

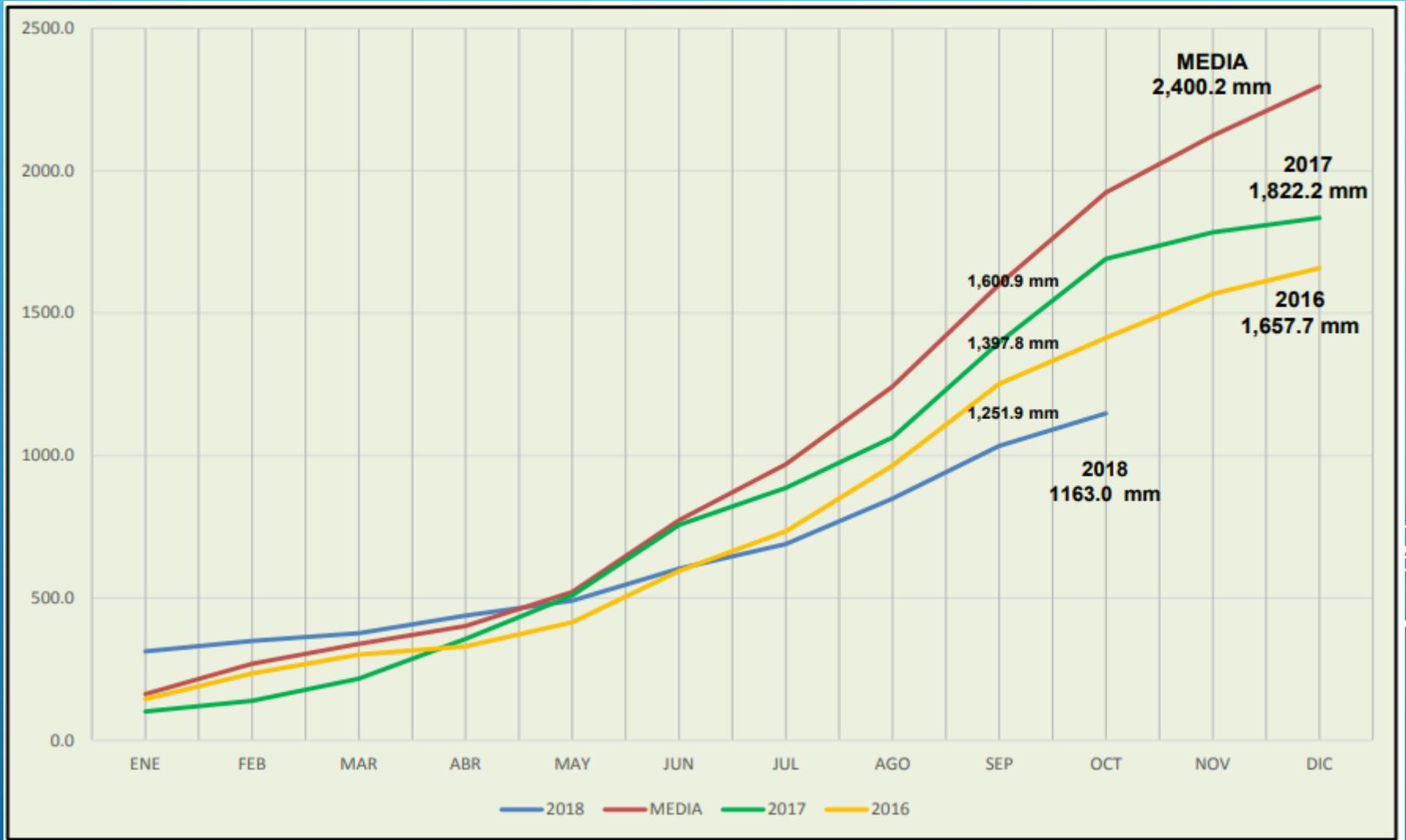
DIAGNÓSTICO

Evento de mortandad de especies acuáticas
en los Bitzales; Macuspana, Tabasco.

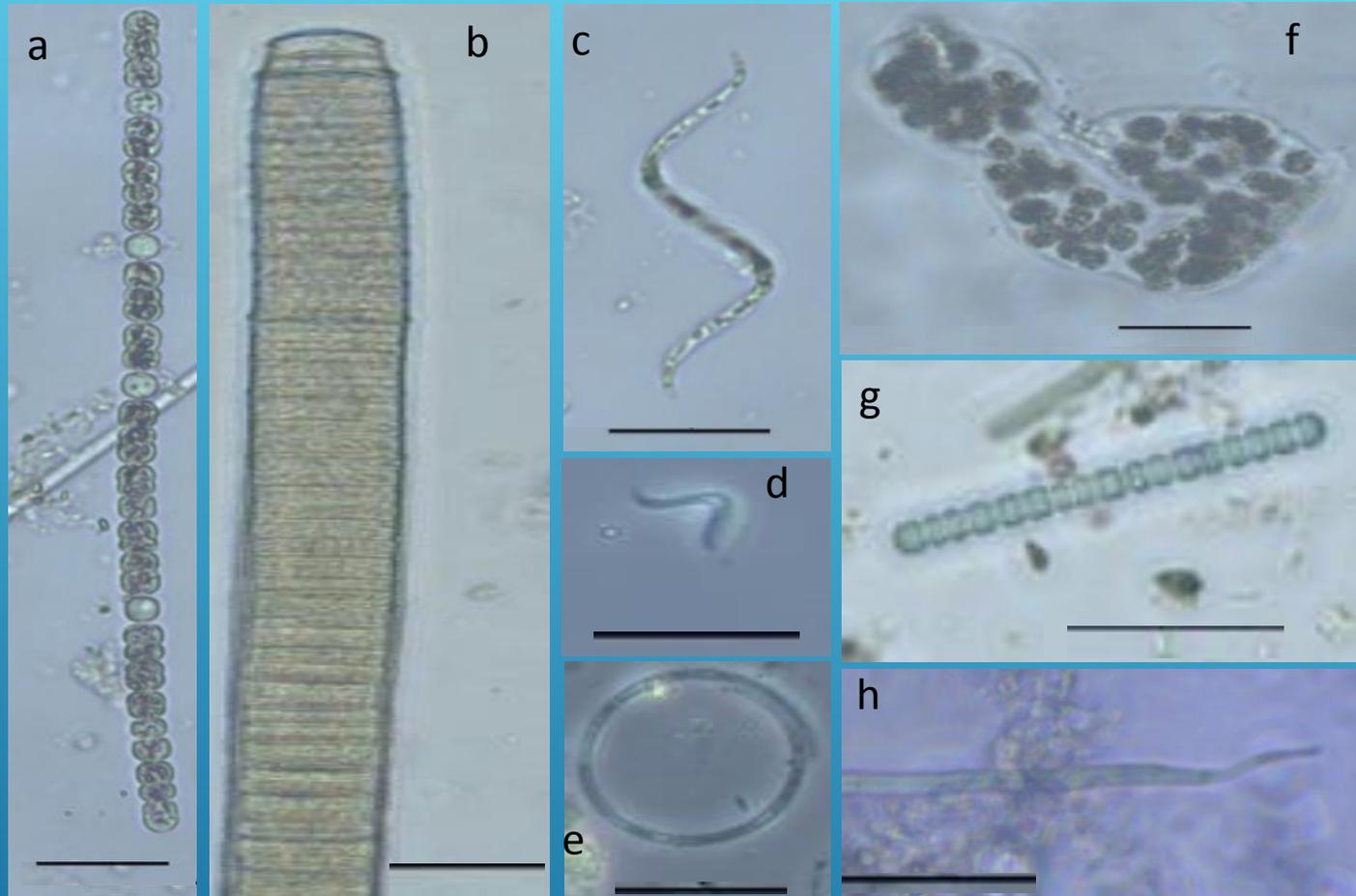
- ▶ Partiendo de una evaluación específica para las Cianotoxinas, se consideraron 5 diferentes Esquemas de Análisis para definir el nivel de Actividad de estos compuestos en el sistema. Los Esquemas se pueden plantear de la manera siguiente:



ACUMULADO ANUAL DE LLUVIA 2018.



FUENTE: CONAGUA 2018.



GÉNEROS POTENCIALMENTE TÓXICOS ENCONTRADOS EN EL ÁREA DE BITZALES, MACUSPANA, TABASCO. A) ANABAENA, B) OSCILLARORIA C) CYLINDROSPERMOPSIS, D) RAPHIDIOPSIS, E) PLANKTOLYNGBYA, F) MICROCYSTIS, G) NODULARIA, H) GEITLERINEMA ESCALA= 20 μ M.

Ostra de rio
Filtrador



Hypostomus Plecostomus
Omnívoro



Pejelagarto
Carnívoro



Carpa común:
Herbívora



Cadena
trófica

Ten guayaca
Común
Carnívoro



Manatí
Herbívoro



Pez aguja
Planctívoro



Plancton:
Productor Primario



Ostra de rio Filtrador



ALMEJA

LABORATORIO

ICM Y L - UNAM

TOXINA

MICROCISTINA

3.28 NG/G

CILINDROPERMOPSINA

1.37 NG/G

SAXITOXINA

0.00

Hypostomus Plecostomus Omnívoro



PLECOUSTOMUS

LABORATORIO

INTERTEK-ABC

ICM Y L - UNAM

MICROCISTINA

1.416 NG/G

6.34 NG/G

TOXINA

CILINDROPERMOPSINA

< 1.0 NG/G

3.65 NG/G

SAXITOXINA

0.03 NG/G

0.06 NG/G

Pejelagarto Carnívoro



PEJELAGARTO	TOXINA		
	MICROCISTINA	CILINDROPERMOPSINA	SAXITOXINA
LABORATORIO			
INTERTEK-ABC	1.863 NG/G	< 1.0 NG/G	0.068 NG/G
ICM Y L - UNAM	6.34 NG/G	3.65 NG/G	0.00 NG/G

Carpa común Herbívora



CARPA HERBÍVORA

LABORATORIO

MICROCISTINA

INTERTEK-ABC

1.95 NG/G

ICM Y L - UNAM

0.0 NG/G

TOXINA

CILINDROPERMOPSINA

< 1.0 NG/G

2.15 NG/G

SAXITOXINA

< 0.03 NG/G

0.69 NG/G

Tenguayaca Común Carnívoro



TENGUAYACA		TOXINA	
LABORATORIO	MICROCISTINA	CILINDROPERMOPSINA	SAXITOXINA
ICM Y L - UNAM	1.34 NG/G	1.68 NG/G	0.02 NG/G

Pez Aguja Planctívoro



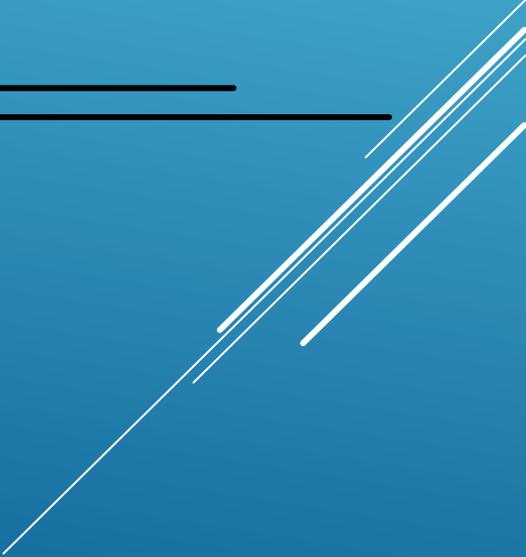
PEZ AGUJA		TOXINA	
LABORATORIO	MICROCISTINA	CILINDROPERMOPSINA	SAXITOXINA
INTERTEK-ABC	0.846 NG/G	< 1.0 NG/G	< 0.03 NG/G

Manatí Herbívoro



MANATÍ		TOXINA	
LABORATORIO	MICROCISTINA	CILINDROPERMOPSINA	SAXITOXINA
ICM Y L - UNAM	7.72 NG/G **	7.89 NG/G **	0.19 NG/G

