

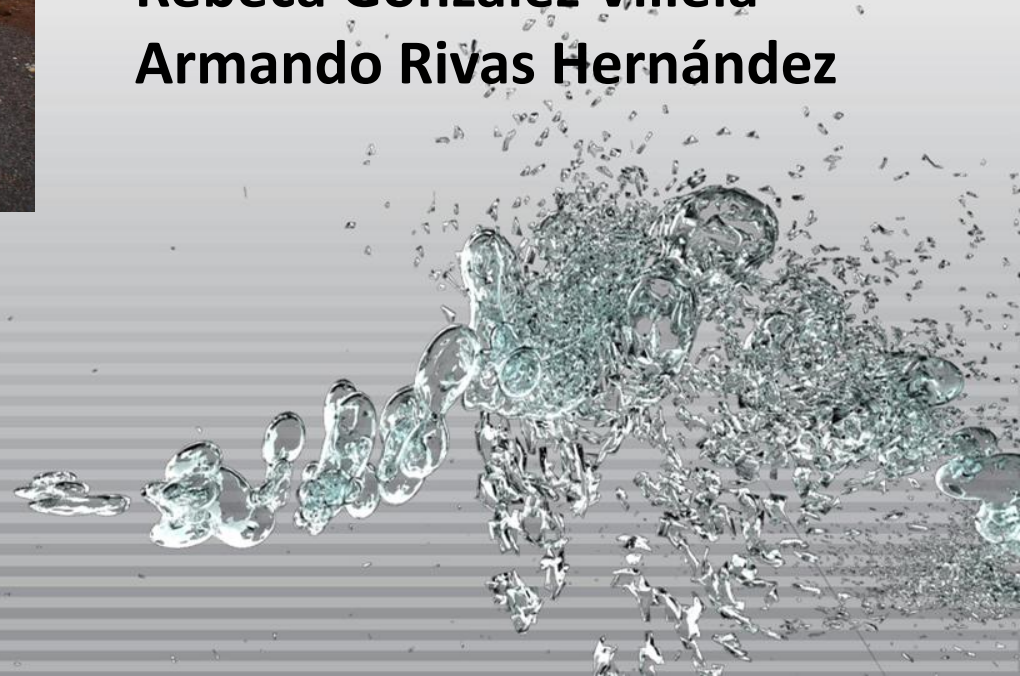


EVOLUCIÓN DE HUMEDALES DE TRATAMIENTO EN COMUNIDADES RIBEREÑAS DEL LAGO DE PÁTZCUARO (2006-2011).



Autores:

**José Javier Sánchez Chávez,
Luis Alberto Bravo Inclán,
Ana Cecilia Tomasini Ortiz
Rebeca González Villela
Armando Rivas Hernández**





