



MEDICIONES DE INDICADORES AMBIENTALES EN AGUAS SUPERFICIALES –LAGUNA–.

## EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA CALIDAD DE AGUA DE UN TAJAMAR DE LOMA PLATA, DEPARTAMENTO DE BOQUERÓN.

### 1. INTRODUCCION

El Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) y el Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas (CEMIT) dependiente de la Universidad Nacional de Asunción (UNA), han llevado adelante dos muestreos (el 17 de junio del 2020 y el 23/06/2020), del agua superficial de un tajamar ubicado en la ciudad de Loma Plata (21k, UTM 204769 - 7512619), del Departamento de Boquerón debido a denuncias realizadas acerca del cambio de coloración que se observó en un reservorio de agua destinado para el consumo de ganado vacuno. El inusual fenómeno causó preocupación en pobladores y autoridades, quienes solicitaron la intervención de especialistas en la materia.

Se tomaron varias muestras de agua superficial del tajamar que presenta una coloración roja para realizar una serie de análisis (Ver Tablas 1 y 2): microbiológicos, microscópicos (fitoplancton y zooplancton), fisicoquímicos (nitrógeno total Kjeldahl [NTK], fósforo total [PT], clorofila *a*, demanda bioquímica de oxígeno [DBO<sub>5</sub>] y demanda química de oxígeno [DQO]), y parámetros *in situ* (temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto [OD] y transparencia).

Una vez que se realizaron los muestreos y análisis, se convocó a una reunión el lunes, 29 de junio, en el local del MADES para evaluar los resultados obtenidos y determinar el posible origen del cambio de coloración del agua. La delegación del CEMIT estuvo compuesta por su Director, el Lic. Q.I. Gustavo Brozón, la Lic. Claudia Ávalos y Dr. Gilberto Benítez, investigadores. Por el MADES participaron la Lic. Flavia Fiore y Juan Céspedes de la Dirección General de Recursos Hídricos, Ing. Sara. Riquelme y John Kochalka de la Dirección General de Biodiversidad y los anfitriones del Laboratorio Ambiental, la Ing. Rosa Morel y Fredy Pintos de la Dirección General de Gestión Ambiental.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Descripción de la muestra:** líquido opaco, rojo, olor característico, con finas partículas en suspensión, contenido en frascos de plásticos de 2 litros, 1 litro, 250 mL y 100 mL.



TEKOHA HA  
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ  
Motenondcha

Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE

■ TETÃ REKUÁI  
■ GOBIERNO NACIONAL

Paraguay  
de la gente

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS					
Parámetros	Métodos	Equipos para cuantificación	Unidad de medida	Resultados	Límites de la Res. 222/02 SEAM Clase 2
Transparencia	Método de Disco SECCHI	Disco SECCHI	m	0,05	No aplica
Temperatura de agua	Métodos de laboratorio y de campo SM-2550 B	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	°C	25	No aplica
Oxígeno Disuelto	Método de electrodo de membrana SM-4500-O G	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	mg.L <sup>-1</sup>	1,33	No inferior a 5
pH	Método electrométrico SM-4500 - H <sup>+</sup>	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	U. de pH	7,67	6 a 9
Conductividad	Método de laboratorio SM-2510 -B	Conductímetro /Oxímetro/pHmetro WTW MULTI 350	µS.cm <sup>-1</sup>	9890	No aplica
Fósforo total	Método del ácido ascórbico SM-4500-P E	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg.L <sup>-1</sup>	5,29	0,05
NTK	Macro-Kjeldahl SM-4500-N B; método fenato SM-4500 F	Digestor Gerhardt Turbosog/ Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg.L <sup>-1</sup>	21,8	0,6
Nitratos	AOAC Official Method 973.50 Brucine Colometric Method	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg.L <sup>-1</sup>	3,11	45
Nitrógeno de Nitritos	Método colorimétrico SM-4500 (NO <sub>2</sub> ) B	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg.L <sup>-1</sup>	< 0,0025	1,0
Nitrógeno Amoniacal	Método de la sal de fenol SM-4500 (NH <sub>3</sub> ) F	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg.L <sup>-1</sup>	0,410	0,02



DBO5	Prueba DBO en 5 días - SM-5210 B	Oxímetro WTW OXI 3310	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	57,0	5
DQO	Reflujo cerrado, método colorimétrico - SM-5220 D	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg O <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	448	No aplica
Sólidos suspendidos	Método gravimétrico - SM-2540 D	Balanza analítica Sartorius / Estufa QUIMIS 0317M-S3	mg.L <sup>-1</sup>	236	No aplica
Dureza total	Método titulométrico EDTA - SM-2340 C	Materiales de vidrio calibrado vigente	mg CaCO <sub>3</sub> .L <sup>-1</sup>	1766	300
Hierro total	Método de fenantrolina SM-3500-Fe B	Schimadzu - Espectrofotómetro UV 1700	mg.L <sup>-1</sup>	1,61	0,3
Clorofila a	Método iodométrico SM-4500- S <sup>-2</sup> F	Materiales de vidrio calibrado vigente	mg.m <sup>-3</sup>	119	No aplica
Sulfatos	Método turbidimétrico SM-4500 - SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> E	THERMO ORION AQ 4500 Turbidímetro	mg.L <sup>-1</sup>	2453	250