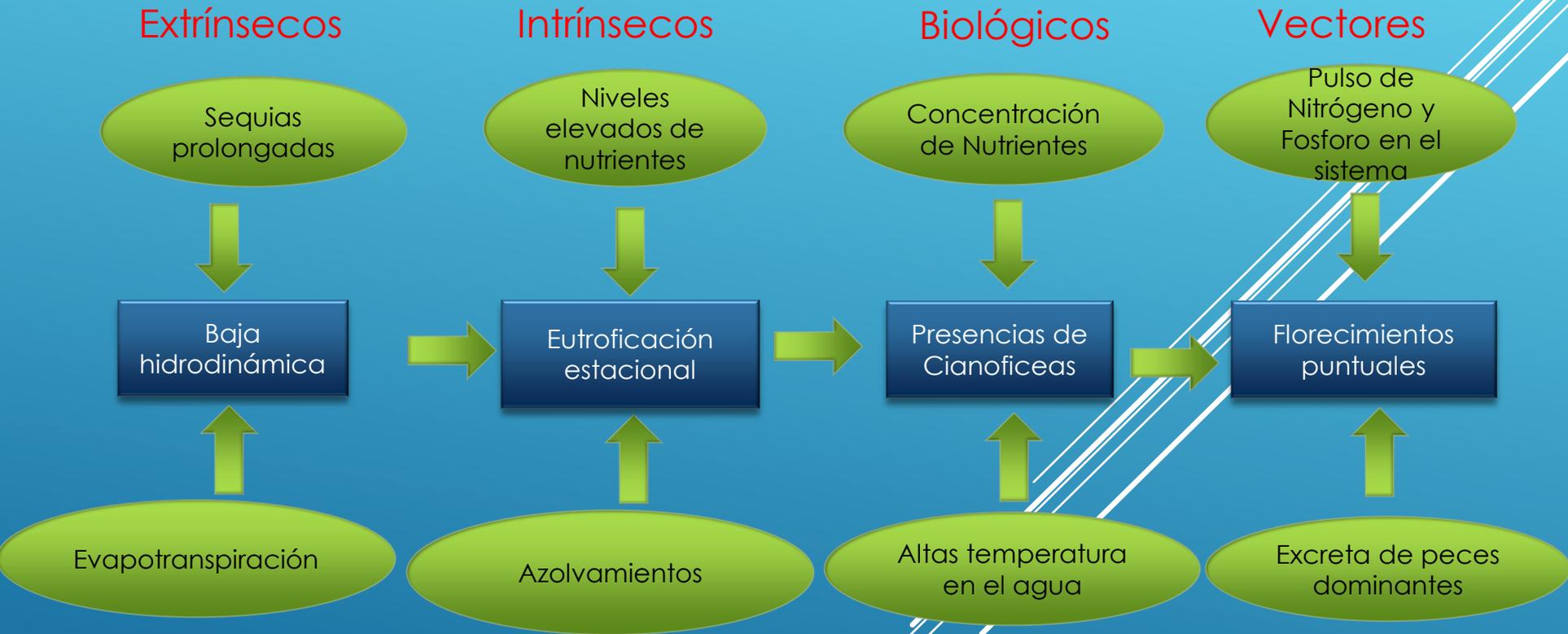
BIOACUMULACIÓN DE CIANOTOXINAS EN MACROFITAS ACUÁTICAS







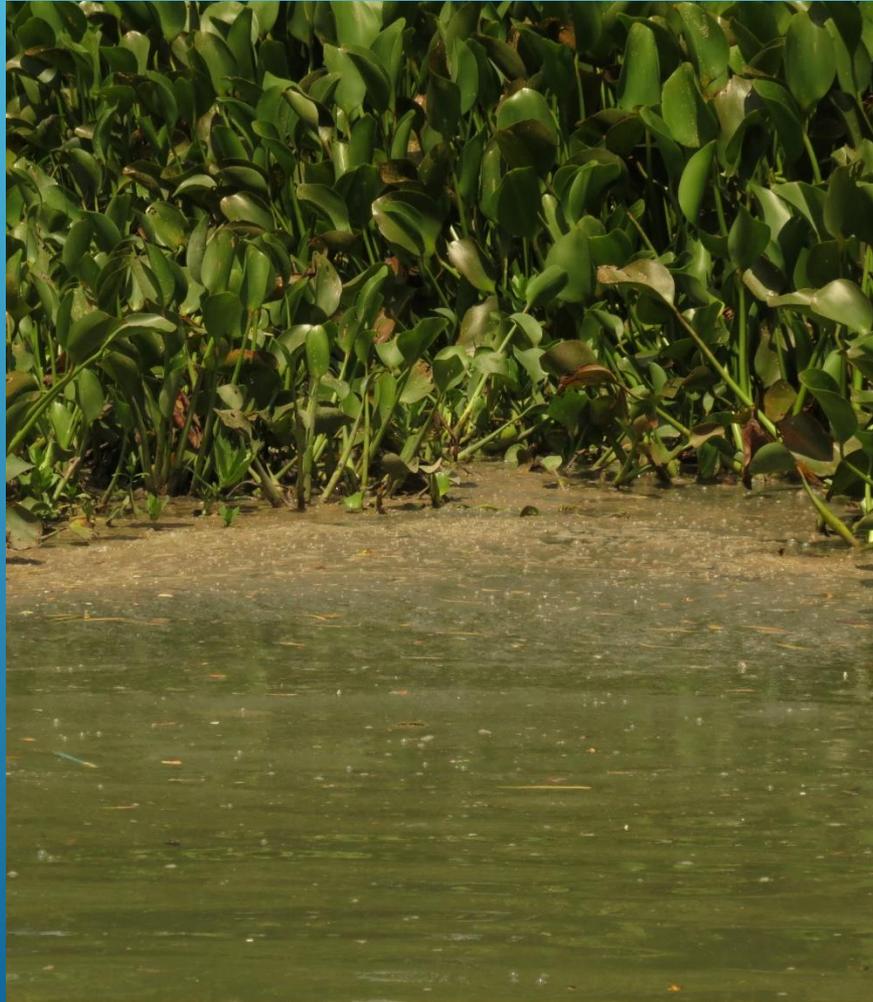
Análisis de factores que detonaron los florecimientos de Cianofíceas Nocivas