CONTENIDO

Problemática

Objetivos

Metodología

Resultados

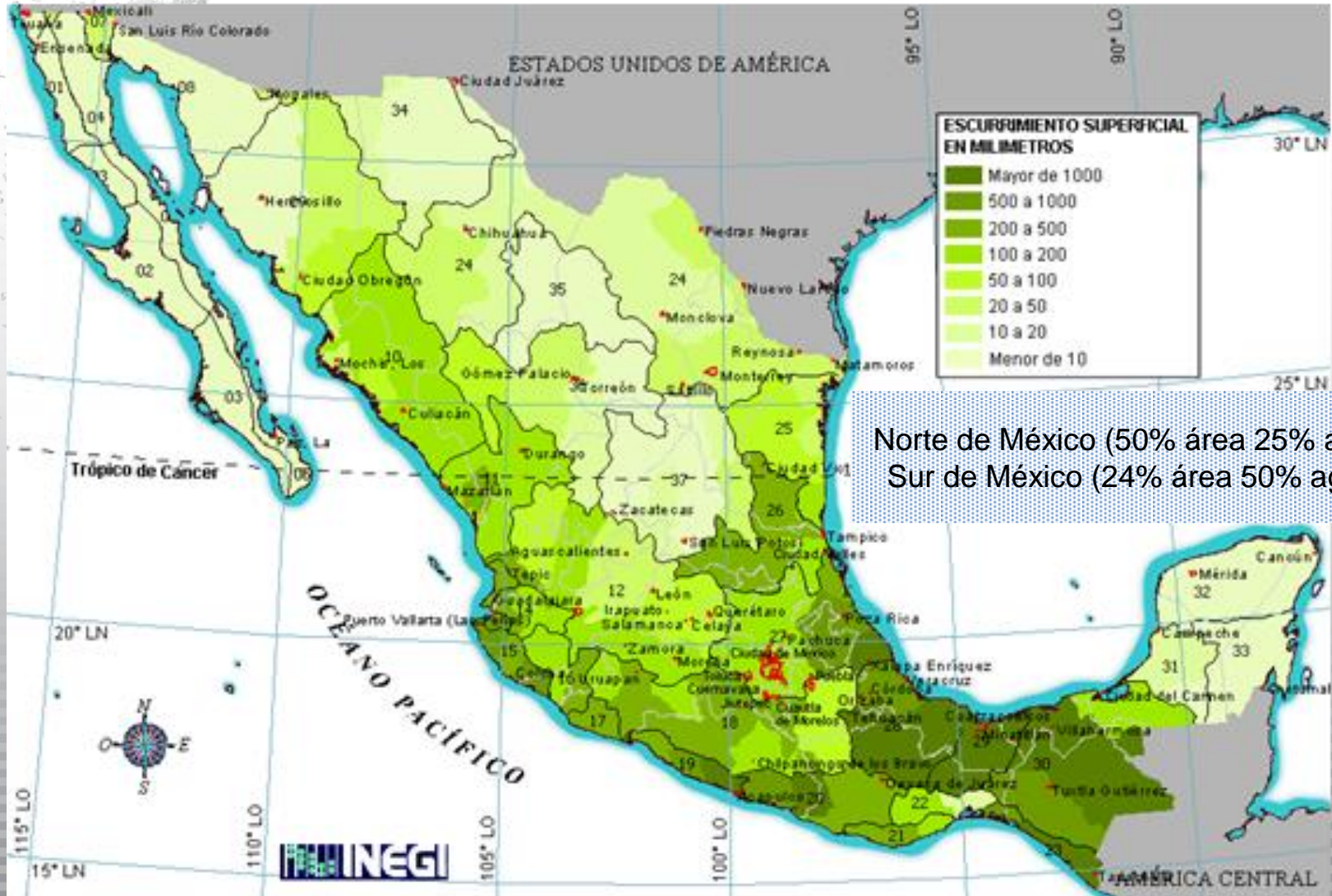
Conclusiones

Recomendaciones





Distribución del agua en México

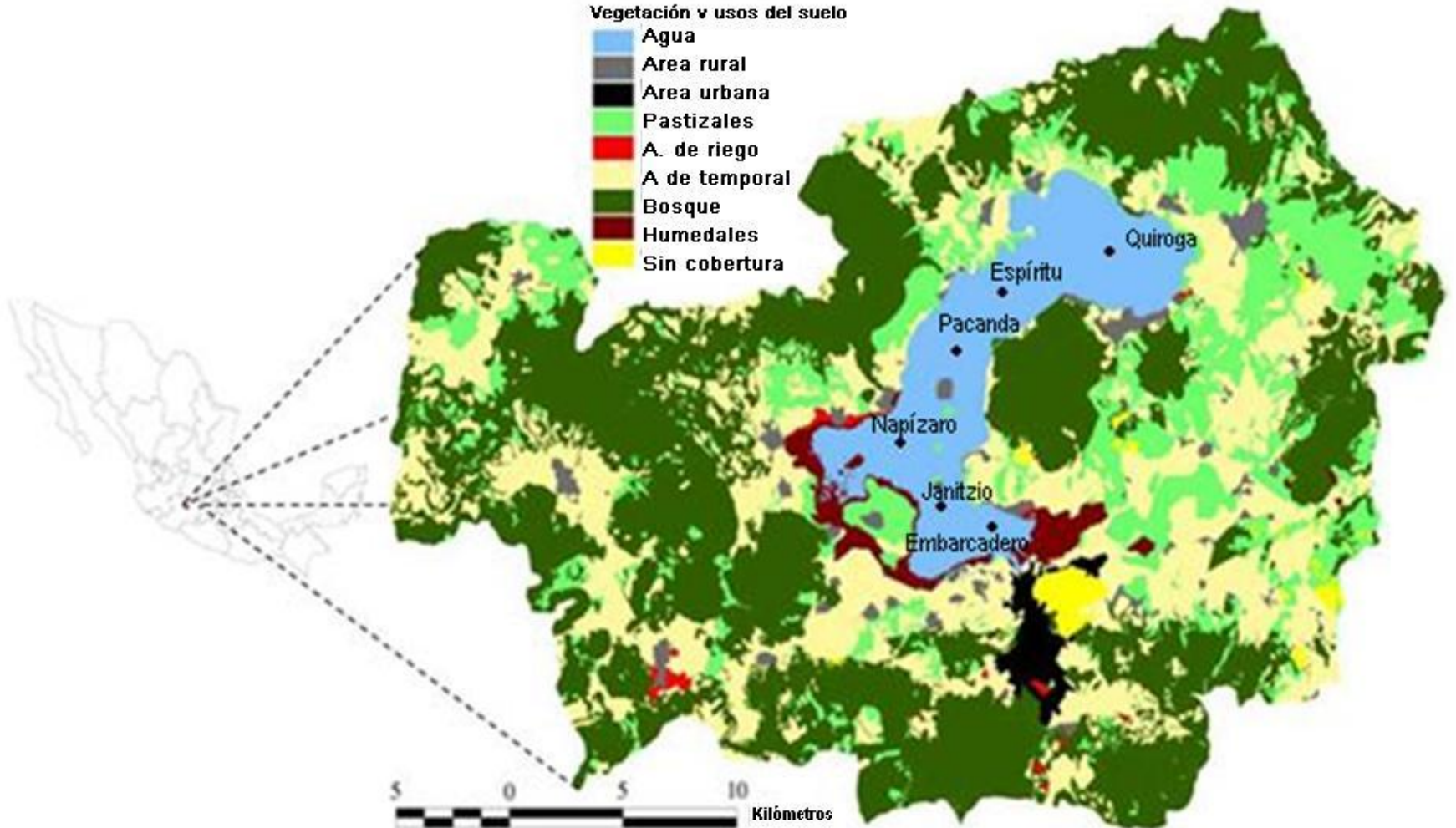




Uso de suelo en la cuenca del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México.

Vegetación y usos del suelo

- Agua
- Area rural
- Area urbana
- Pastizales
- A. de riego
- A de temporal
- Bosque
- Humedales
- Sin cobertura





Problemática



Crecimiento de malezas acuáticas





Metodología

Se realizaron 35 monitoreos de agosto del 2006 a noviembre de 2011, en efluentes de cuatro humedales de tratamiento: Erongarícuaro, Cucuchucho, Santa Fe de la Laguna y San Jerónimo Purenchécuaro.

Para evaluar la calidad del efluente, se seleccionaron indicadores físicos, químicos y biológicos de la norma oficial **NOM-001-SEMARNAT-1996**, que permitirán conocer la evolución y eficiencia de remoción de los humedales de tratamiento en el periodo 2006-2011.



Metodología



Muestreo de los efluentes de los humedales de tratamiento en el lago de Pátzcuaro, Michoacán México (2006-2011).



Muestreo



Muestreo de los efluentes de los humedales de tratamiento en el lago de Pátzcuaro, Michoacán México (2006-2011).



Muestreo



Muestreo de calidad del agua en humedales de tratamiento y medición *in situ* de parámetros ambientales

Muestreo de 24 hr en los efluentes de los humedales de tratamiento.