**Tabla 1.** Parámetros fisicoquímicos. Resultados, metodología y equipos utilizados

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS*					
Parámetros	Métodos	Equipos para cuantificación		Resultados	Límites de la Res. 222/02 SEAM Clase 2
Coliformes Totales	Estimación de densidad Bacteriana (NMP) SM 9221 C	Método Tubos Múltiples (MTM)	NMP/100 mL	24000	No aplica
Coliformes Fecales	Estimación de densidad Bacteriana (NMP) SM 9221 C	Método Tubos Múltiples (MTM)	NMP/100 mL	24000	≤ 1000 NMP/100mL
<i>E. coli</i>	Estimación de densidad Bacteriana (NMP) SM 9221 C	Método Tubos Múltiples (MTM)	Presencia/100 mL	Ausencia	No aplica
<i>Cianobacterias</i>	Método Utermöhl			1.065.000 cel/mL	

**Tabla 2.** Parámetros bacteriológicos. Resultados, metodología y equipos utilizado



Los resultados preliminares indican que la coloración roja observada en el tajamar fue ocasionada por organismos fitoplanctónicos. Al momento del muestreo, la mayor densidad registrada fue para las cianobacterias con una concentración de 1.065.000 cel/mL (Método Utermöhl). Las cianobacterias antiguamente denominadas algas verdeazuladas, son bacterias que tienen la capacidad de realizar fotosíntesis, así como también la de sintetizar toxinas o cianotoxinas que, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden llegar a ser letales para humanos y animales. Por lo tanto, teniendo en cuenta lo establecido por la OMS (Organización Mundial de la Salud), en función a la concentración de cianobacterias (>100.000 cel/mL), se recomienda: evitar todo tipo de contacto directo con el agua, ya sea para recreación o destinada para consumo humano y de animales.

Esta floración por cianobacterias pudo deberse a la elevada concentración de nutrientes como el nitrógeno total (21,8 mg.L<sup>-1</sup>) y del fósforo total (5,29 mg.L<sup>-1</sup>), que son característicos de ecosistemas eutrofizados, además de la elevada temperatura y la radiación solar característica de la zona que favorecen la proliferación de estos microorganismos.

Por lo tanto, el origen de la floración de cianobacterias es debido a la combinación de factores biológicos y climáticos propios del lugar que debido a la ausencia de lluvia en más de 6 meses provoca la evaporación del agua y la concentración de los nutrientes.

Atendiendo que se han realizado análisis químicos más complejos las cuales descartaron indicios de un origen a causa de contaminantes exógenos como agroquímicos y otros (Screening por GC-MS/MS - Cromatografía de gases con detector de masas, triple cuadrupolo).

Es importante destacar que el CEMIT es un laboratorio de referencia del MADES, institución que aplica de las leyes ambientales, también del Ente Regulador de Servicios Sanitarios (ERSSAN), por lo que tiene competencia para realizar este tipo de procedimientos ante hechos como el acontecido en Loma Plata, que son considerados de interés científico desde el punto de vista ambiental y salud pública. La institución se especializa en investigaciones en el ámbito ambiental y cuenta con profesionales especialistas en la materia así como equipamiento de última generación que garantiza un resultado preciso para este tipo de estudios.



Tabla 3

RESULTADOS DE INDICADORES DE CALIDAD DEL MONITOREO			
MES junio/2020		Resolución 222/02	
Parámetros medidos	Laguna lindante Hora: 13:20hs	Clase 2	Clase 3
<b>Coordenadas (UTM)</b>	21K 204379 7512528	---	---
<b>OD: Oxígeno Disuelto (mg/L)</b>	10,71	≥5	≥4
<b>pH</b>	8,32	6,0-9,0	6,0-9,0
<b>Temperatura (°C)</b>	26	25	25
<b>STD (ppt)</b>	5,626 ppt	500	500
<b>Conductividad (µS/cm)</b>	11,48 ms/cm	---	---
<b>Cloruros (mg/L)</b>	2413	---	---
<b>Turbidez (FTU)</b>	69	100	100
<b>DBO (mg/L)</b>		5	10
<b>DQO (mg/L)</b>	323,2	--	--
<b>Solidos totales (ppm)</b>	9590	--	--
<b>Coliformes T. (NMP)</b>	>4839.2	1000*	--
<b>Coliformes F. (NMP)</b>	6.0	200	4000
<b>Aspecto</b>	Sin partículas sólidas en suspensión, traslucido de color verde	-----	-----

También se tomaron muestras de lagunas cercanas al lugar en cuyos análisis resultaron en la tabla 3 y en los análisis microscópicos se pudo observar una mayor biodiversidad de microorganismos que regulan la concentración de las cianobacterias y algas en general, que son denominados zooplancton, y que estuvieron ausentes en la laguna anterior.

Otro punto importante, es que en caso de registrarse lluvias esporádicas no se produce de manera homogénea en la zona, por lo que se explica que otros tajamares presenten mayor volumen de agua, mayor biodiversidad de microorganismos que mantienen en equilibrio la cadena trófica del ecosistema acuático.



El MADES y CEMIT seguirán monitoreando los cuerpos hídricos presente en la zona de influencia a fin de verificar el comportamiento y la floración de este microorganismo en otros sitios.

Equipo técnico del CEMIT, responsable de esta investigación lo conforman: el Lic. Q.I. Gustavo Brozón, el A.I. Armindo Escobar, el Dr. Gilberto Benítez, la Lic. Melissa dos Santos, la Q.F. Nancy López, la Lic. Claudia Ávalos y la Lic. Griselda Franco.

Equipo técnico del MADES, R. Morel, F. Pintos, J. Céspedes, S. Riquelme, N.Neris



TEKOHA HA  
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ  
Motenondcha

Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE

■ TETÃ REKUÁI  
■ GOBIERNO NACIONAL

*Paraguay  
de la gente*



TEKOHA HA  
AKÁRAPU'Á KATUIRÁ  
Motenondcha

Ministerio del  
AMBIENTE Y DESARROLLO  
SOSTENIBLE

■ TETÃ REKUÁI  
■ GOBIERNO NACIONAL

Paraguay  
de la gente