CONSECUENCIAS



FLORECIMIENTOS

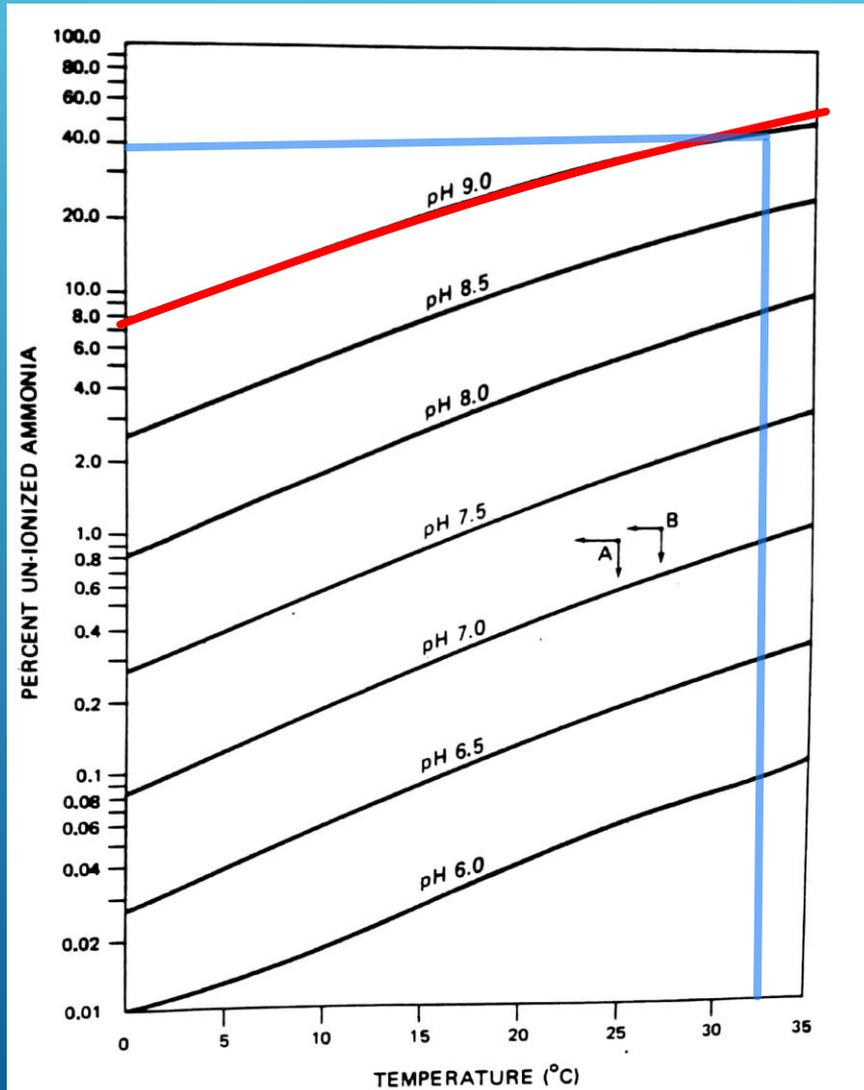


MORTANDAD TIPO1: DE MORTANDAD OCURRIDAS EN BITZALES

Mortandad masiva por toxicidad de Amonio-No ionizado.



TABLA DE CONCENTRACIÓN DE AMONIACO



▶ **MORTANDAD TIPO 2: ESPECIFICA POR EXPOSICIÓN INMEDIATA A CIANOTOXINAS.**



► **MORTANDAD TIPO 3: ACUMULACIÓN DE TOXINAS VS TIEMPO.**



Factor Principal de Intoxicación

CADENA TRÓFICA DE BITZALES

Manatí



Carpa
herbívora



Plecostomus
Pez diablo

Lirio acuático
+
Macrofitas Acuáticas



PRESENCIA DE: MICROCISTINA, CILINDROSPERMOPSINA, SAXITOXINA

Bioacomulación Especifica

Epitalial

Radical

Colonización selectiva

búsqueda de lirio con cianotoxinas



MECANISMOS DE INTOXICACIÓN: MANATÍ COMO ORGANISMO CENTINELA

Modelo de acumulación de Toxinas

$$Cf = \sum \left(\dot{M} * (Cp * Fa) + ((Ca * Ih)Fi) \right) * D$$

Donde:

Cf=Concentración acumulada para alcanzar dosis letal

\dot{M} = masa de alimento ingerido = $M/10$ = 10% del peso del organismo

Fa= factor de absorción 0.65 a 0.75

Cp=Concentración de toxina el alimento

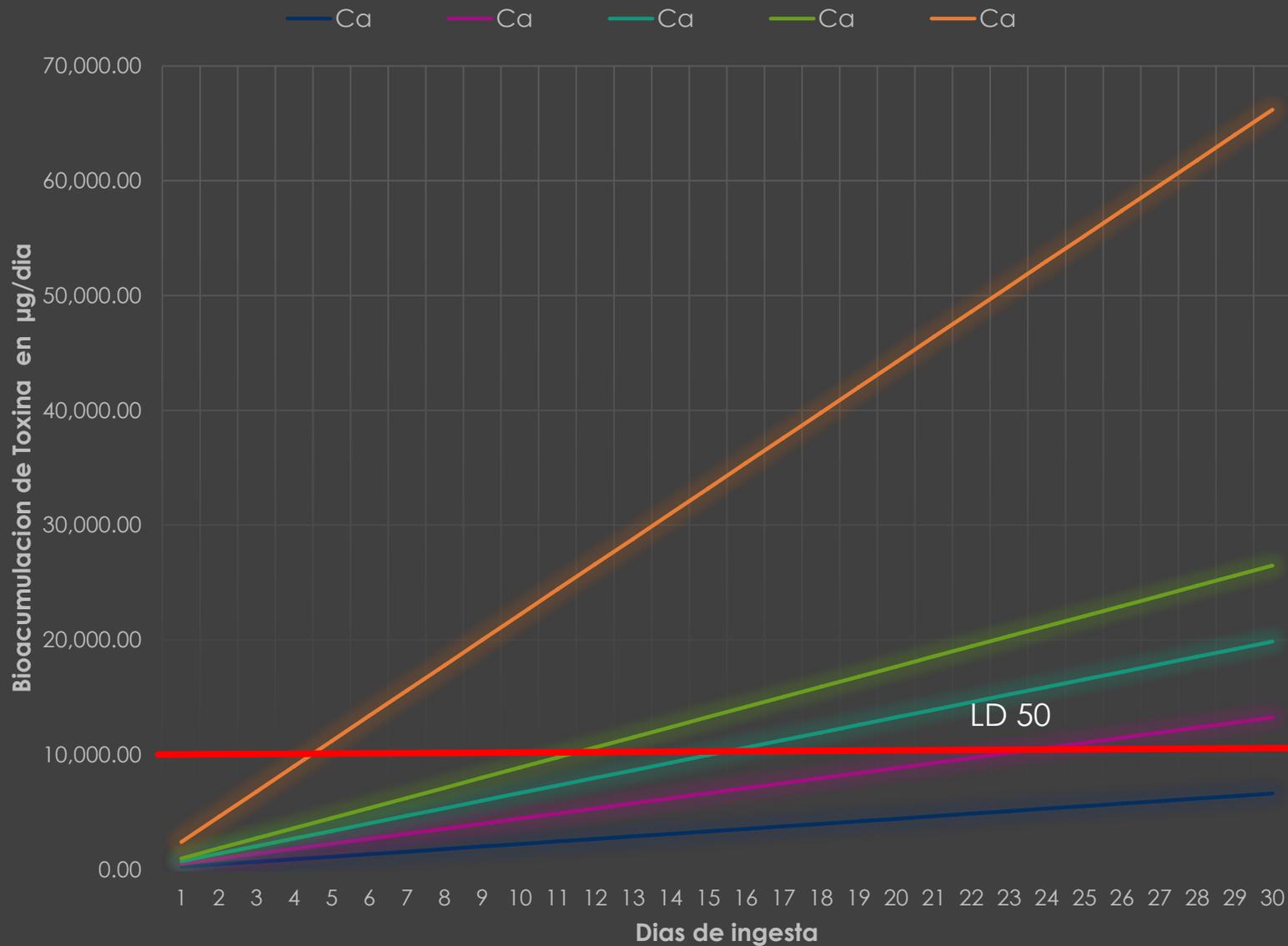
Ca=concentración de Microcistina ($\mu\text{g/l}$)