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES





Muestreo de 24 hr en los efluentes humedales de tratamiento.





Parámetros de calidad del agua (volúmenes de muestreo y caducidad de la muestra).

Parámetro	Volumen (mL)	Caducidad (días)
SST	1 000	7 1/
Sulfatos	200	60 1/
Cloruros	100	7 1/
Alcalinidad total	100	1 1/
Fósforo total, fosfatos totales	1 000	28 1/
Cromo hexavalente	300	1
Nitrógeno amoniacal y Kjeldhal	200	7 1/
Nitratos y nitritos	200	30 1/
SAAM	200	7 1/
Grasas y aceites	1 000	28 1/
DBO ₅	1 000	1 1/
DQO	100	28 1/
Carbono orgánico total (COT)	250	28
Coliformes fecales y totales	300	1
Enterococos	300	1
Huevos de Helminto	5 000	2 meses (a)
Clorofila a	1 000	48 horas. Sin filtrar (a) 28 días. Filtrada (b)
Toxicidad.- Vibrio fisheri	40	5
Toxicidad.- Daphnia magna	1 000	5



RESULTADOS

Aguas residuales municipales.





Resultados

El comportamiento de los análisis de los humedales de tratamiento estudiados, se sustentan en estudios estadísticos del universo de análisis realizados a lo largo del estudio, los diagramas de caja, incluyen los parámetros seleccionados que se describen de la siguiente manera. Primero: Las líneas verticales rojas indican los Límites Máximos Permisibles de los siguientes parámetros:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) de 30 mg/L.

Sólidos suspendidos totales (SST) mg/L de 40

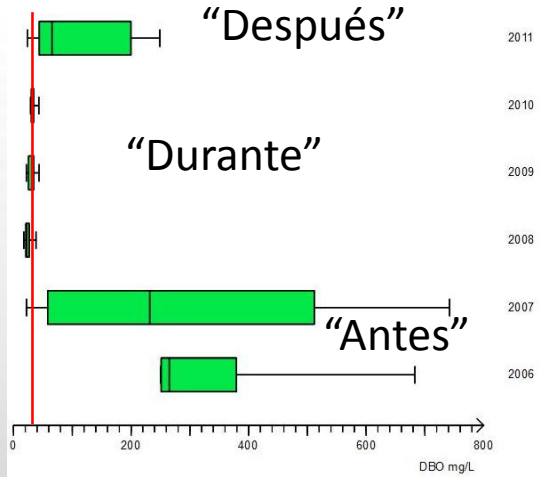
Fósforo total (PT) de 5 mg/L.

Nitrógeno total (NT) de 15 mg/L.

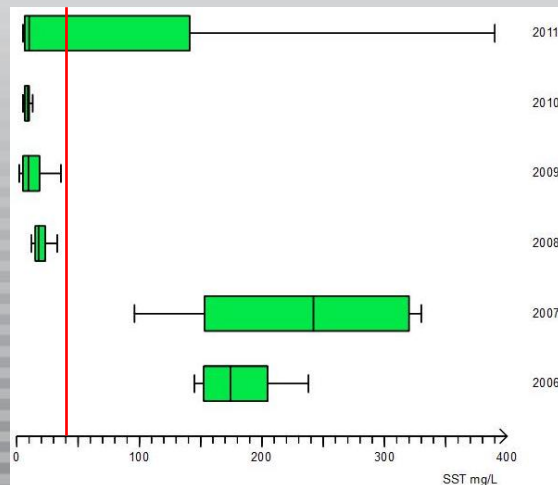
Coliformes fecales (CF) de 1000 NMP/100 mg/L.



