



ESCUELA
NACIONAL
de ESTUDIOS
SUPERIORES

UNIDAD MORELIA

**“PROBLEMAS AMBIENTALES EN
ZIRAHUÉN: CALIDAD DEL AGUA DEL
LAGO Y LOS ALREDEDORES”**

**ANA YÉSICA MARTÍNEZ, RUBÉN
HERNÁNDEZ, CYNTHIA ARMENDÁRIZ**

MARZO 2018

¿PROBLEMA AMBIENTAL?

AMBIENTE: Todo lo que rodea; factores externos que actúan sobre un sistema y determinan su curso y su forma de existencia.

CIENCIAS AMBIENTALES: Estudio interdisciplinario de como los seres humanos interactúan con los elementos vivos y no vivos del ambiente.

RELACION
HOMBRE-
NATURALE-
ZA

ESTADO
DEL
AMBIENTE

PROBLEMÁTICA
AMBIENTAL-
SOLUCIONES.



¿CÓMO SE IDENTIFICA UN PROBLEMA AMBIENTAL?

○ Características:

- Son complejos
- No tienen respuestas lineales
- Tienen jerarquías
- Tienen diferentes puntos de equilibrio
- Son caóticos
- No tienen un punto de estabilidad ideal
- Es difícil predecir su comportamiento futuro

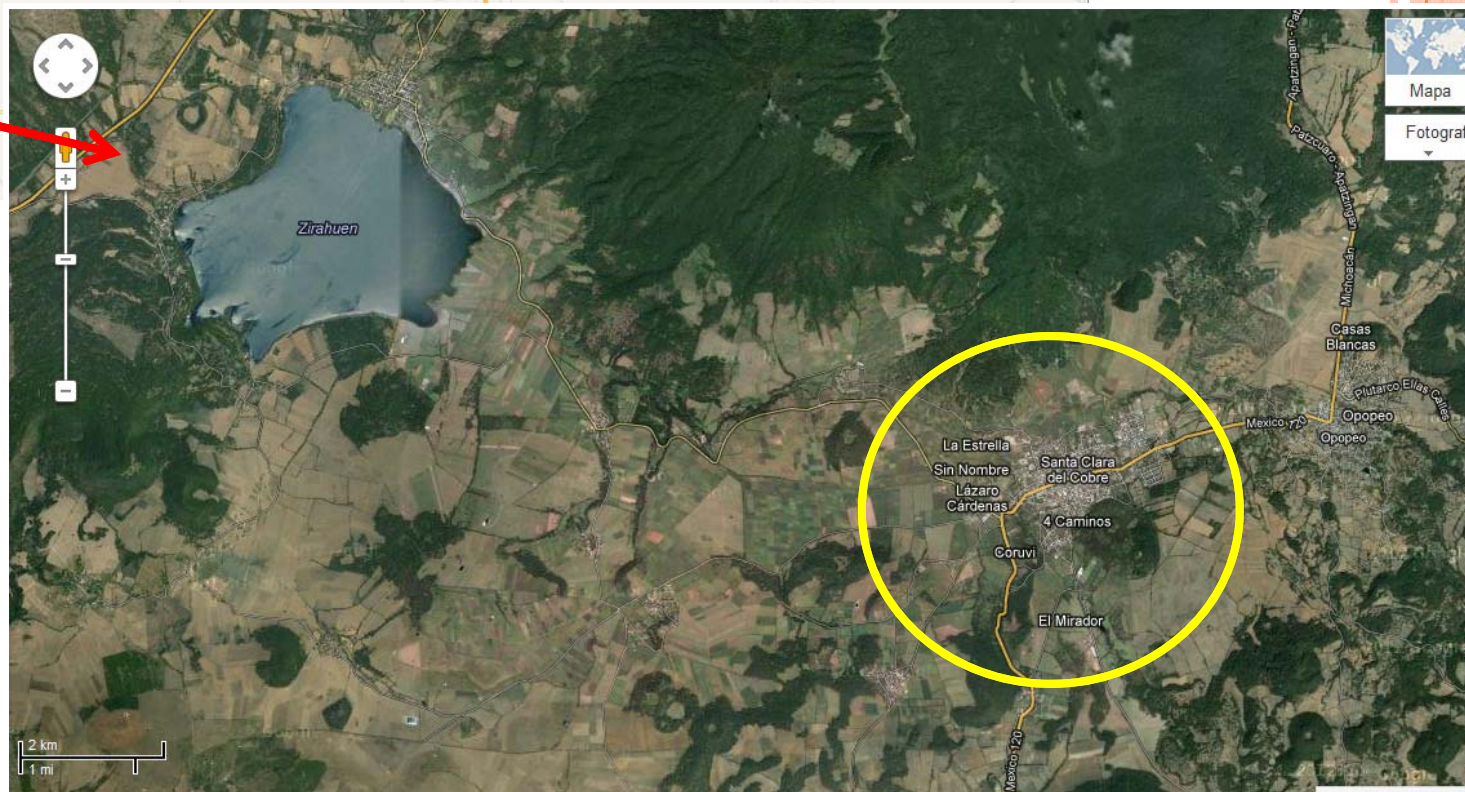
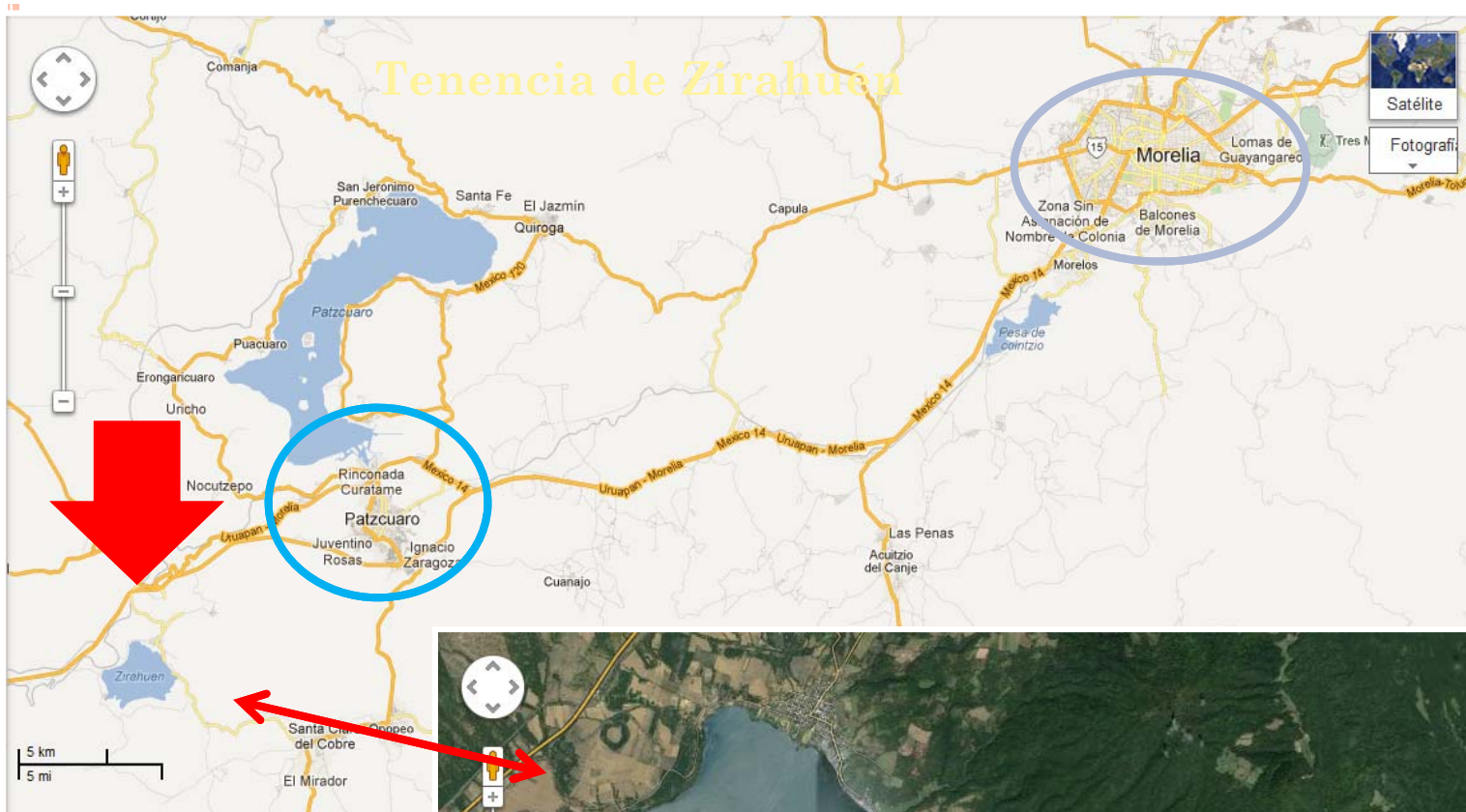
Fuente: Zurlini 2006



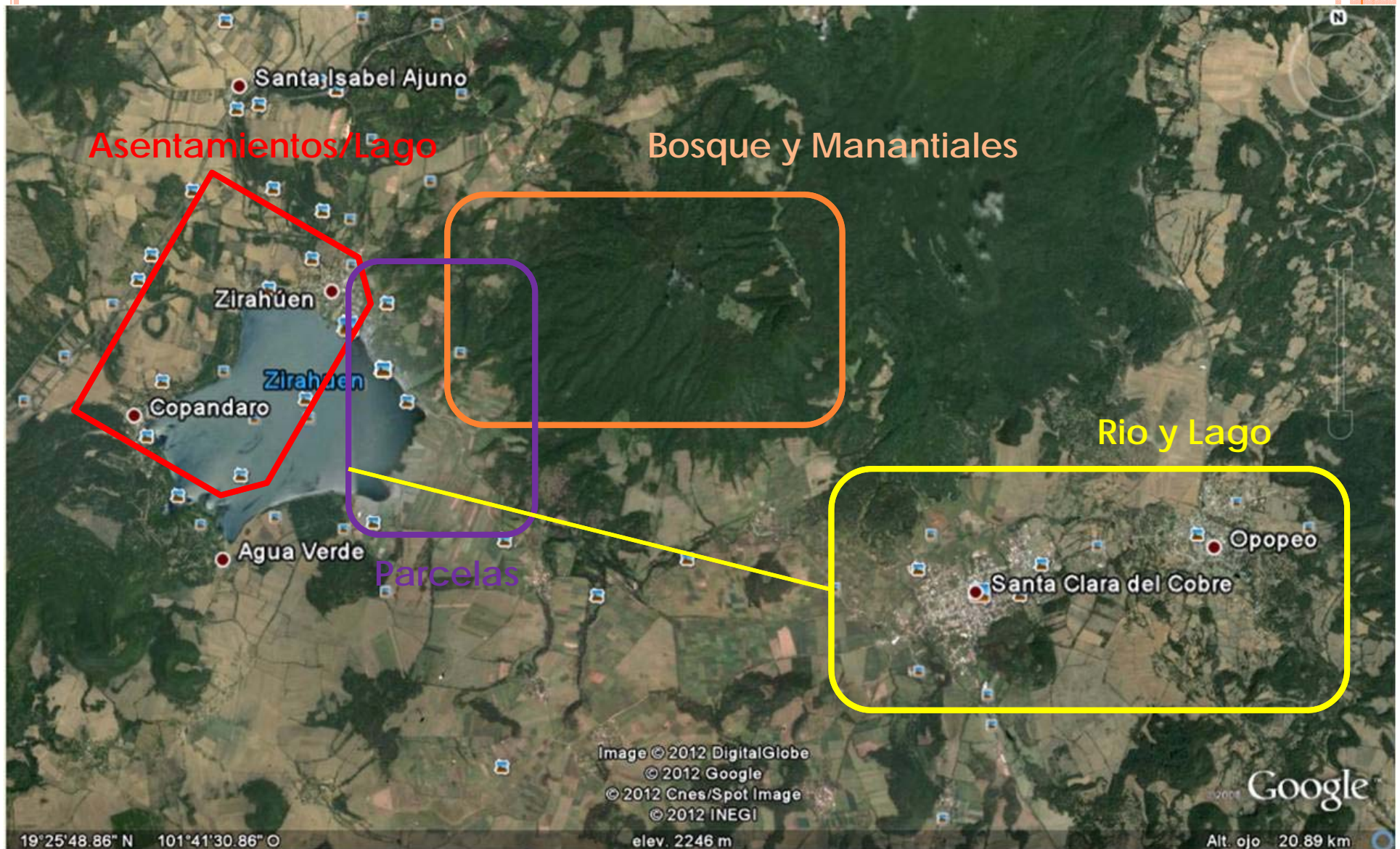
¿CÓMO LOS ESTUDIAMOS?