Ih= ingesta de agua diaria (120 ± 20 l/día)

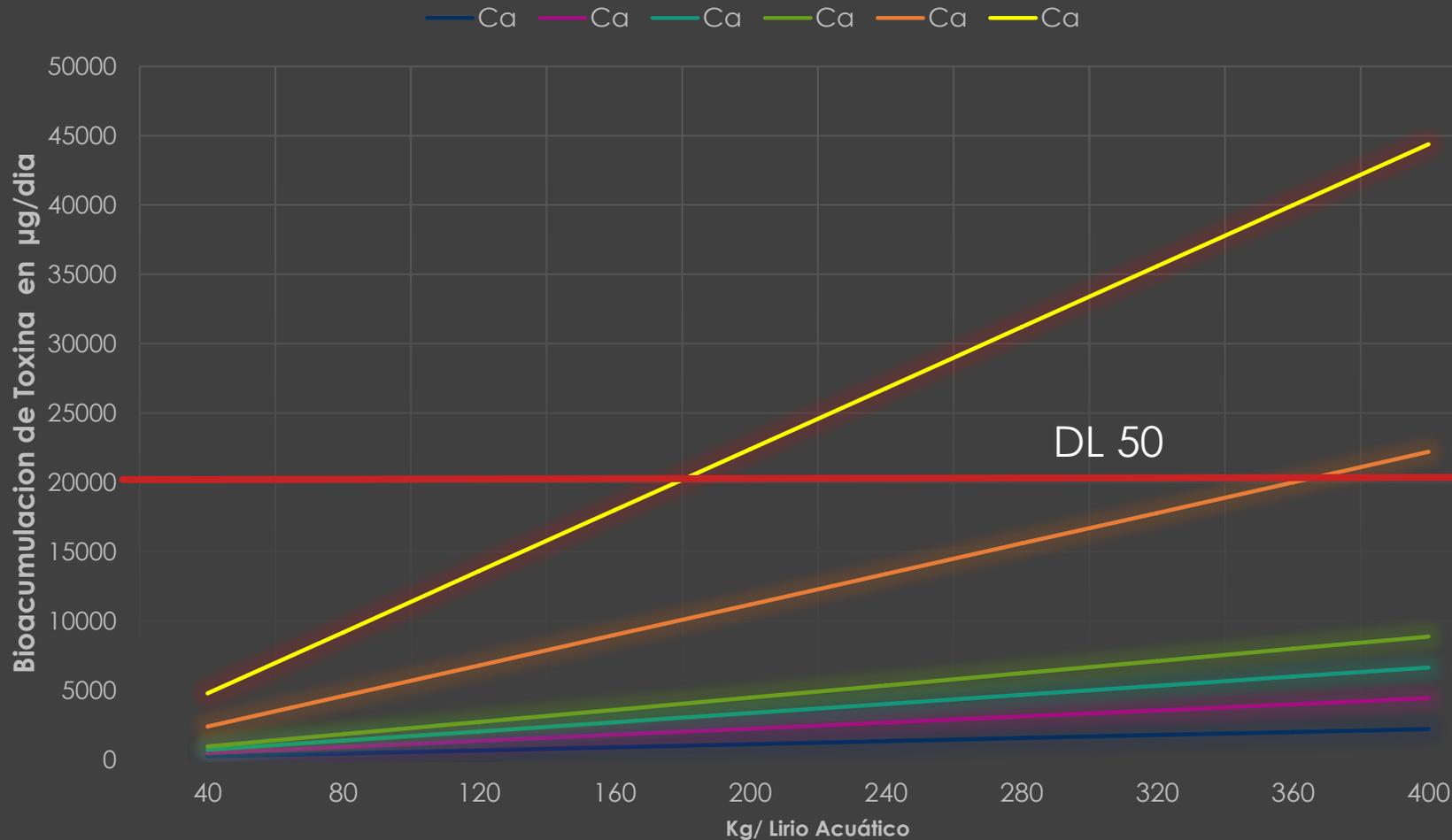
Fi= fracción efectiva de bioconcentración por ingesta de agua.