Resultados humedal de Erongarícuaro



Erongarícuaro						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	250	22	17	22	29	24
Cuartil bajo	251	58	21	26	30	44
Mediana	265	232	23	32	32	66
Cuartil alto	379	512	27	35	34	200
Valor máximo	683	742	38	43	43	249

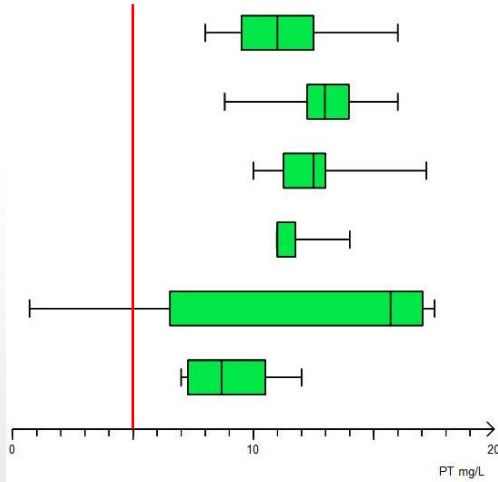


Erongarícuaro						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	145	133	12	5	5	5
Cuartil bajo	153	243	14	12	7	7
Mediana	174	300	16	17	9	10
Cuartil alto	205	323	25	24	10	141
Valor máximo	238	330	33	36	13	390

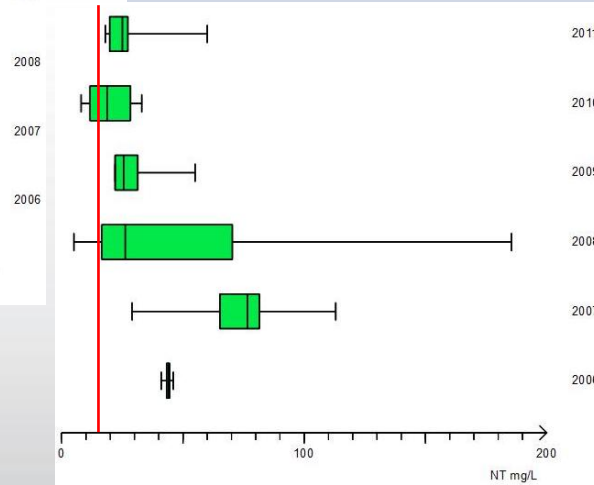




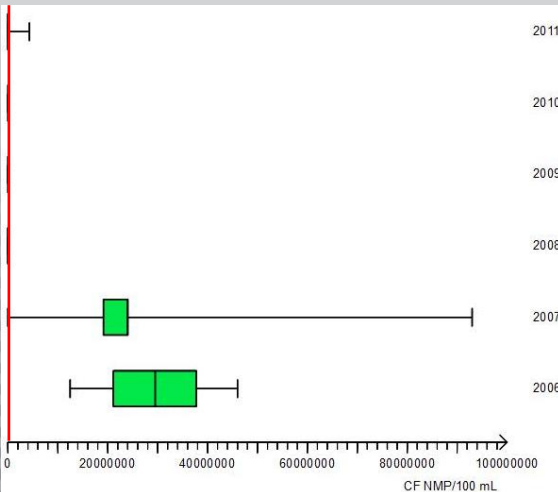
Resultados humedal de Erongarícuaro



Erongarícuaro						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	7	6	11	11	9	8
Cuartil bajo	7	13	11	13	12	10
Mediana	9	16	11	13	13	11
Cuartil alto	11	17	11	14	14	13
Valor máximo	12	18	11	17	16	16



Erongarícuaro						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	41	29	5	22	8	18
Cuartil bajo	43	64	13	22	12	20
Mediana	44	76	20	27	19	25
Cuartil alto	45	86	103	38	28	27
Valor máximo	46	113	185	55	33	60

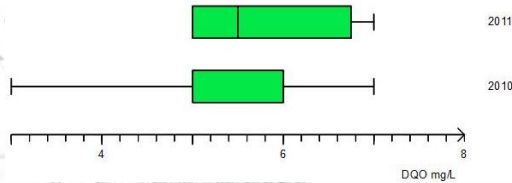


Erongarícuaro						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	1.25E+07	2.40E+03	7.50E+02	3.00E+00	7.00E+00	1.50E+02
Cuartil bajo	2.11E+07	1.91E+07	1.29E+03	8.75E+00	1.73E+02	1.30E+03
Mediana	2.95E+07	2.40E+07	1.94E+03	3.30E+01	2.40E+02	2.40E+03
Cuartil alto	3.78E+07	2.40E+07	4.55E+03	4.30E+01	4.05E+02	1.86E+04
Valor máximo	4.60E+07	9.30E+07	1.10E+04	1.50E+02	1.50E+03	4.30E+06