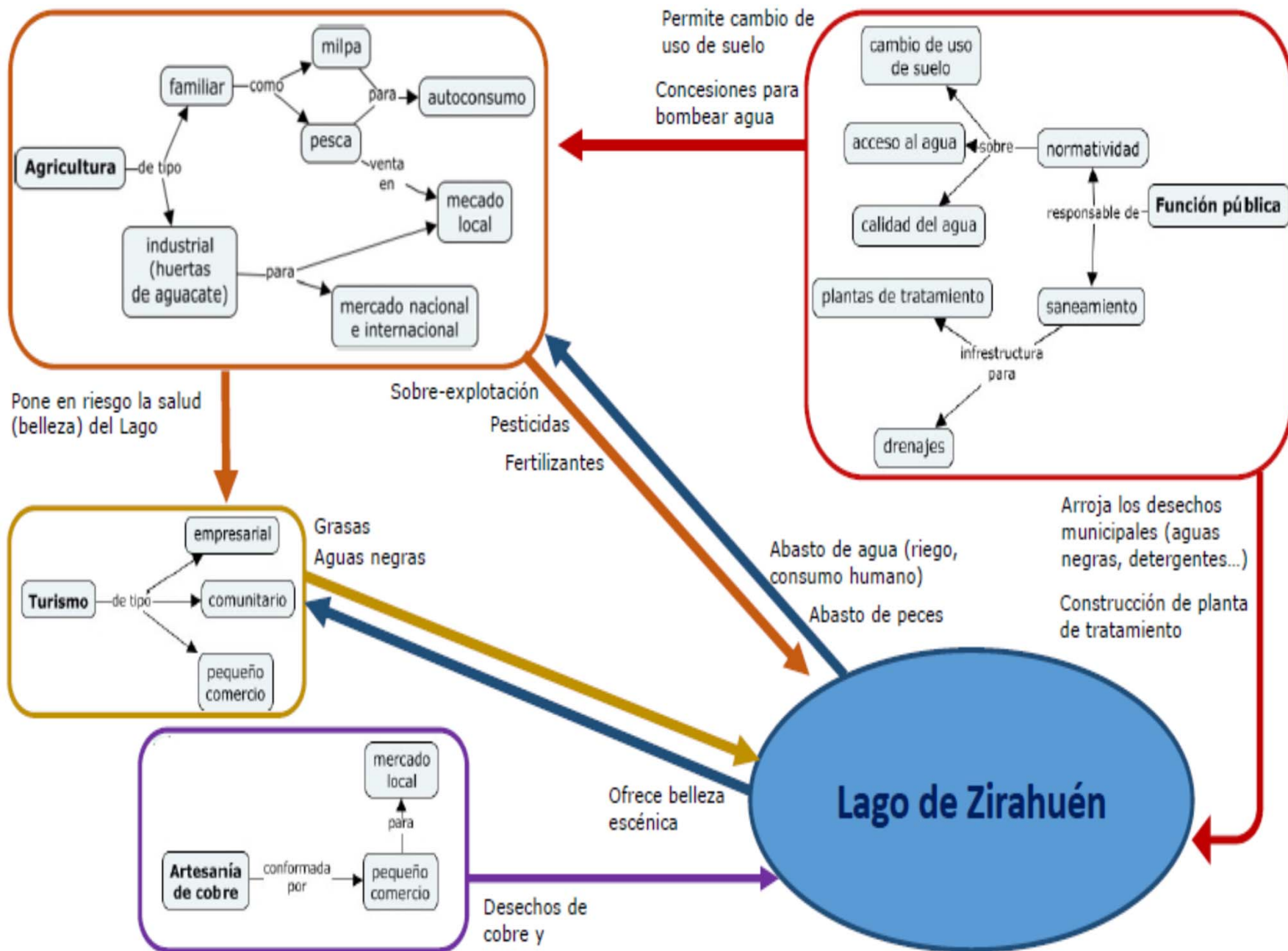
- Identificando sus componentes
- Incluir sus límites
- Definir su estructura



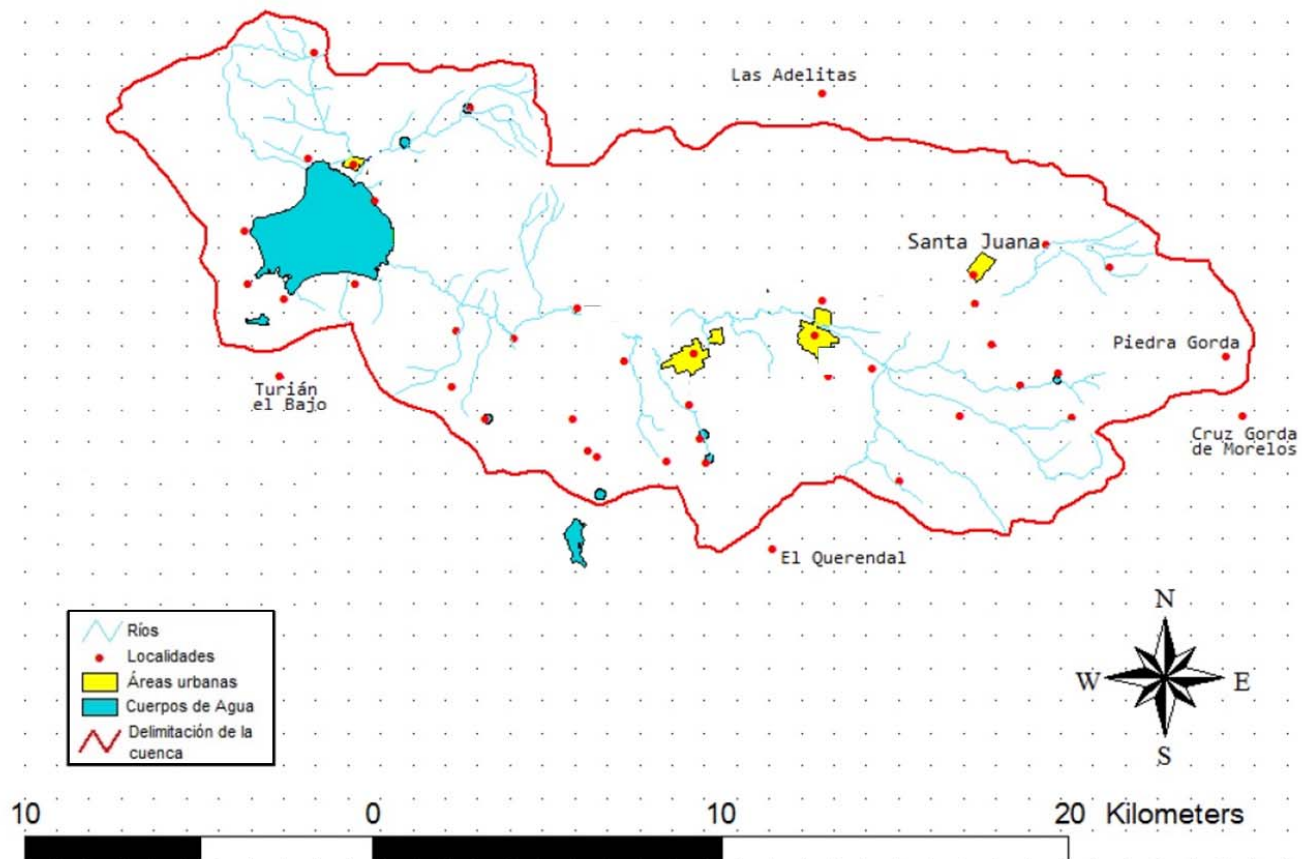


¿DÓNDE ESTÁ ZIRAHUÉN Y QUÉ HAY ALREDEDOR?





DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN ZIRAHUÉN



¿QUIÉNES SON LOS INVOLUCRADOS?

Actor social	Categoría (Institución pública, institución privada, empresa, clase trabajadora)	Principal actividad económica	Recursos naturales que requiere para realizar su actividad económica	Impacto ambiental (desechos) de su actividad económica	Jerarquización de su poder en la toma de decisiones (alto, medio o bajo).



IDENTIFICAR POSIBLES CONFLICTOS

Actores - Reciben

Actores - Proveen

Interacciones	Actor 1	Actor 2	Actor 3	Actor 4	Actor 5	Actor 6	Actor 7
Actor 1							
Actor 2							
Actor 3							
Actor 4							
Actor 5							
Actor 6							
Actor 7							

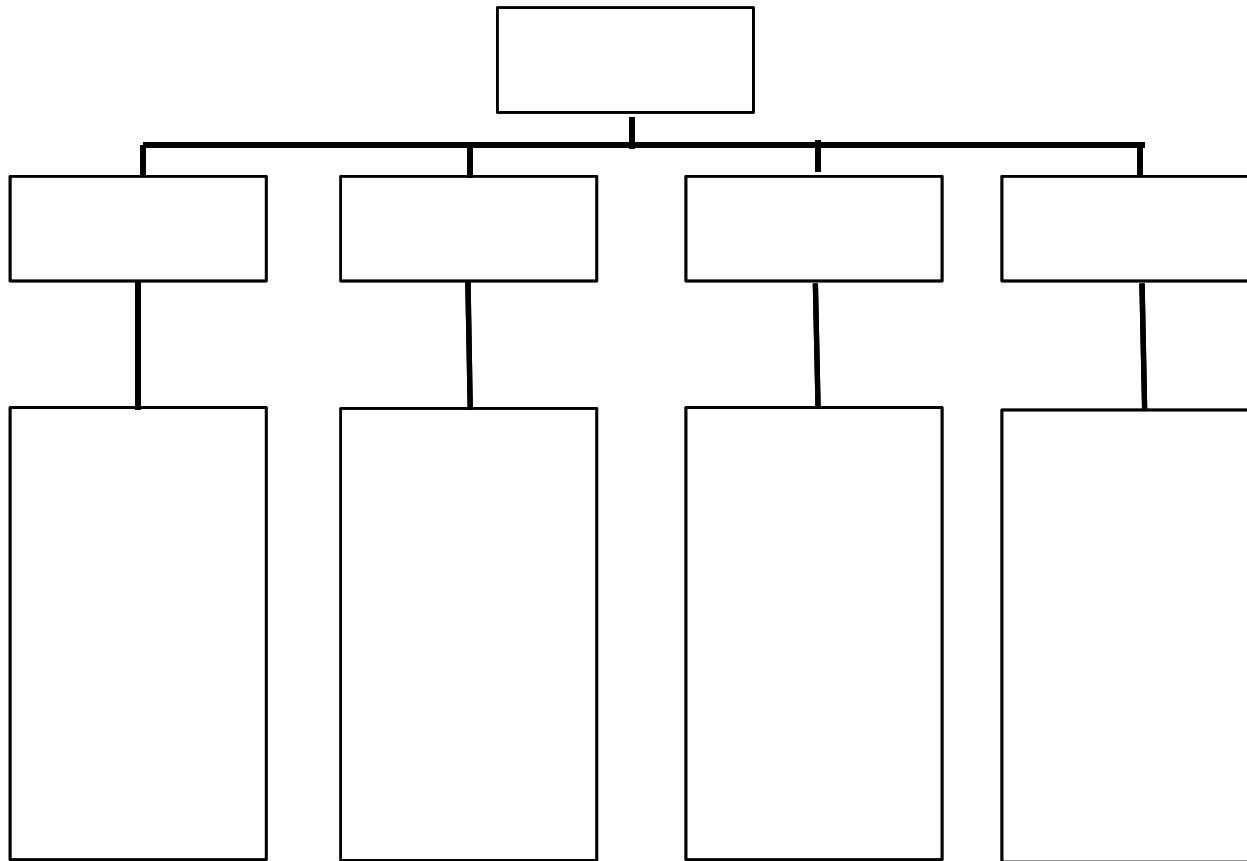


PREGUNTAS QUE QUEREMOS CONTESTAR DESDE LA PARTE QUÍMICA Y DE SALUD:

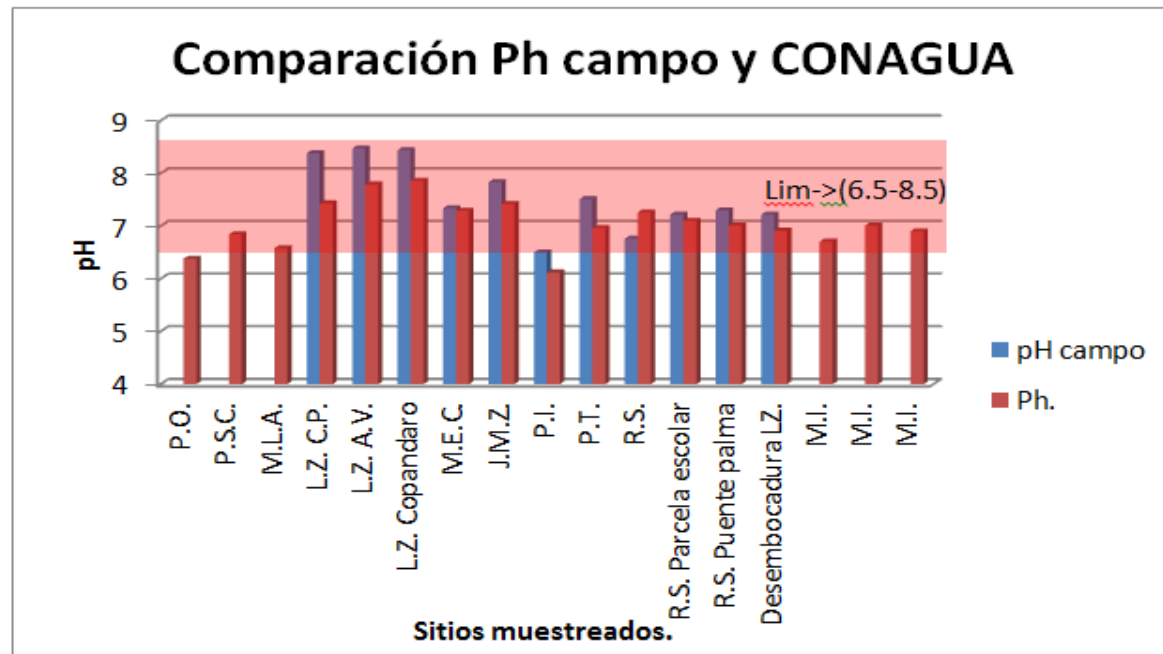
- ¿Cuáles son las fuentes de contaminación del Lago de Zirahuén?
- ¿Cómo se transportan los contaminantes y cómo fluyen entre las diferentes esferas ambientales?
- ¿Cuáles son las principales rutas de exposición a contaminantes del LZ?
- ¿Cuáles son las vías de exposición a contaminantes del LZ?



