1968 el Depto del Interior de E.U. establece un criterio de 200 CFU coliformes fecales /100 mL aguas.

En 1986 EPA recomendó el uso de *E. coli* (agua dulce solamente) y *enterococcus* (dulce y salada) como indicadores en lugar de coliformes fecales. Promedio: 126 *E coli*/100mL; 33 *enterococcus*/100mL (agua dulce); 35 *enterococcus*/ 100mL (agua salada)**

**Los criterios se basan en límites de no más de 8 enfermos (gastrointestinal)/1000 nadadores (dulce) y no más de 19/1000 (salada).

Bacterias patogénicas de preocupación en el agua

Bacteria	Enfermedad	Efectos
Escherichia coli (0157:H7)	Gastroenteritis	Vómitos, diarrea
Salmonella typhi	Tifoidea	Fiebres altas, diarreas, úlceras en intestino delgado
Salmonella	Salmonellosis	Diarrea, deshidratación
Shigella	Shigellosis	Discentería
Vibrio cholerae	Cholera	Diarrea extrema, deshidratación

Protozoas de preocupación en el agua

Protozoa	Enfermedad	Efectos
<i>Balantidium coli</i>	Balantiadiasis	Diarrea, disentería
<i>Crystosporidium</i>	Crystosporidiosis	Diarrea, muerte en poblaciones susceptibles
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amebiasis	Diarrea prolongada con sangrado
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis	Diarrea moderada a extrema, nausea

Virus de preocupación en el agua

Virus	Enfermedad	Efectos
Adenovirus (48 serotipos)	Respiratoria, gastroenteritis	Varios
Enterovirus (68 tipos)	Gastroenteritis, meningitis, anomalías cardiacas	Varios
Hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Varios
Rotavirus	Gastroenteritis	Vómitos , diarrea