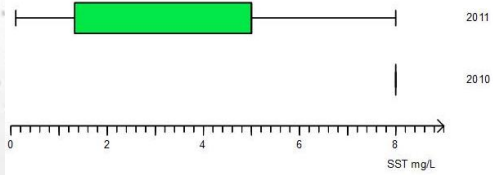




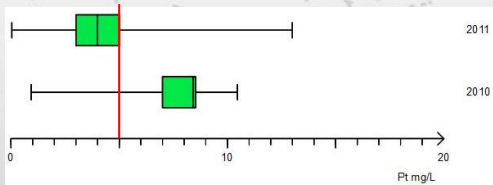
Resultados humedal de Cucuchucho



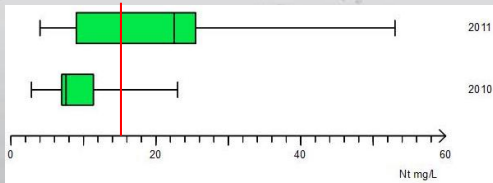
Cucuchucho						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	6	5
Cuartil bajo	0	0	0	0	6	5
Mediana	0	0	0	0	6	6
Cuartil alto	0	0	0	0	6	7
Valor máximo	0	0	0	0	6	7



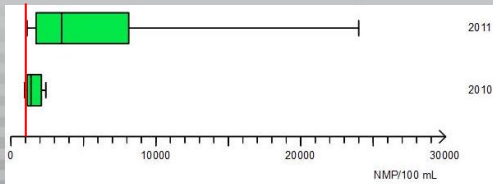
Cucuchucho						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	8	0.1
Cuartil bajo	0	0	0	0	8	1
Mediana	0	0	0	0	8	5
Cuartil alto	0	0	0	0	8	5
Valor máximo	0	0	0	0	8	8



Cucuchucho						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	8	5
Cuartil bajo	0	0	0	0	8	13
Mediana	0	0	0	0	8	18
Cuartil alto	0	0	0	0	8	22
Valor máximo	0	0	0	0	8	25



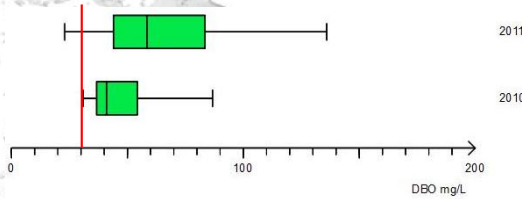
Cucuchucho						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	11	4
Cuartil bajo	0	0	0	0	11	9
Mediana	0	0	0	0	11	23
Cuartil alto	0	0	0	0	11	26
Valor máximo	0	0	0	0	11	53



Cucuchucho						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	1.10E+03	1.10E+03
Cuartil bajo	0	0	0	0	1.10E+03	1.73E+03
Mediana	0	0	0	0	1.10E+03	3.50E+03
Cuartil alto	0	0	0	0	1.10E+03	8.13E+03
Valor máximo	0	0	0	0	1.10E+03	2.40E+04



Resultados humedal de Santa Fe de la Laguna

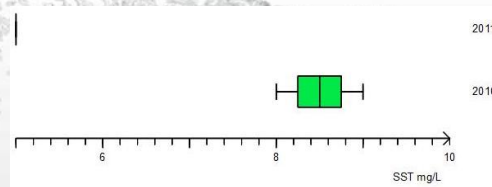


2011

2010

DBO mg/L

Santa Fe de la Laguna						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	41	23
Cuartil bajo	0	0	0	0	52	44
Mediana	0	0	0	0	64	59
Cuartil alto	0	0	0	0	75	84
Valor máximo	0	0	0	0	87	136