¿Y CÓMO TRABAJAMOS CON LO FISICO-QUÍMICO Y SALUD?

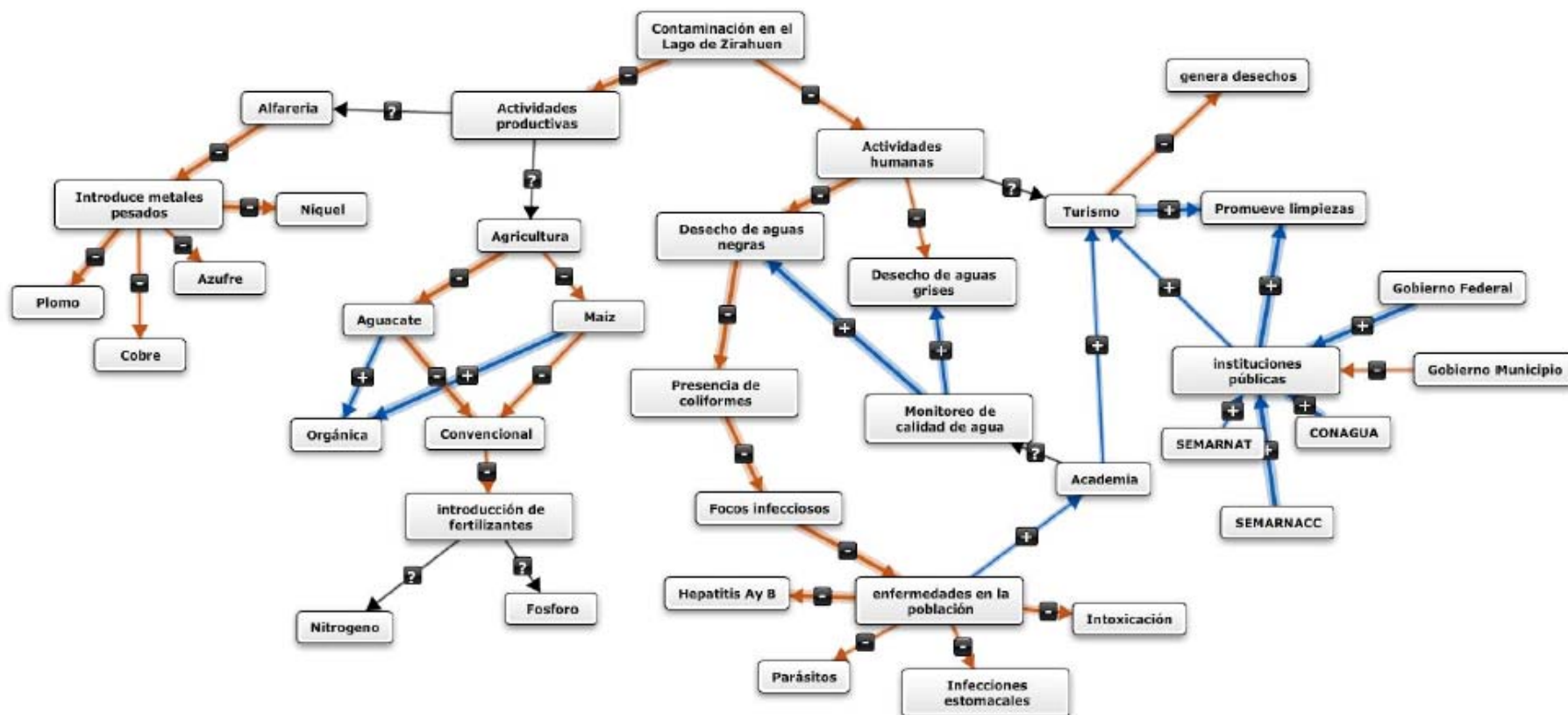


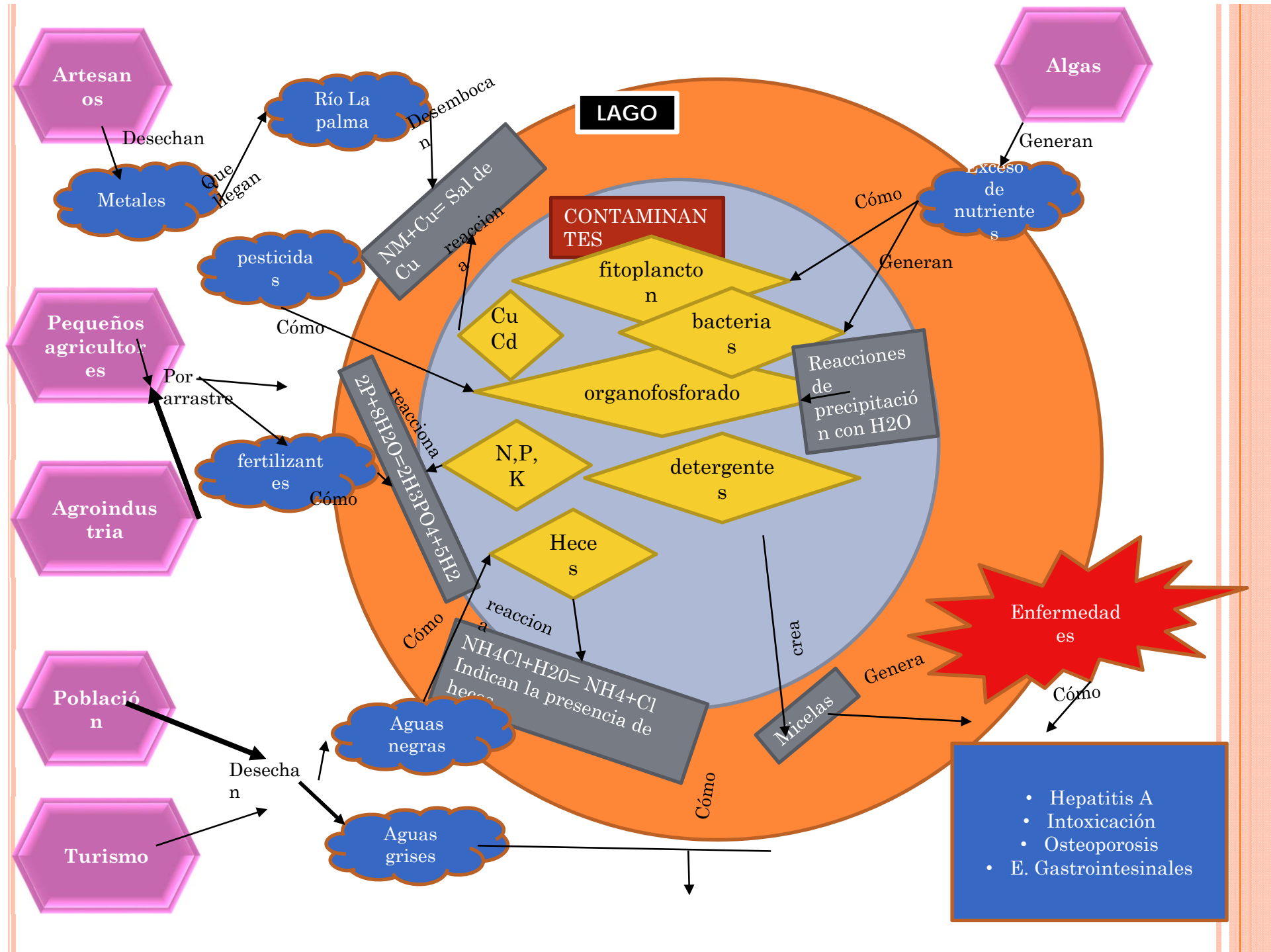
¿Y CÓMO SABEMOS QUE LO QUE MEDIMOS ES CORRECTO?



¿CÓMO INTEGRAMOS CONOCIMIENTO?

MAPA CONCEPTUAL DE PROBLEMÁTICA ZIRAHUÉN





CONCLUSIONES

- Entender un problema ambiental requiere paciencia, creatividad y mucho estudio.
- La problemática de agua del Lago de Zirahuén no está separada de las otras matrices ambientales: suelo, aire, alimentos. Están interrelacionadas.
- No hay una forma única de resolver un problema ambiental.
- El análisis de la problemática del agua en el LZ requiere equipo interdisciplinarios de trabajo.
- Analizar los problemas con un enfoque sistémico nos permite dimensionar y entender nuestros alcances cuando queremos hacer estrategias para detener el daño ambiental.



- Utilizar estudios de caso reales nos permite nombrar las problemáticas ambientales, identificar sus elementos, proponer las interacciones entre ellos y entender la estructura de un sistema complejo.



A group of women are gathered in a community room. A large "GRACIAS!" (Thank you!) is written on the wall. A diagram of interconnected blue sticky notes is pinned to the wall, and a woman in a pink shirt stands near it. Other women are seated on wooden benches around a table.



**FLORECIMIENTOS ALGALES DEL
LAGO DE ZIRAHUÉN Y SU IMPACTO
EN LA SALUD PÚBLICA DE
LOCALIDADES RURALES**

BLOOMS

La creciente eutrofización de los ambientes acuáticos ha favorecido su proliferación masiva (Roset, Aguayo, y Muñoz, 2001).



Lago Erie 2011



Lago Erie 2014

Alteraciones en la calidad del agua.

Producen potentes toxinas.

Aprox. 50% de los Blooms son tóxicos.

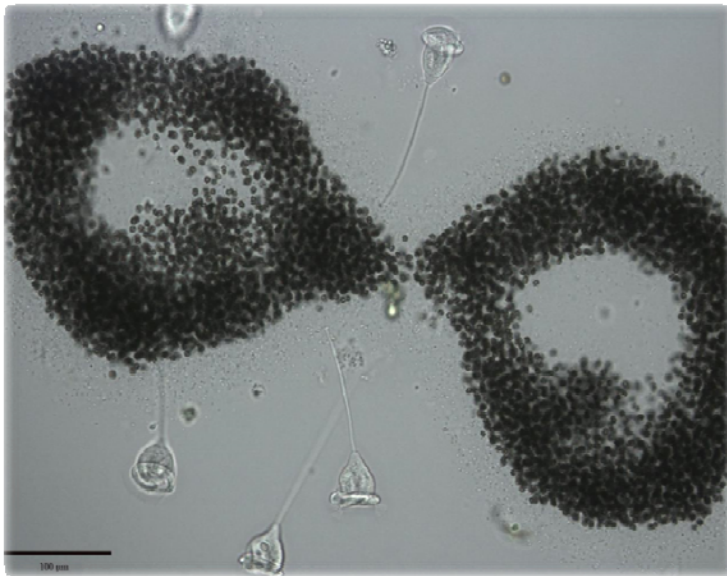
- Unas 40 especies de cianofíceas son capaces de producir toxinas de diversos tipos.
- El género que con más frecuencia aparece implicado en episodios tóxicos es *Microcystis*.

(Martín y Costas, 2004)



Montevideo 2016, Manuel Lino

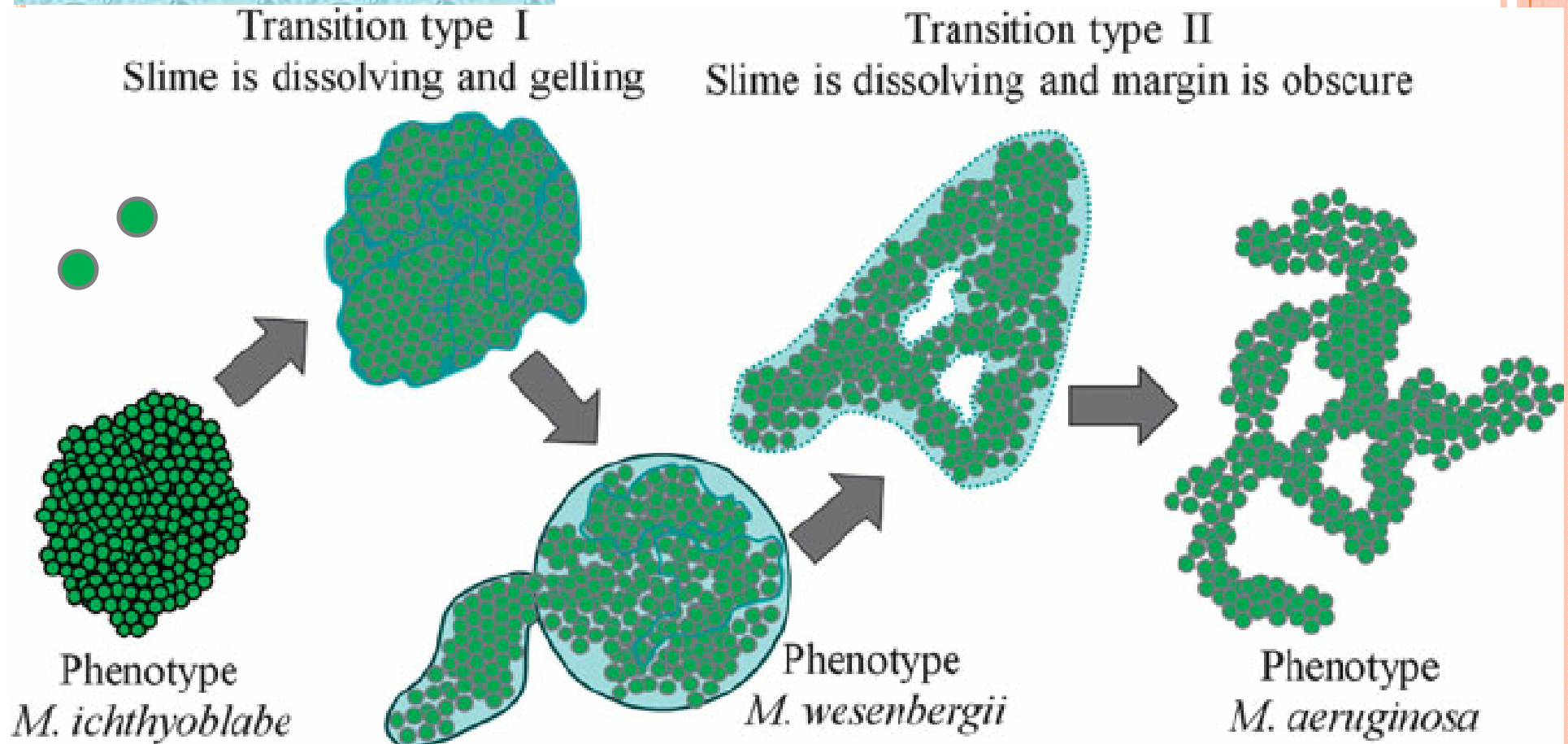
- Las especies en este género parecen producir varias toxinas peptídicas, conocidas como Microcistinas, que por lo general producen daño al hígado, así como tener actividad promotora del tumor.
- E.J. Carpenter y W.W. Carmichael. 1995. Manual On Harmful Marine Microalgae. Taxonomy of Cyanobacteria. Pp 376. UNESCO



DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO

unicelulares o coloniales

Pegadas al sustrato
Flotación libre
Colonias mucilaginosas



Esférica, discoidea,
irregular, amorfa o en red

Mucilago fino, incoloro y
homogéneo

(Guiry, M.D. y Guiry, G.M., 2012)

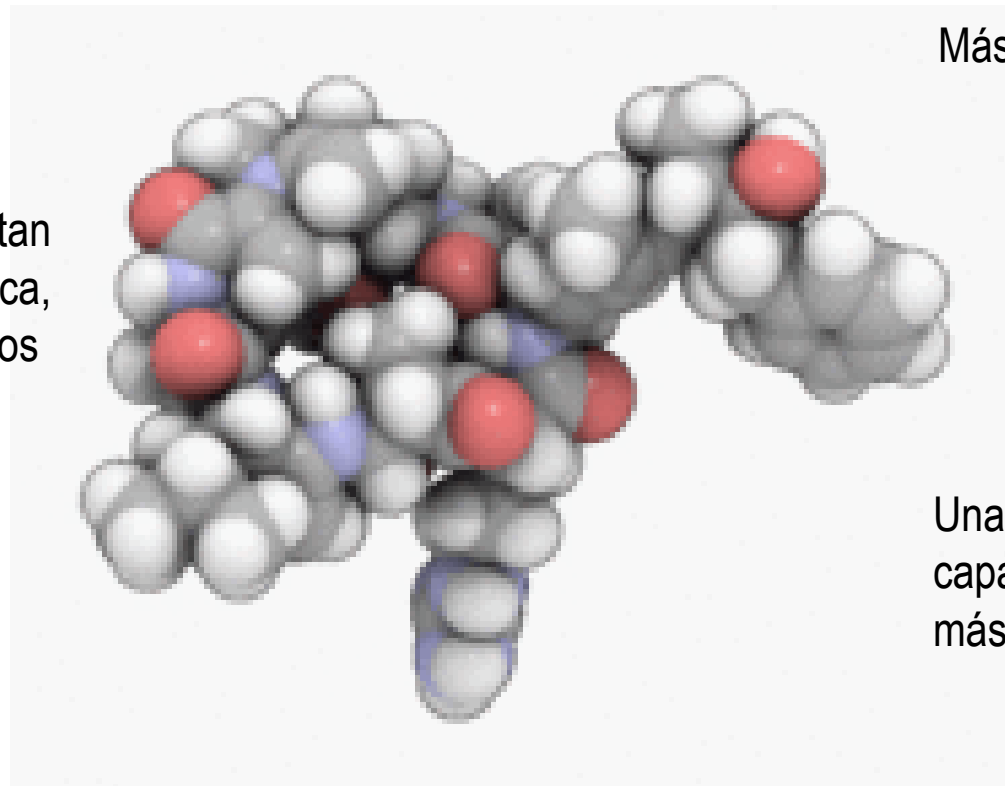
LAS MICROCISTINAS (MCs)

Toxinas
peptídicas

Estructuralmente presentan
una estructura cíclica,
formada por 7 aminoácidos

Microcystis
Anabaena
Oscillatoria
Nostoc.

(Moreno, 2003)



Más de 70 variantes

Una misma cepa es
capaz de producir
más de una variante

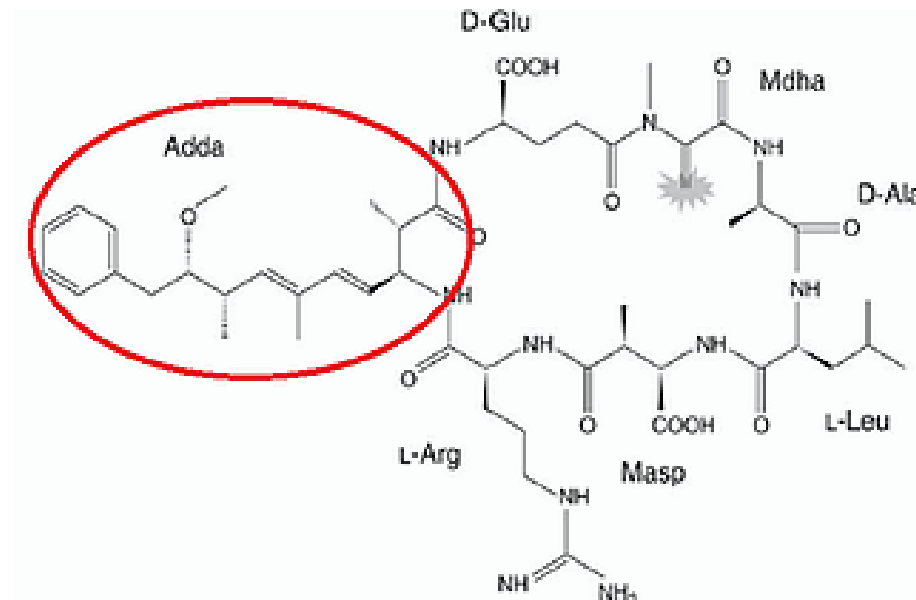
MC-LR
MC-RR
MC-YR

(Vela, Sevilla y Martín 2007)



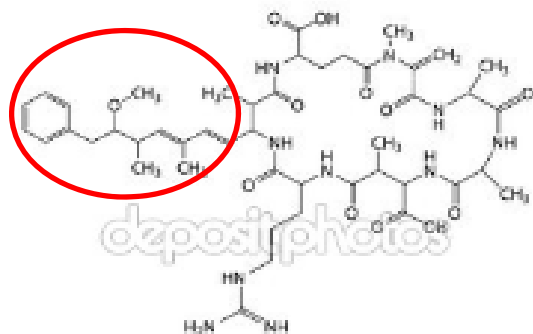
ALFA-AMINOÁCIDO ADDA

- El α -aminoácido Adda (3-amino-9-metoxi-10-fenil-2,6,8-trimetil-deca-4,6-ácido dienoico). Se considera el principal responsable de la toxicidad de estos péptidos. (Vela, Sevilla y Martín 2007)

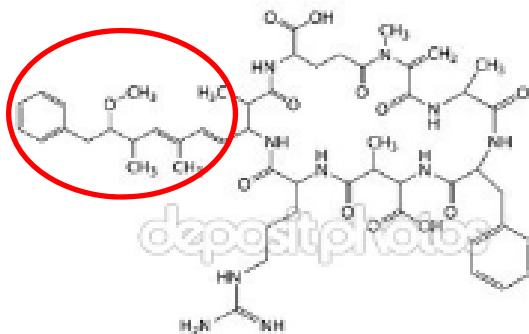


Aminoácidos presentes na molécula de MC-LR

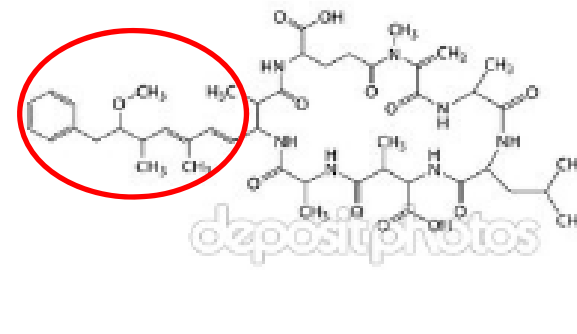
Chemical structures of main microcystins



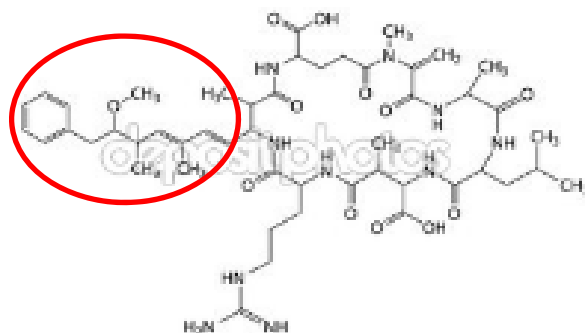
Microcystin - AR



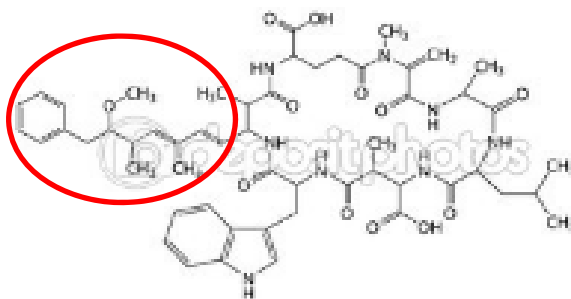
Microcystin - FR



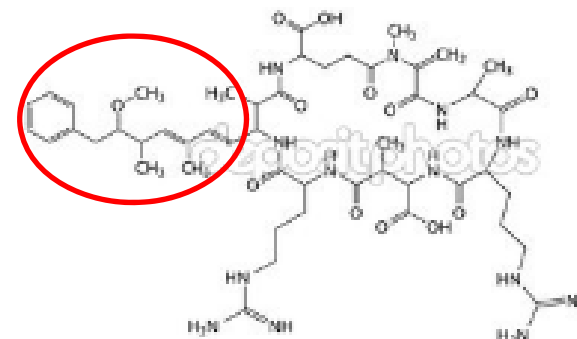
Microcystin - LA



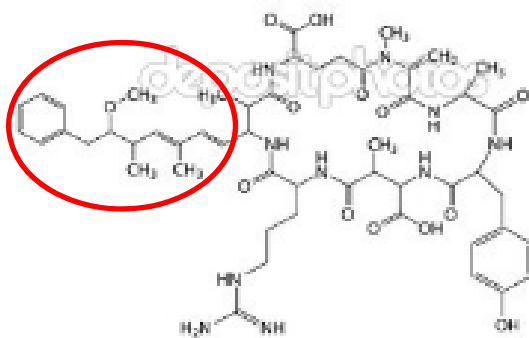
Microcystin - LR



Microcystin - LW

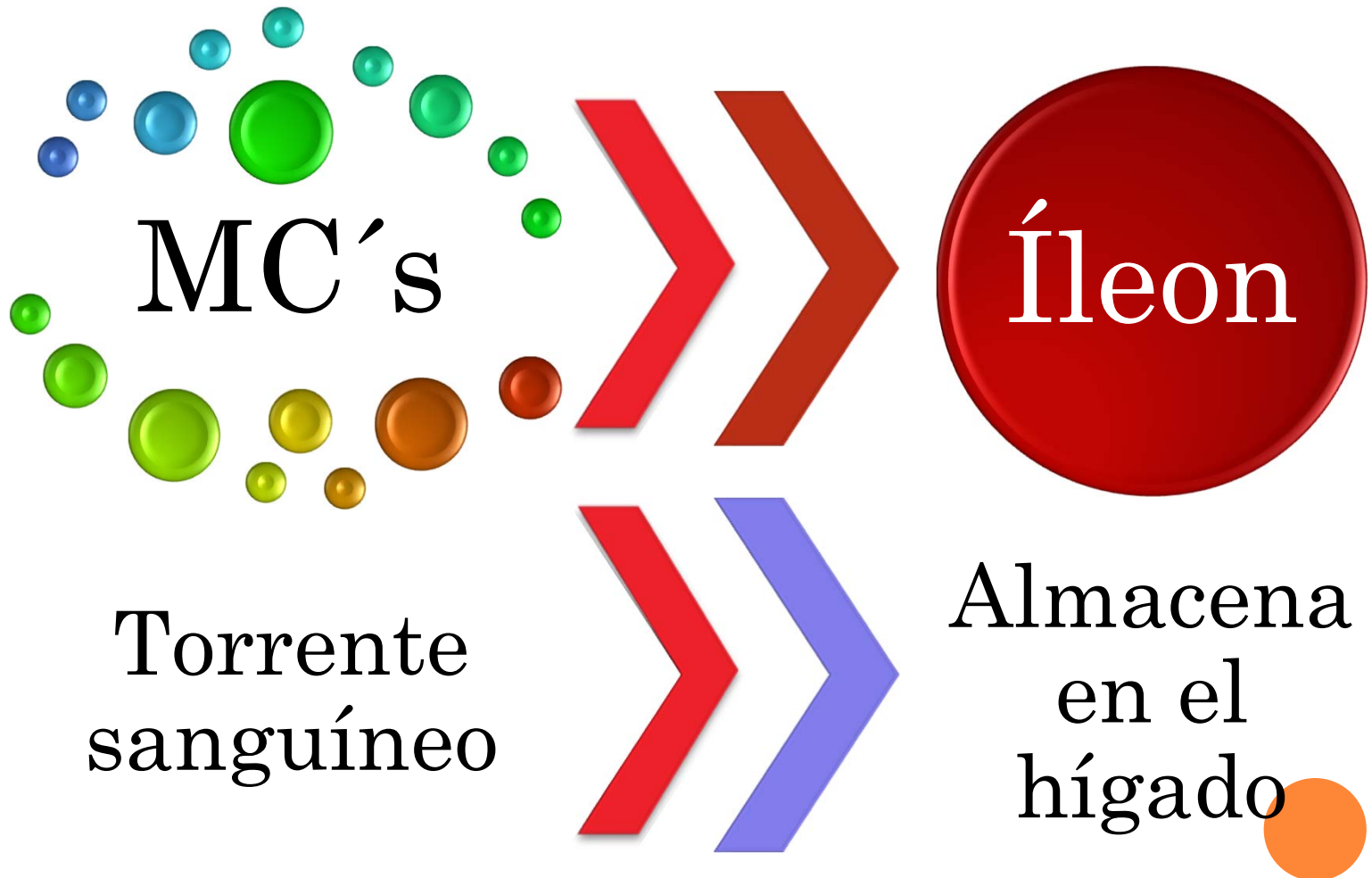


Microcystin - RR



Microcystin - YR

MECANISMO DE ACCIÓN



RIESGO PARA LA SALUD

- El principal riesgo tóxico deriva de su actividad promotora tumoral y su capacidad genotóxica.
- Los estudios epidemiológicos sugieren una mayor incidencia de cáncer de hígado en zonas cuya población está expuesta de forma prolongada a MCs, por consumo de agua contaminada.