D= Factor probabilístico del DEA

Bioacumulación de Cianotoxinas en Manatí en Función del Tiempo de Ingesta



Bioacumulación de Cianotoxinas en Manatí en Función del Volumen de Ingesta



FACTORES ESPECÍFICOS QUE DETONARON LOS FLORECIMIENTOS:

Ingreso
difuso por
lluvia

Descarga de
viviendas

Aportación
Puntual de
aves

Aportación
distribuida de
Plecostomus

VECTORES



MODELO PARA APORTACIÓN DE FOSFORO POR CORMORANES

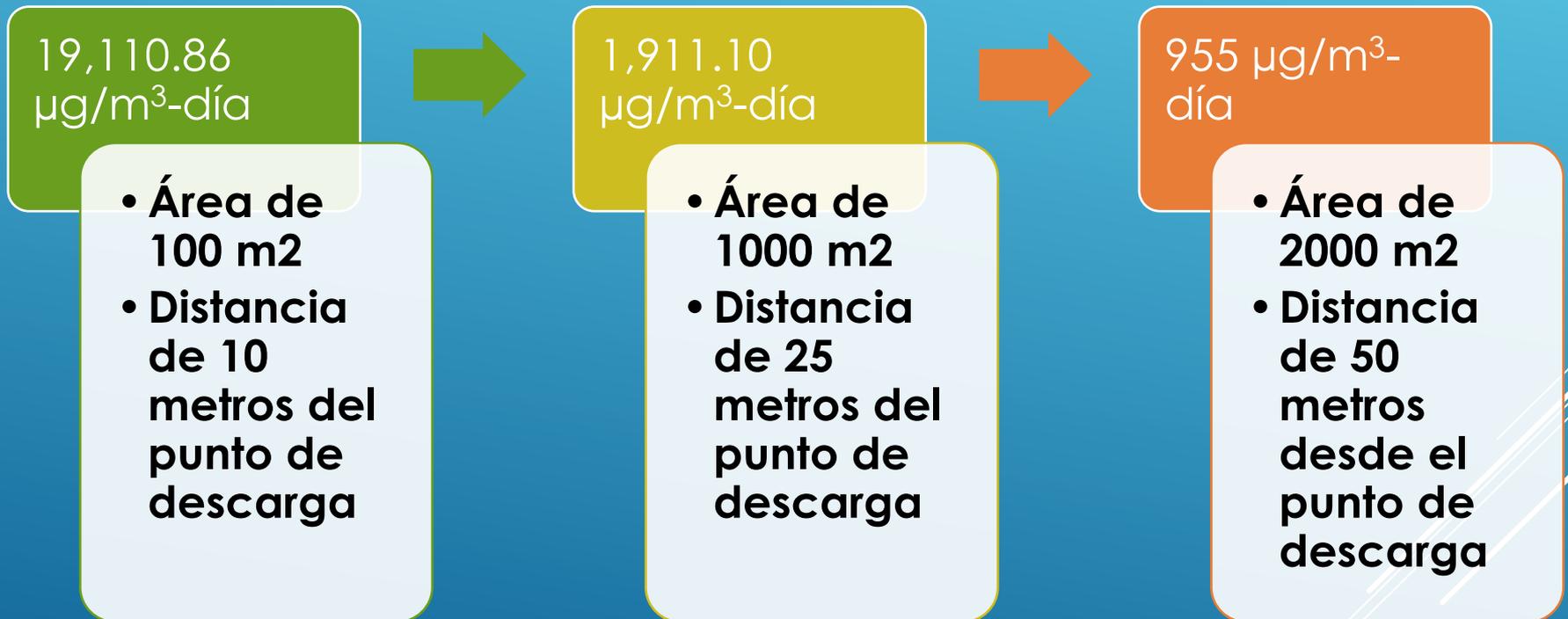
$$\blacktriangleright \quad C(x, t) = \frac{Ma}{(4\pi Dt)^{1/2}} \exp\left(-\frac{x^2}{4Dt}\right)$$

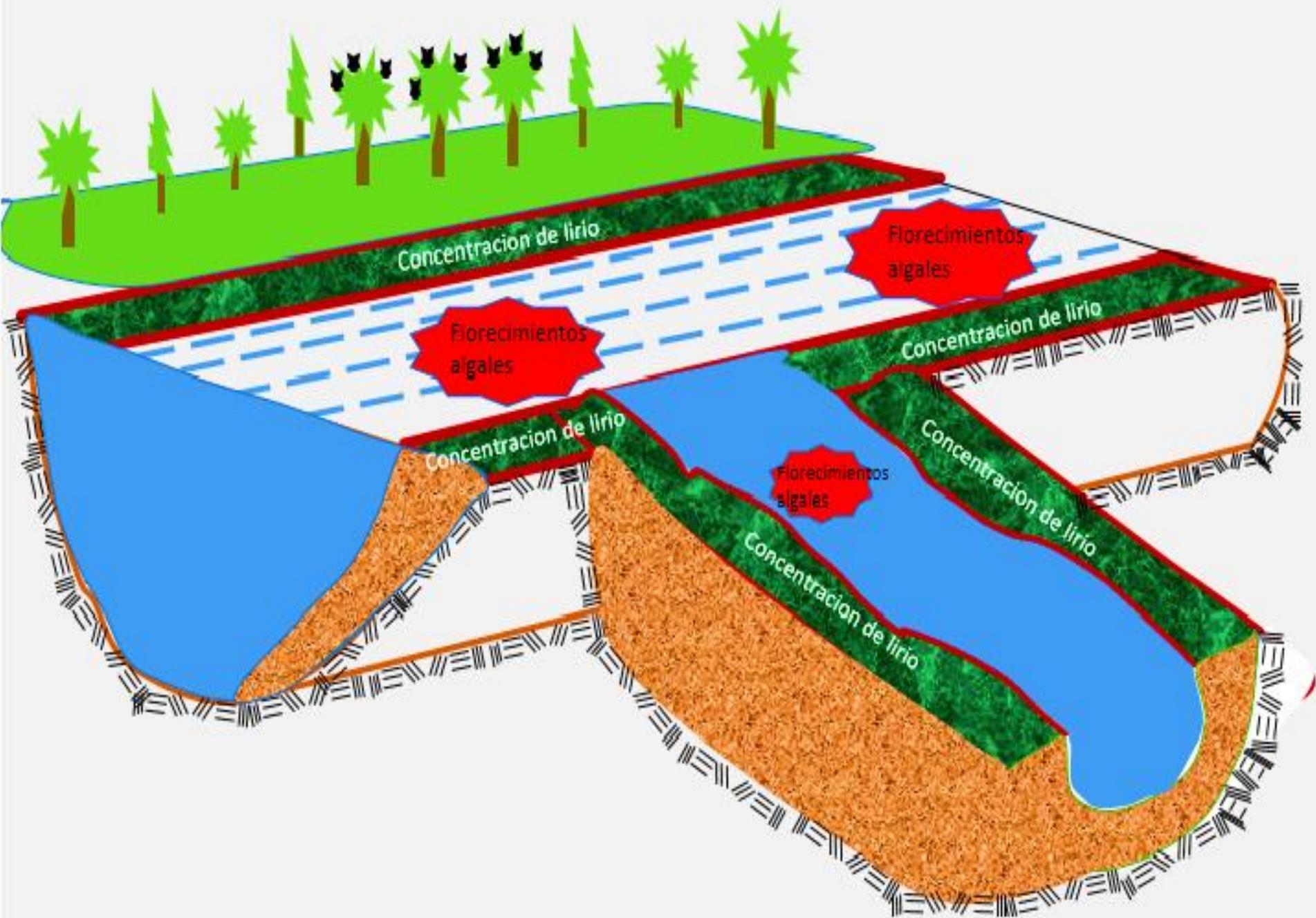
- ▶ Donde:
- ▶ C= concentración del elemento.
- ▶ Ma= cantidad del elemento liberado en un área
- ▶ D= coeficiente de dispersión molecular del elemento.
- ▶ t= Tiempo
- ▶ x= Coordenadas de dispersión
- ▶ Ma= 189,000 $\mu\text{g}/\text{día} * \text{m}^2$