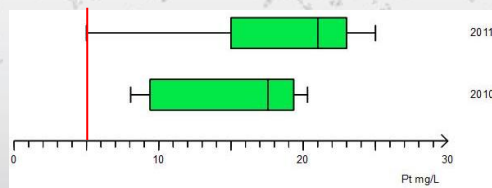


2011

2010

SST mg/L

Santa Fe de la Laguna						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	8	5
Cuartil bajo	0	0	0	0	8	5
Mediana	0	0	0	0	9	5
Cuartil alto	0	0	0	0	9	5
Valor máximo	0	0	0	0	9	5

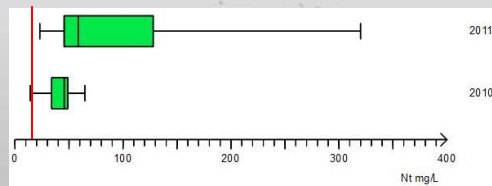


2011

2010

Pt mg/L

Santa Fe de la Laguna						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	19	5
Cuartil bajo	0	0	0	0	20	15
Mediana	0	0	0	0	20	21
Cuartil alto	0	0	0	0	20	23
Valor máximo	0	0	0	0	20	25

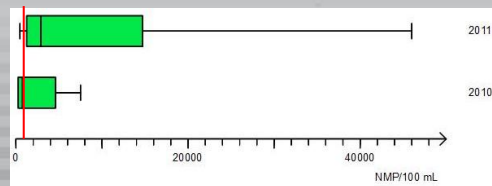


2011

2010

Nt mg/L

Santa Fe de la Laguna						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	46	23
Cuartil bajo	0	0	0	0	50	46
Mediana	0	0	0	0	55	59
Cuartil alto	0	0	0	0	60	128
Valor máximo	0	0	0	0	65	320



2011

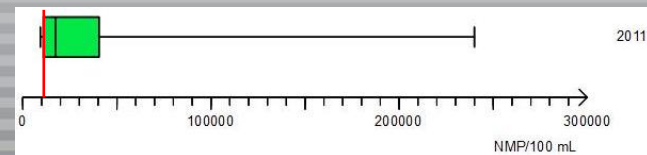
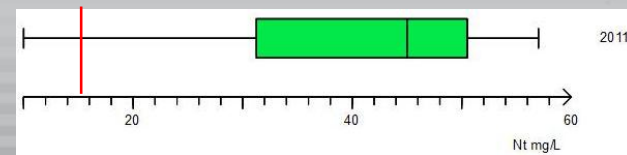
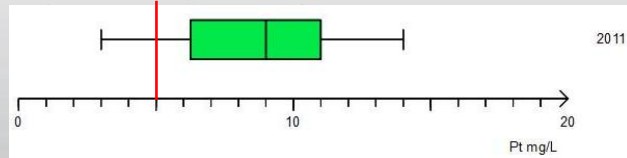
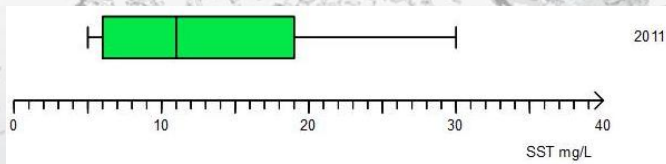
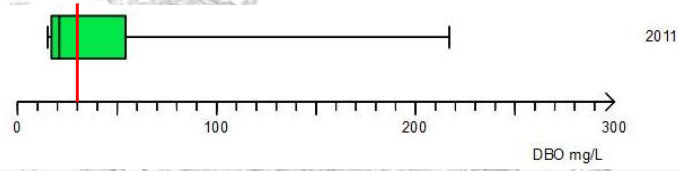
2010

NMP/100 mL

Santa Fe de la Laguna						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	2.40E+02	4.60E+02
Cuartil bajo	0	0	0	0	1.33E+03	1.24E+03
Mediana	0	0	0	0	2.42E+03	2.90E+03
Cuartil alto	0	0	0	0	3.51E+03	1.47E+04
Valor máximo	0	0	0	0	4.60E+03	4.60E+04