- En el lago de Zirahuén se tiene registro de la presencia del género *Microcystis* desde el año de 1994.
- Recientemente, en el lago se han documentado floraciones del género *Microcystis* con efectos adversos sobre la estructura de la comunidad del fitoplancton y en la calidad del agua.

(Pineda- Reyes *et al.*, 2015).

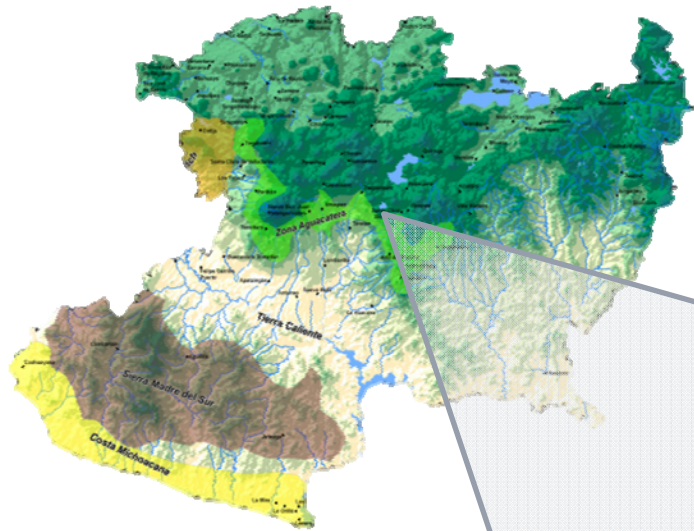


OBJETIVO

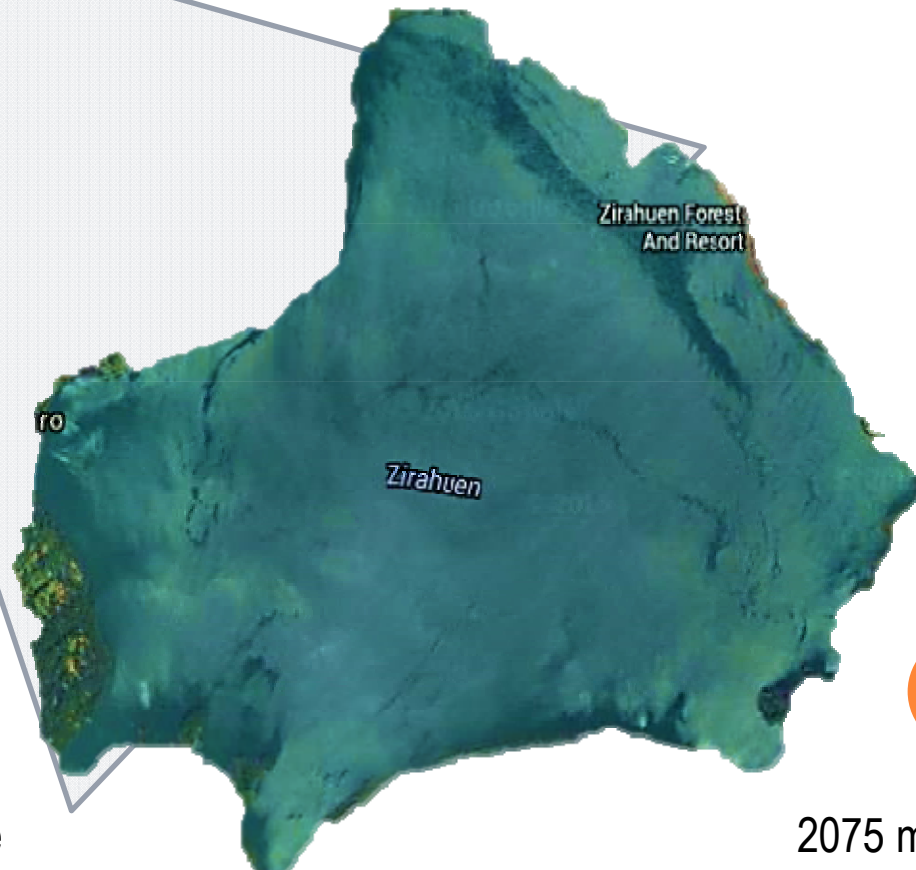
- Monitorear la distribución espacial del género *Microcystis* en un ciclo trianual y determinar su relación con la incidencia de enfermedades hepáticas, gastro-entéricas, respiratorias, dérmicas y localizadas, atribuidas al contacto directo o el consumo accidental del agua contenida en el vaso lacustre.



ÁREA DE ESTUDIO



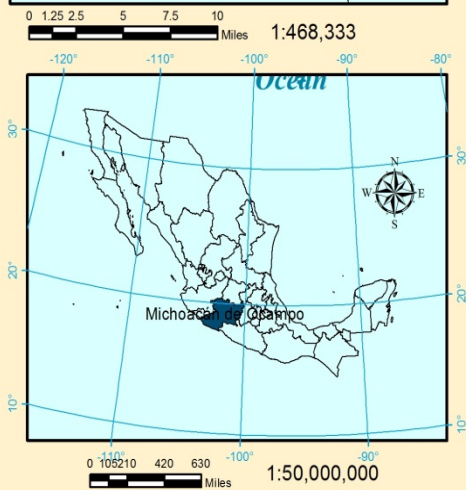
Región hidrológica núm. 18.
Río Balsas



19° 21' 14" y 19° 29' 32" de latitud norte
101° 30' 33" y 101° 46' 15" de longitud oeste

2075 msnm

LAGO DE ZIRAHUÉN, MÉXICO



HIDROGRAFÍA DEL LAGO DE ZIRAHUÉN (SISTEMAS LÓTICOS PERENNES)

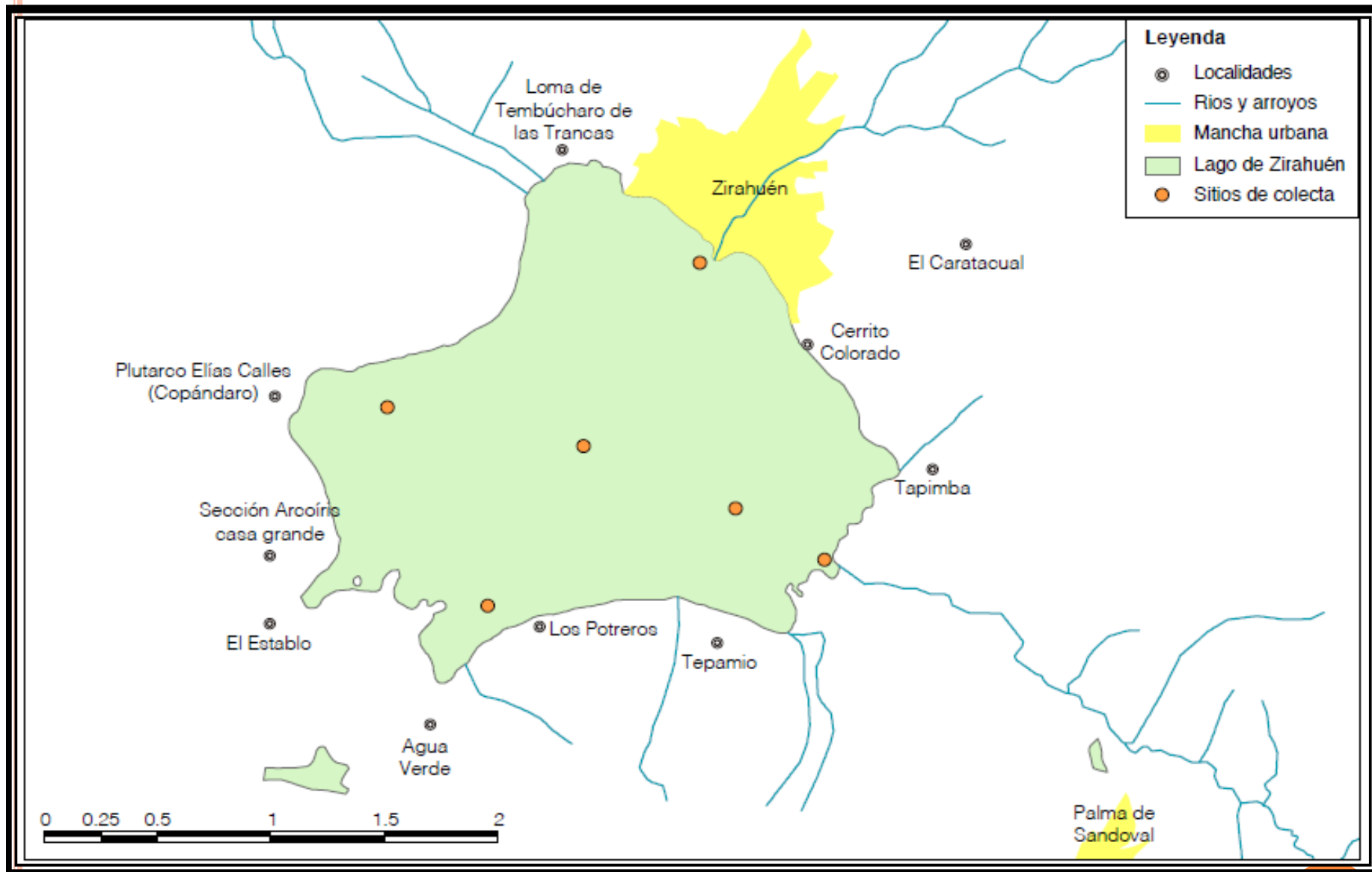


- Legend**
- CENTROS URBANOS
 - MANANTIALES
 - RIOS
 - CUERPO DE AGUA

LAGO DE ZIRAHUÉN, MICHOACÁN, MÉXICO

FUENTES DE INFORMACIÓN
INSTITUTO NACIONAL
DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA
(INEGI)