Una vez teniendo todos los elementos de aporte al sistema se realiza la solución del modelo de aporte de contaminantes para obtener la concentración de aporte extraordinario de fosforo (ΔP) durante un día, tomando como referencia una profundidad efectiva de aplicación de 2.5 m. Por lo tanto:

$$\Delta P(x, t) = \frac{189,000 \mu\text{g/ día} * \text{m}^2}{\left(4\pi\left(7.78 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}\right)(1\text{día})\right)^{1/2}} \exp\left(-\frac{(2.5\text{m})^2}{4\left(7.78 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}\right)(1\text{día})}\right)$$

ÁREA DE INFLUENCIA



















CRITERIOS	REFERENCIA	RANGO
Baja hidrodinámica	<1 m/s	0.2 m/s
Alta temperatura del agua	>22 °C	27 °C
Fosforo	>50 µg/l	199 µg/l
Nitrógeno	>100 µg/l	1600 µg/l
Presencia de Cianofíceas	Especies	Anabaena, Planktothrix(Oscillatoria) Aphanizomenon, Cylindrospermopsis Phormidium
Presencia de NATAS(LPS)	Presentes	presentes en zonas de lirios
Presencia de cianotoxinas en organismos indicadores	Tipo de Toxinas	3 Cianotoxinas
Análisis de efectos con necropsias	Peces	Letalidad tipo 1
	Plecostomus	Letalidad tipo 2
	Manatíes	Letalidad tipo 3
pH	> 7	> 8.5
>90% Saturación día	>9 mg/l	9.5 mg/l
<40% Saturación noche	<4 mg/l	3 mg/l
Olor	Presentes	Presentes
Daños en la vegetación	Presentes	Presentes

▶ Diagnostico Final

- ▶ Con base en los indicadores de parámetros físico químicos y biológicos se confirma que en los Bitzales ocurrieron diversos eventos de Florecimientos algales nocivos durante el periodo critico de mortandad.
- ▶ Se concluye que las mortandades de diferentes especies acuáticas en Bitzales y zonas aledañas, fueron consecuencia de eventos de intoxicación, ocasionados por la acción de 3 o mas Cianotoxinas en el sistema.
- ▶ La mortandad de Manatíes se clasifica como una condición de toxicidad acumulativa de corto plazo, ocasionada por la ingesta de lirios y vegetación acuática colonizada por Cianofíceas.
- ▶ Los Factores detonantes del evento en Bitzales son una combinación de una sequia extrema y los incrementos de nutrientes aportados de forma puntual por especies invasivas y descargas comunitarias.

CONCLUSIONES

- ▶ 1. Los resultados de los análisis de toxicología aplicados a tejidos de distintos organismos acuáticos, confirman por primera vez un reporte de Cianotoxinas en la región sureste de México.
- ▶ 2. Con base en los reportes del laboratorio de toxicología marina de la UNAM y de los laboratorios ABC-Intertek, se confirman 3 distintos grupos de toxinas: Microcistina-Nodularia; Cilindrospermopsina y Saxitoxina.
- ▶ 3. La Identificación de grupos de estas cianotoxinas en toda Red Trófica de los Bitzales, demuestra que se trató de un Episodio de Toxicidad generado por Florecimientos Algales Nocivos (FANs)
- ▶ 4. Mediante la aplicación de Análisis de Microscopía y Clasificación Taxonómica de fitoplancton, se determinó la presencia de 11 especies diferentes de cianofíceas generadoras de compuestos peptídicos de alto nivel de toxicidad. Destacan las especies: *Osillatoria* y *Phormidium*, que son las más nocivas.
- ▶ 5. Se identificaron condiciones de colonización (epifitismo) de cianofíceas filamentosas sobre el Lirio de Agua (*Eichornia crassipes*); por lo que su ingesta se convirtió en el factor determinante de dos de los principales tipos de mortandad en la zona.

6. Se obtuvieron evidencias de campo que demuestran que los florecimientos algales no ocurrieron de forma continua en los ríos Maluco y Bitzales; sino como eventos aislados en zonas de menor hidrodinámica y en las márgenes de los cuerpos de agua.

7. Mediante tres procesos diferentes de mortalidad que afectaron a distintas especies acuáticas, como resultados de la presencia de florecimientos algales y bioacumulación de cianotoxinas.

8. Se plantearon análisis con modelos matemáticos-conceptuales, se explican los mecanismos de acumulación de toxinas y los detonadores de florecimientos en la zona.

9. Un análisis de factores conduce a concluir que los mecanismos que detonaron los problemas de florecimientos nocivos en los bitzales; fueron la combinación entre una climatología extrema y la alteración de la calidad del agua (eutroficación temporal) por aportaciones excesivas de fósforo proveniente de fuentes diversas que incluyen las excretas de especies invasoras y las descargas puntuales de la comunidad.