Resultados humedal San Jerónimo Purenchécuaro



San Jerónimo						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	0	15
Cuartil bajo	0	0	0	0	0	17
Mediana	0	0	0	0	0	21
Cuartil alto	0	0	0	0	0	54
Valor máximo	0	0	0	0	0	217

San Jerónimo						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	0	5
Cuartil bajo	0	0	0	0	0	6
Mediana	0	0	0	0	0	11
Cuartil alto	0	0	0	0	0	19
Valor máximo	0	0	0	0	0	30

San Jerónimo						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	0	3
Cuartil bajo	0	0	0	0	0	6
Mediana	0	0	0	0	0	9
Cuartil alto	0	0	0	0	0	11
Valor máximo	0	0	0	0	0	14

San Jerónimo						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	0	10
Cuartil bajo	0	0	0	0	0	31
Mediana	0	0	0	0	0	45
Cuartil alto	0	0	0	0	0	51
Valor máximo	0	0	0	0	0	57

San Jerónimo						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Valor mínimo	0	0	0	0	0	9.30E+03
Cuartil bajo	0	0	0	0	0	1.10E+04
Mediana	0	0	0	0	0	1.75E+04
Cuartil alto	0	0	0	0	0	4.05E+04
Valor máximo	0	0	0	0	0	2.40E+05



Resultados

Erongarícuaro inició su operación en 2008, por lo que en los resultados del 2006 y 2007 los valores corresponden a una descarga de agua residual, sin embargo a partir del 2008 y hasta el 2010, la concentración reduce prácticamente cumpliendo con los límites de descarga en la DBO_5 , SST y CF, pero en el 2011 nuevamente los valores vuelven a incrementar sus valores por arriba de la normatividad.

En cuanto a los nutrientes (P y N) se observa poca variación, haciendo énfasis en que a pesar de que estos tipos de tratamiento deberían de remover nutrientes, este humedal presenta poca o nula remoción.



Resultados

Los humedales de Cucuchucho y Santa Fe de la Laguna iniciaron su operación en el año 2010, por lo que los resultados que se presentan corresponden a 2010 y 2011 y no se cuentan con datos anteriores de las descargas de agua residual, sin embargo, se puede observar que las concentraciones cumplen con los límites de descarga en los parámetros de DBO_5 y SST. El humedal de San Jerónimo, que inicio su operación en el último año del presente estudio, solo cumple con el LMP de DBO_5 .

Con relación a los nutrientes como el fósforo total (PT) ningún humedal cumple con la norma; asimismo para nitrógeno total (NT), excepto en el humedal de Cucuchucho que solo cumple con el LMP el ciclo anual 2011; por último, los coliformes fecales (CF) exceden el LMP en todos los humedales.



CONCLUSIONES

- De acuerdo con los indicadores seleccionados en el presente estudio (DBO_5 , SST, N/P y CF) los efluentes de los humedales de tratamiento tienden a presentar un comportamiento mientras el sistema de tratamiento es eficiente, pero después de cuatro años de tratamiento los valores de los LMP disminuyen.
- Para los nutrientes (P, N) la remoción es relativamente baja y no ayuda a disminuir los procesos de eutroficación del lago de Pátzcuaro.



RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar a mediano y largo plazo las eficiencias reales de los humedales de tratamiento.

Se convoca a las autoridades correspondientes y habitantes de las comunidades ribereñas a encontrar una estrategia continua para disminuir y controlar el proceso de contaminación del lago, para ello será imprescindible diseñar, construir, operar y, sobre todo, mantener sistemas de tratamiento de aguas residuales, ya sean sistemas electromecánicos o humedales de tratamiento eficientes a mediano y largo plazo, para controlar las descargas municipales de los poblados ribereños del lago.



IMTA
INSTITUTO MEXICANO
DE TECNOLOGÍA
DEL AGUA

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



GRACIAS