SITIOS DE COLECTA



Zona Centro



Copandaro



Rincón de Agua Verde



Río La Palma



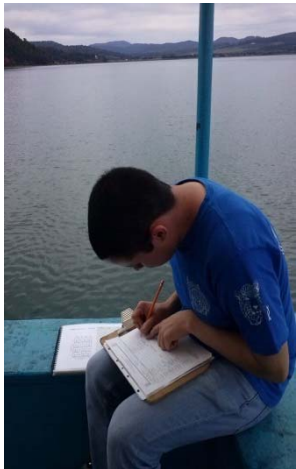
La Palma



Embarcadero



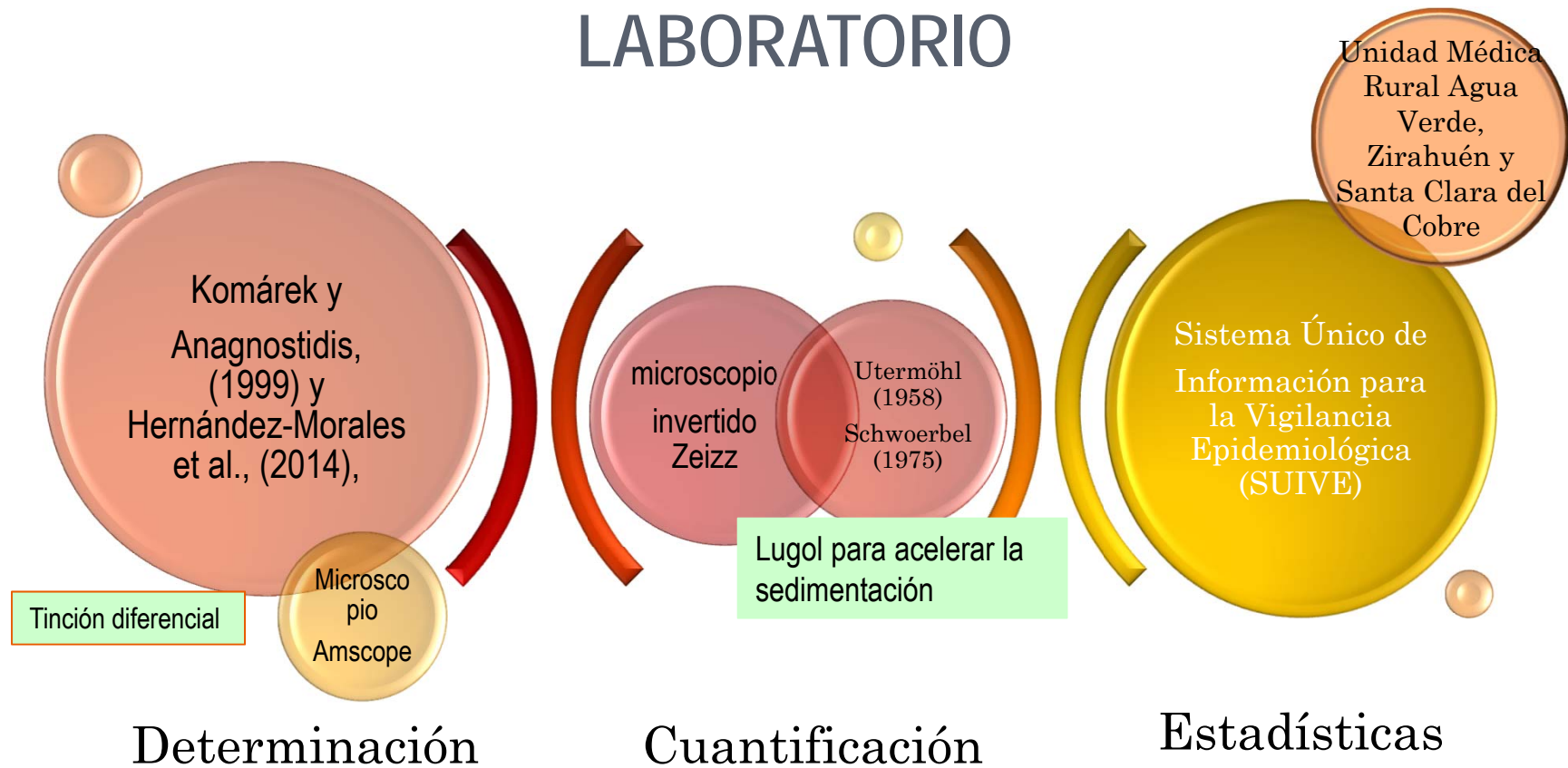
Metodología de campo



Se colectaron muestras de agua en seis sitios, representantes de las características limnológicas del lago. En estos se obtuvieron muestras de superficie, la base de la zona trofógena y el fondo; registrando 10 parámetros fisicoquímicos.



LABORATORIO



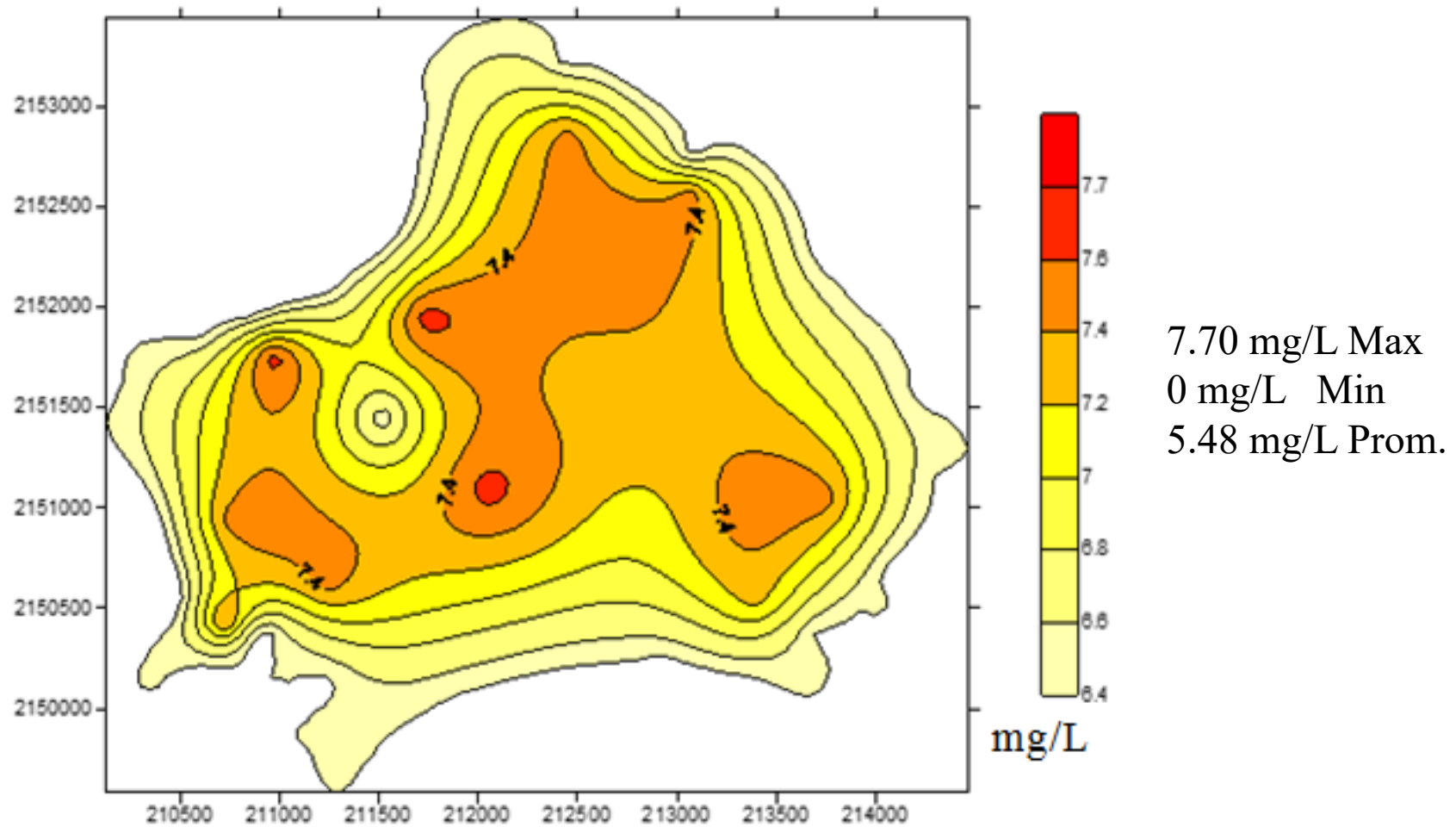
METODOLOGIA DE LABORATORIO

18 parámetros fisicoquímicos
* 2 parámetros biológicos

Parámetro	Método
Alcalinidad total (mg/L)	Volumétrico
Alcalinidad a la Fenolftaleína (mg/L)	Volumétrico
Cloruros (mg/L)	Volumétrico
Dureza total (mg/L)	Volumétrico
Dureza de calcio (mg/L)	Volumétrico
Dureza de magnesio (mg/L)	Cálculo indirecto
Fósforo reactivo (mg/L) ó (µg/L)	Espectrofotométrico (880 nm)
Fósforo total (mg/L) ó (µg/L)	Espectrofotométrico (880 nm)
Fósforo orgánico (mg/L) ó (µg/L)	Cálculo indirecto
Nitratos (mg/L) ó (µg/L)	Espectrofotométrico (220 y 275 nm)
Nitritos (mg/L) ó (µg/L)	Espectrofotométrico (543 nm)
Sulfatos (mg/L) ó (µg/L)	Espectrofotométrico (420 nm)
Sólidos suspendidos (mg/L)	Gravimétrico
Sólidos totales (mg/L)	Gravimétrico
Sólidos disueltos totales (mg/L)	Conductivimétrico
Sólidos volátiles (mg/L)	Ignición
Nitrógeno (mg/L)	Kjeldahl
Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅ (mg/L)	Volumétrico por dilución e incubación



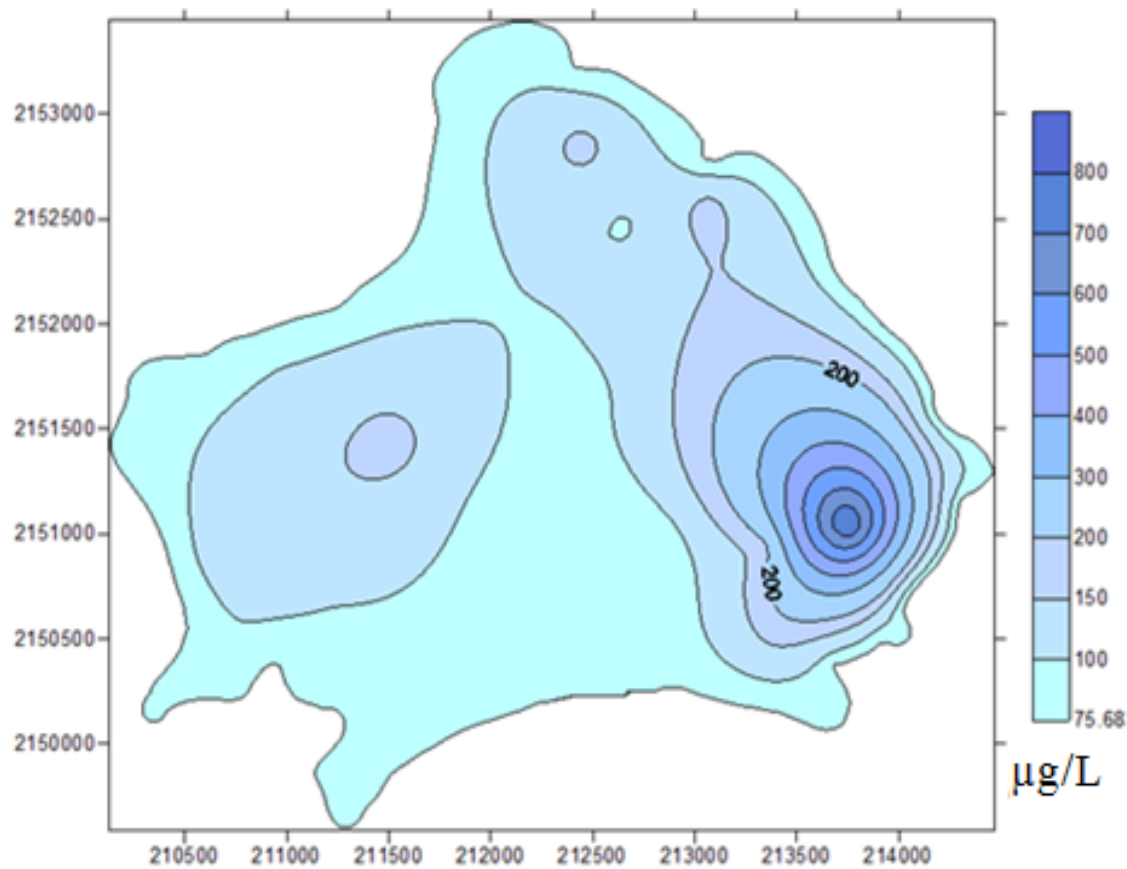
OXÍGENO DISUELTO



(+): actividad fotosintética
(-): gasto de oxígeno por
la oxidación de la M.O.



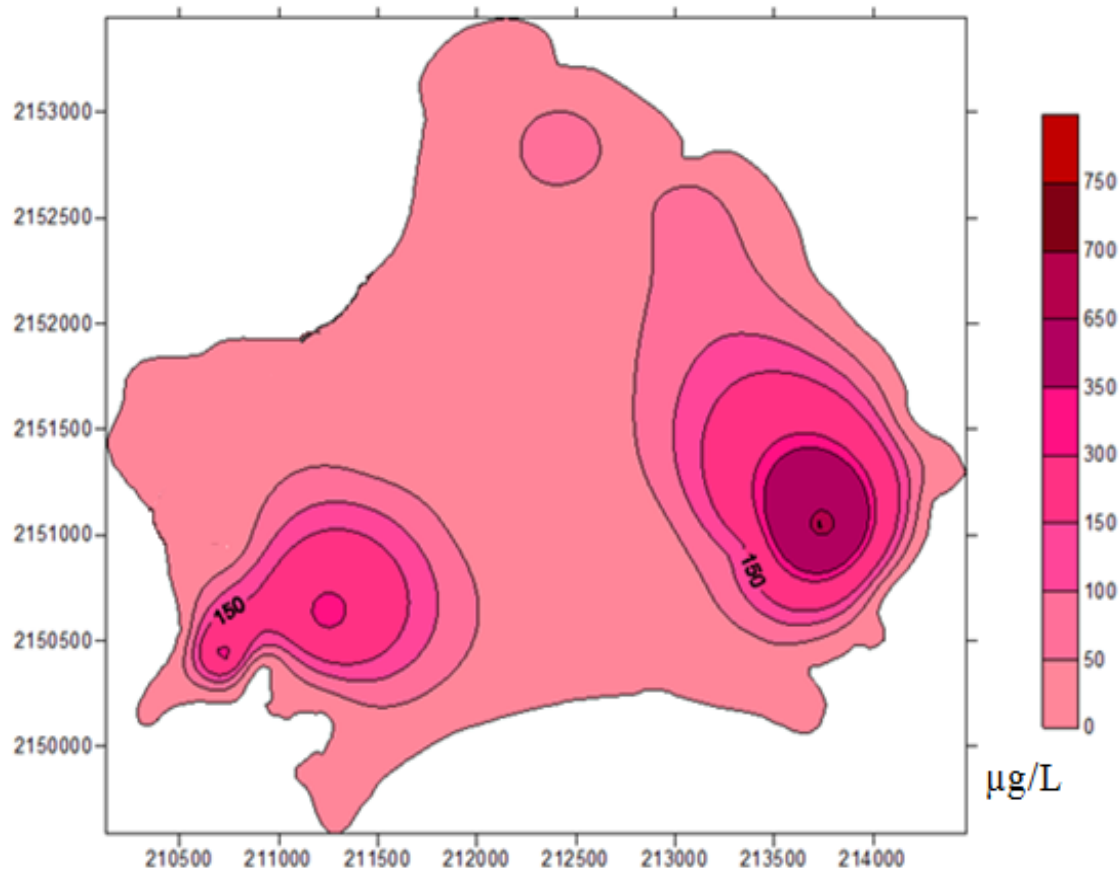
FÓSFORO TOTAL



0.82 mg/L Max
0.05 mg/L Min
0.80 mg/L Prom.