10. La suma de indicadores de calidad del agua, de presencia de especies de cianotoxinas nocivas, de sintomatología de daños de necropsias aplicadas y confirmación de cianotoxinas en los organismos acuáticos permiten concluir que fueron las cianotoxinas generadas por florecimientos algales nocivos los compuestos que generaron todos los casos de mortandad ocurridos en la zona de los Bitzales.

Acciones Emergentes

Evaluación de niveles de toxinas en cuerpos de agua.



Evaluación de niveles de toxinas en peces comerciales.



Participación comunitaria
Reforestación de márgenes
Limpieza de lirios
Supervisión de campo

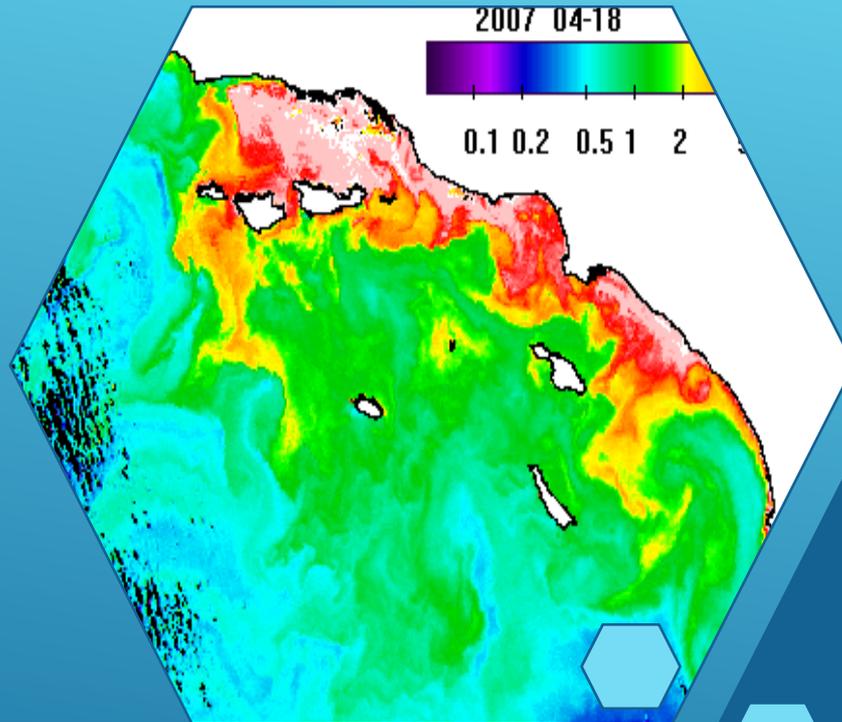


Evaluación de niveles de toxinas en peces comerciales.



RECOMENDACIONES TÉCNICAS A MEDIANO PLAZO





Monitoreo
técnico –
científico para
detección de
FAN's y
parámetros
estratégicos.



Control
ecosistemico
de especies
invasoras



Declaratorio
legal de zona
de Emergencia
A Restauración
ecológica



Investigación y
desarrollo
tecnológico
para captura
selectiva de
Plecostomus

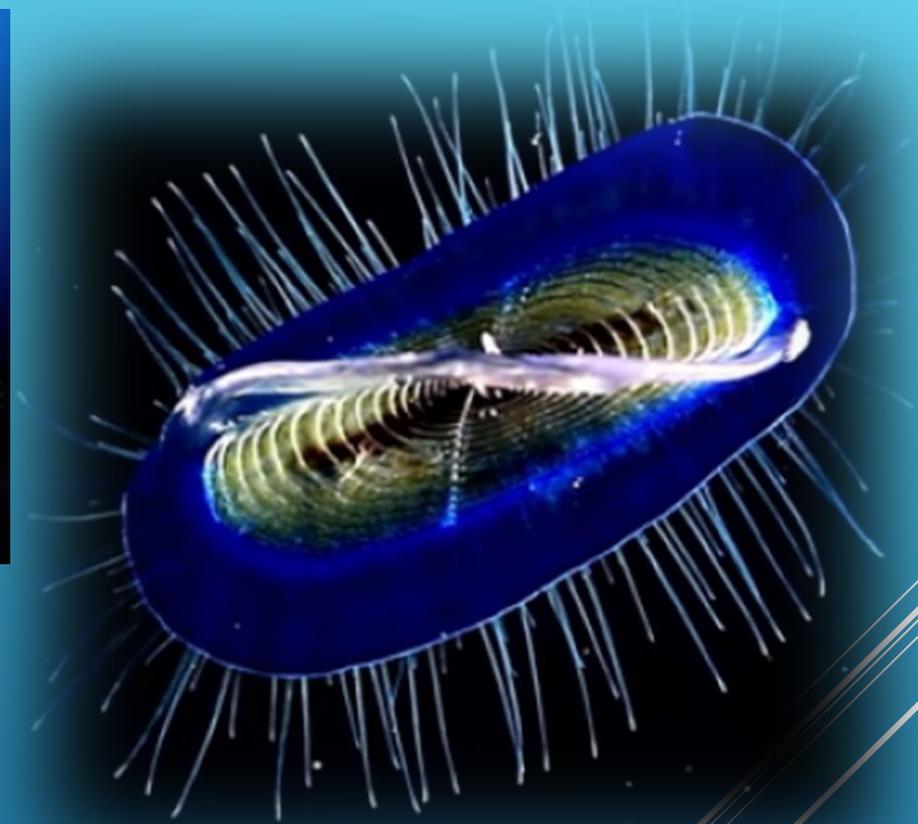


Investigación y
desarrollo
tecnológico
para supresión y
control de FAN's

- ▶ *“La ciencia nos está mostrando la cruda realidad, nuestros bosques, océanos y ríos están sufriendo en nuestras manos, centímetro a centímetro, especie a especie, la reducción de número de animales y lugares salvajes es un indicador del tremendo impacto y presión que ejercemos sobre el planeta al exprimir el tejido vivo que nos sustenta: la naturaleza y biodiversidad”*

*DISSEMARCO LAMBERTINI,
WWF INTERNATIONAL*

Plancton: Productor Primario



ALMEJA	TOXINA		
LABORATORIO	MICROCISTINA	CILINDROPERMOPSINA	SAXITOXINA
INTERTEK-ABC	0.398 NG/G	1.500 NG/G	0.090 NG/G
ICM Y L - UNAM	0.00	0.00	0.00