(+): atribuido a los
ortofosfatos, procesos de
oxidación y reducción
del mat. Org. ($-O_2$).
(-): flora y fauna captan
al fósforo.

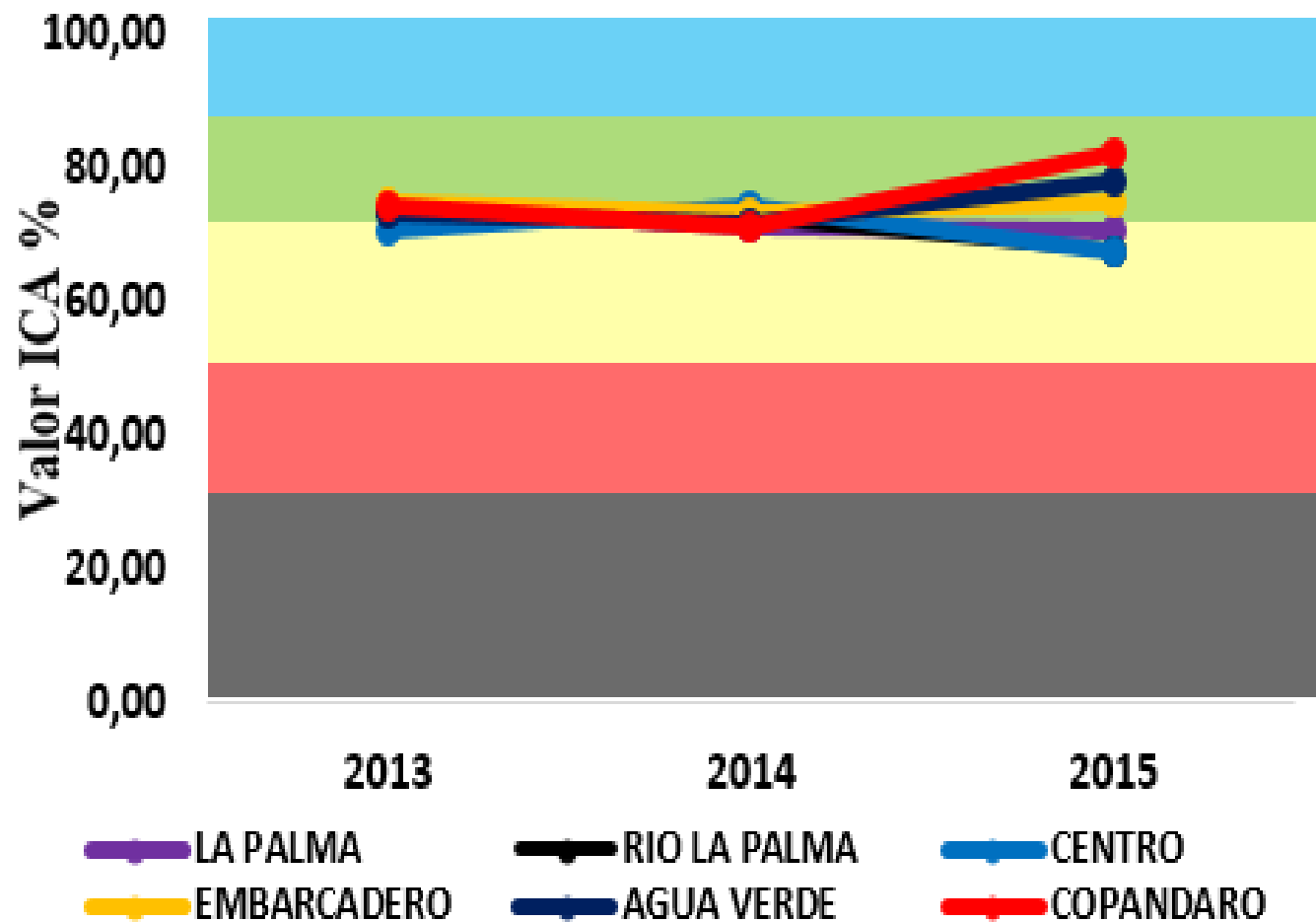
NITRATOS



1.86 mg/L Max
0.07 mg/L Min
0.17 mg/L Prom.

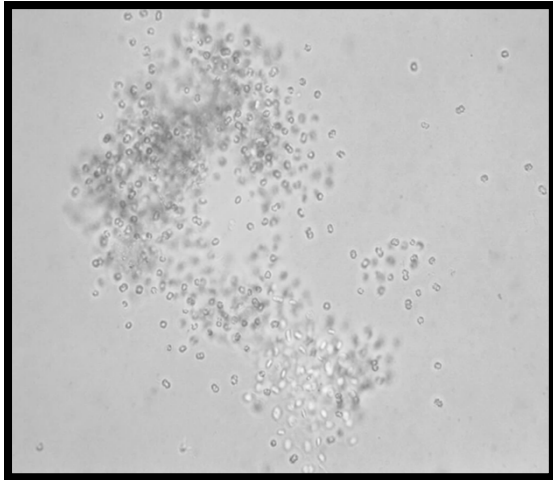
(+): época de lluvias
(gotas de agua se
contaminan con óxidos
de azufre y nitrógeno).
(-): consumo del ión
nitrato por los
productores primarios.

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

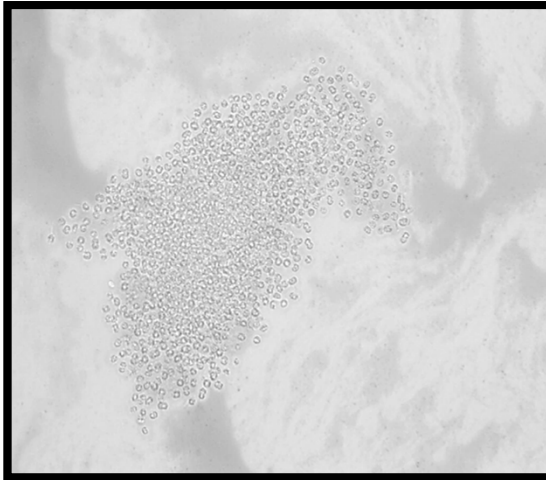


* Evidencia de que el lago presenta indicios de contaminación, asociado al vertimiento de aguas residuales y material fecal proveniente de los peces.





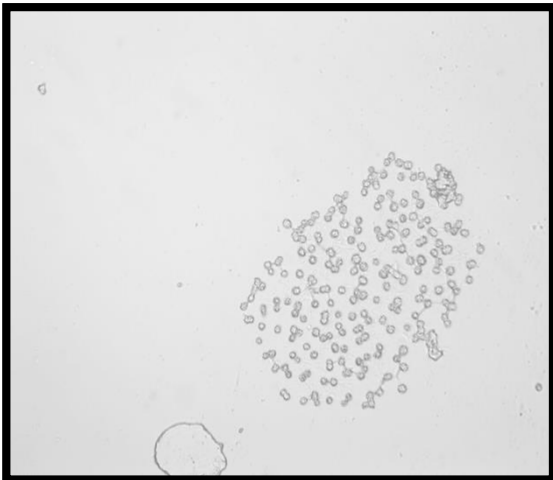
M. aeruginosa



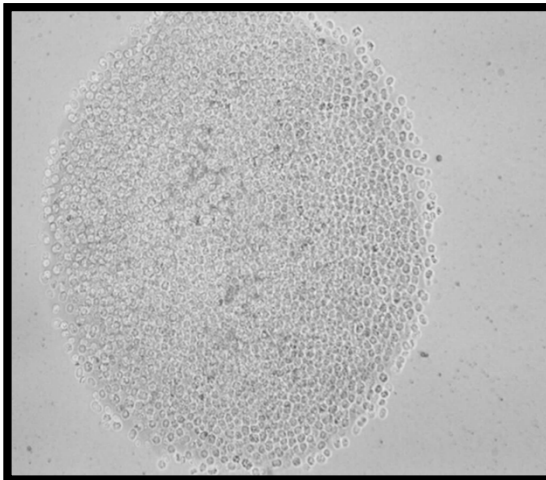
M. flos-aquae



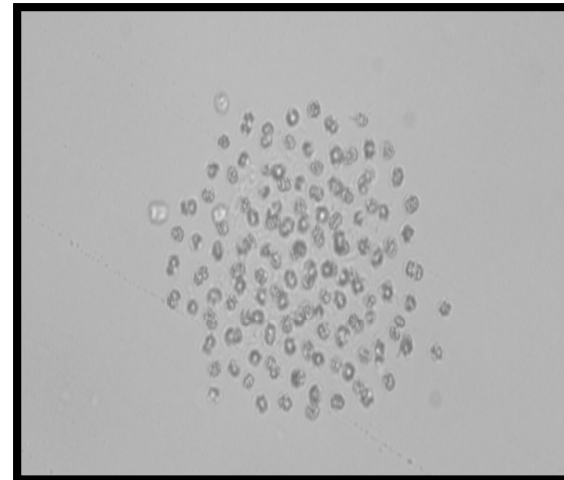
M. ichthyoblabe



M. natans



M. firma



M. smithii

DIAGNOSIS TOXICOLÓGICA DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *MICROCYSTIS*, DETERMINADAS EN EL LAGO DE ZIRAHUÉN.

Especie	Toxina	
Microcystis aeruginosa(Kützing) Kützing 1846	MC-LR, MC-YR ,MC-RR, MC-FR, MC-WR, y MC-LA	Oteiza et al, 2007 De Leon y Yunes, 2001 Martin et al ,2004 Dias et al,2009
Microcystis flos-aquae (Wittrock) Kirchner 1898	MC-YR	Messineo et al, 2006
Microcystis smithii Komárek et Anagnostidis 1995	MC-RR	Liu et al, 2011
Microcystis ichthyoblabe Kützing 1843	MC-LR	Carvajal, G., 2011 (tesis de maestría)
Microcystis firma (Kützing) Schmidle 1902	No se han reportado	
Microcystis natans Lemmermann ex Skuja 1934	No se han reportado	

CONCENTRACIÓN CELULAR DE *MICROCYSTIS*

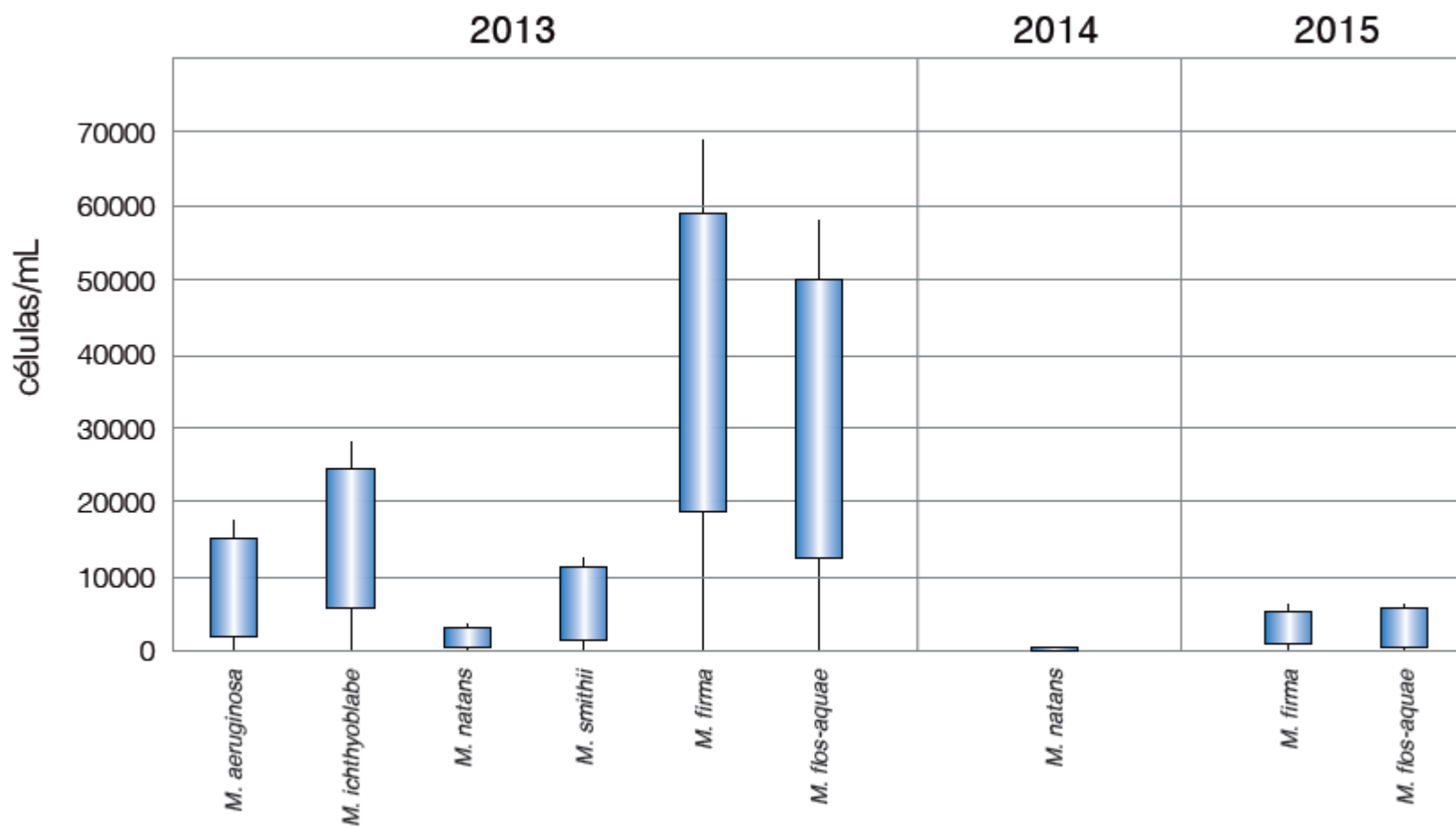
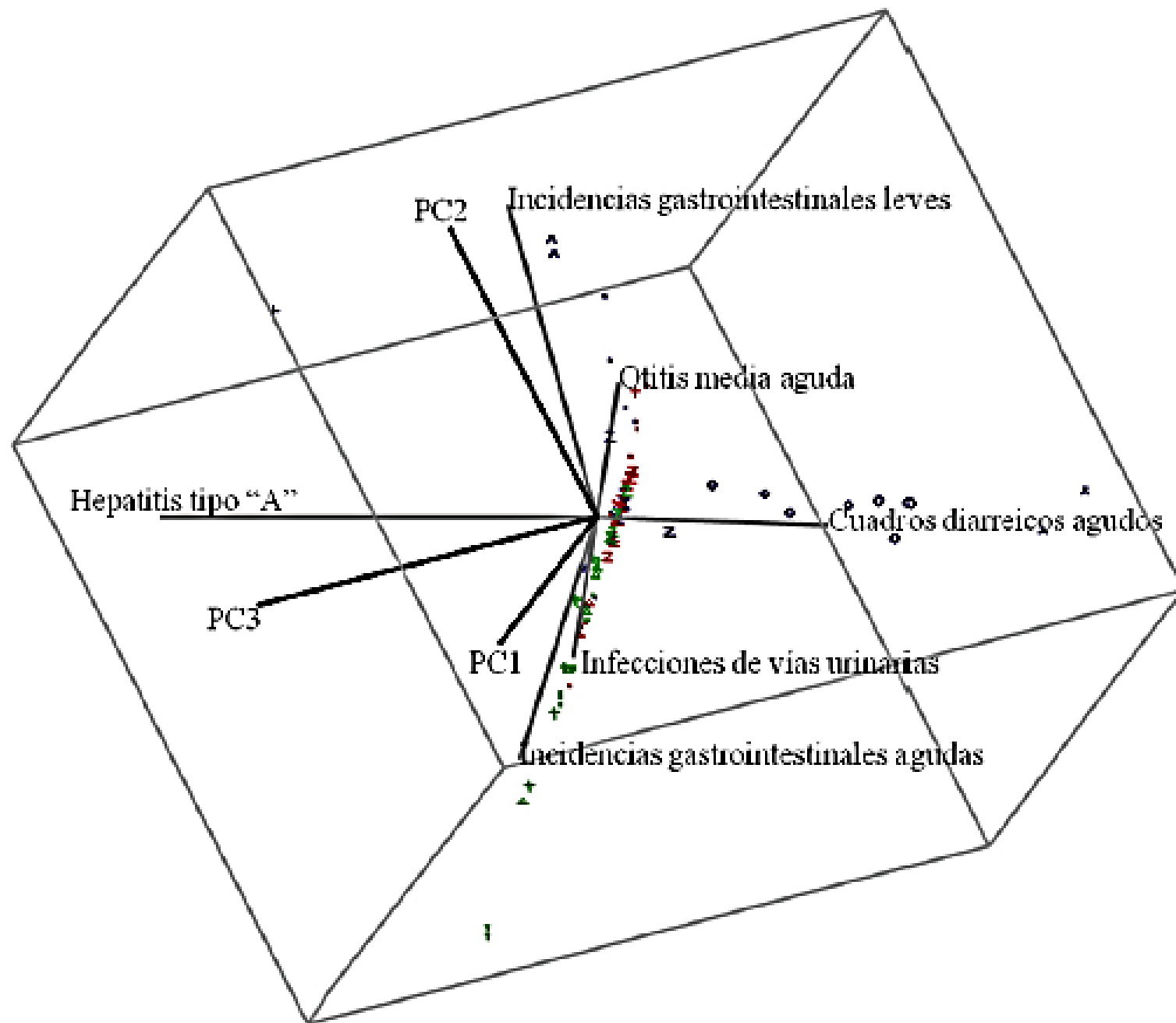
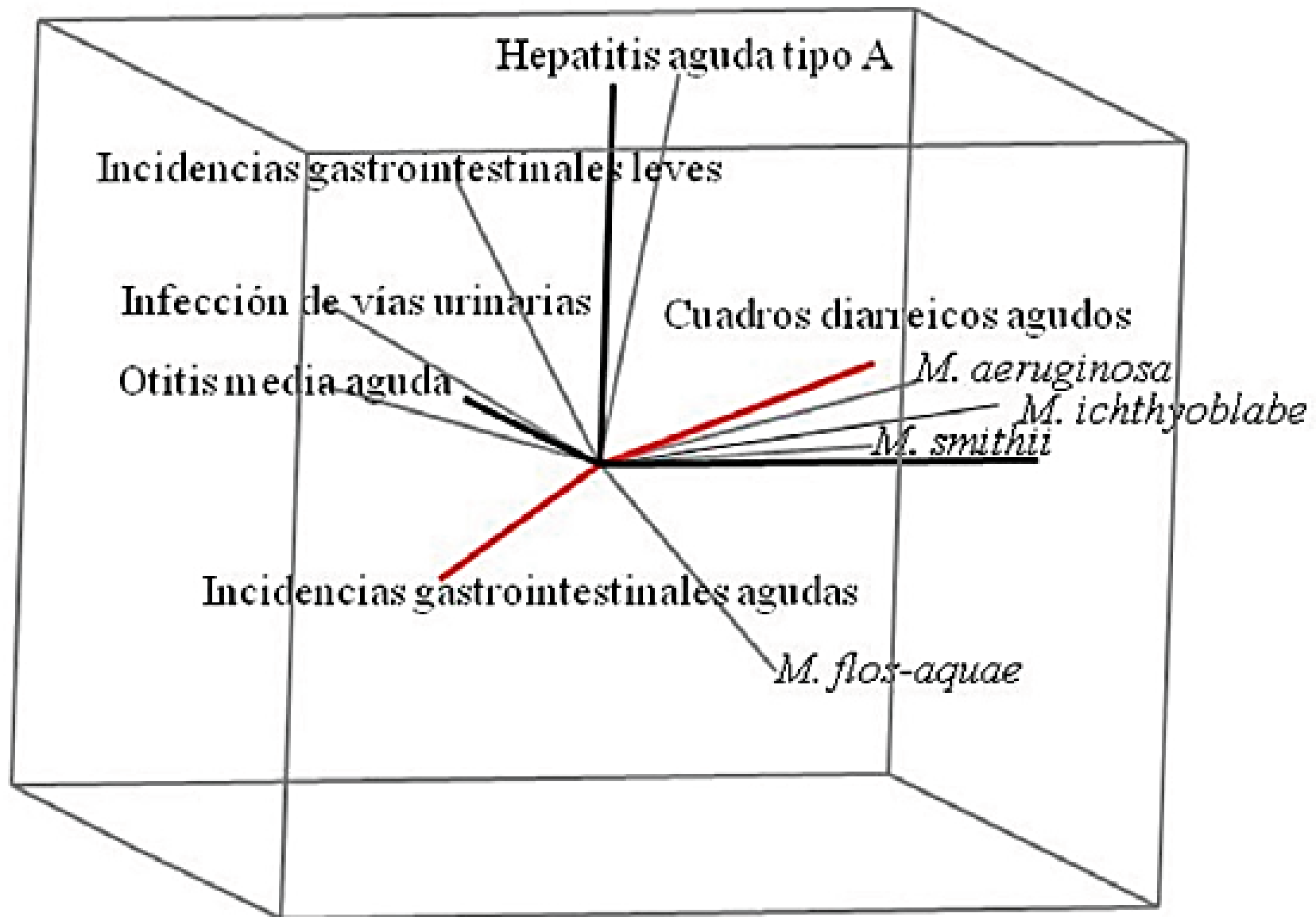


Figura 2. Concentración celular del género *Microcystis* en un ciclo trianual.



ANÁLISIS FACTORIAL.



CONCLUSIÓN

- En el lago de Zirahuén se encontraron seis especies pertenecientes al género *Microcystis* de las cuales *M. aeruginosa* (Kützinger) Kützinger, *M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner, *M. smithii* Komárek et Anagnostidis y *M. ichthyoblabe* Kützinger, son potencialmente tóxicas.
- Se establece que la incidencia de hepatitis aguda tipo “A” en el área de estudio no presenta una relación significativa con el biovolumen del género *Microcystis*.
- *M. aeruginosa*, *M. ichthyoblabe* y *M. smithii* mantienen una correlación significativa con la incidencia de diarreas agudas, así como *M. flos-aquae* presenta una relación significativa con el registro de padecimientos gastrointestinales.



SECTORES ESTRATÉGICOS



MANEJO DE CUENCA

CAMBIO DE USO DEL SUELO

POR:

1. CULTIVOS
2. CRECIMIENTO URBANO
3. VIAS DE COMUNICACIÓN

CAUSA:
CONTAMINACIÓN
EROSIÓN
ASOLVE

ACCIÓN:
Revisión y
Actualización
del OET

ACCIÓN:
Programa de
Reforestación

ACCIÓN:
Delimitación
de unidades de
manejo

ACCIÓN:
Programa de
prevención y
control de
incendios

ACCIÓN:
Carta de Riesgo
de Erosión

ACCIÓN:
Evaluar la
capacidad de
infiltración

ACCIÓN:
Proyecto:
Control de
deslave y erosión



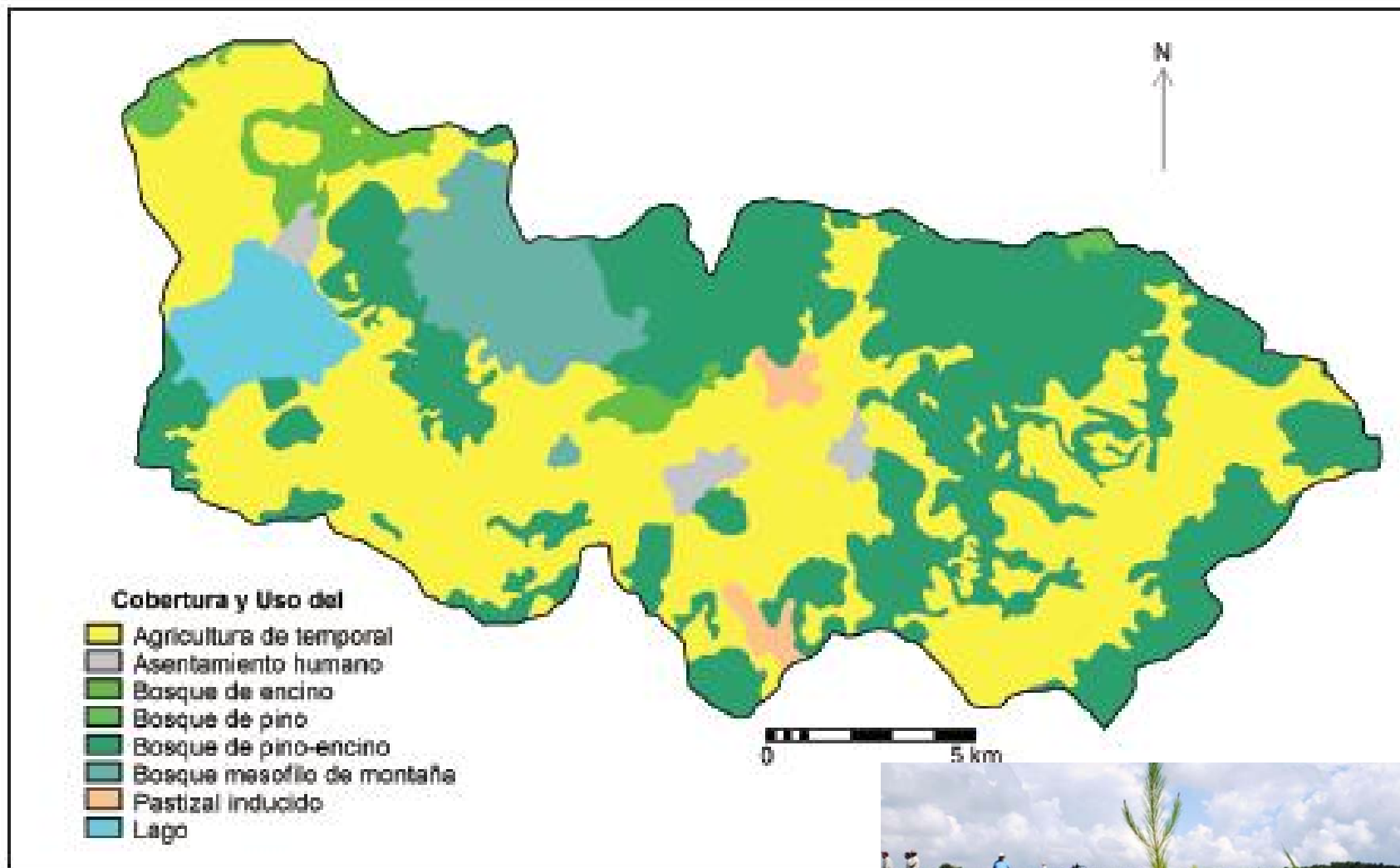


Figura 2. Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo de la cuenca de Zirahuén (2003).

Tomado de: Bravo *et al.* (2009)



CONTACTO

M.C. Rubén Hernández Morales

quercusbios@hotmail.com

Facultad de Biología

UMSNH

Unidad de Limnología

