
ANÁLISIS COMPARATIVO DE AGUAS SUPERFICIALES EN LA COSTA DE VICENTE LÓPEZ

Prof. Luciana Bustamante*, Lic. Karen Morangelos, Lic. Rocío López, Lic. Alejandra Chaher, Prof. Guido Cultraro, Lic. Teresa Pérez, Lic. Kevin Poveda, Dr. Ignacio Boron

*lbustamante@unsam.edu.ar

1. Introducción

El presente desarrollo es producto del trabajo en conjunto de estudiantes de quinto y sexto año y docentes de la Escuela Secundaria Técnica de la UNSAM (EST-UNSAM), el grupo de Sensores Comunitarios (CoSensores)¹, vecinas y vecinos de la zona de Vicente López organizados en el colectivo Movida Ambiental² que se encuentran comprometidos en la lucha por preservar y cuidar el espacio público, pensando estrategias didácticas que promuevan esos cuidados.

Este equipo de trabajo, se propuso analizar aguas superficiales de la costa de Vicente López en cuatro puntos; se realizaron ensayos fisicoquímicos, microbiológicos, un bioensayo de toxicidad basado en microalgas y el cálculo de un índice de calidad ambiental litoraleña (ICALi), utilizando una aplicación de teléfono celular. Se espera obtener información que contribuya a la defensa que hacen las y los vecinos de Vicente López de los espacios públicos verdes costeros, en particular del Arroyo Raggio que separa la Ciudad de Buenos Aires de la provincia (Buenos Aires, Argentina).

A continuación, compartimos:

- o Los objetivos de este proyecto.
- o La preparación en laboratorio de instrumentos y materiales para el muestreo.
- o El encuentro con vecinas y vecinos de Vicente López en el Arroyo Raggio y la toma de muestras.
- o Los resultados obtenidos de los análisis de las muestras realizados en el laboratorio.
- o Las consideraciones finales.

2. Objetivos

- Monitorear el ambiente mediante el uso de tecnologías libres y técnicas de laboratorio para la determinación de parámetros físico-químicos, microbiológicos y de toxicidad del agua del arroyo Raggio, pluvial Laprida y Río de la Plata.

¹ <https://tap.bio/@cosensores>

² <https://www.instagram.com/movidaambientalvl/>

- Desarrollar una práctica educativa de investigación acción participativa de la calidad ambiental de la costa de Vicente López junto a estudiantes y docentes de la EST-UNSAM, organizaciones vecinales y el grupo CoSensores.
- Visibilizar la existencia de un conflicto ambiental en torno a la contaminación y otros impactos negativos sobre las áreas naturales y espacios verdes públicos de la costa de Vicente López.

3. Preparación en laboratorio de instrumentos y materiales para el muestreo

Encuentro en el laboratorio del campus Miguelete de la Universidad Nacional de San Martín (14/05/2024).

Las y los estudiantes de 5° T de la EST-UNSAM fabricaron discos de Secchi, el cual es un instrumento de medición de transparencia a partir de la profundidad de penetración de la luminosidad en el agua. Tiene marcas cada 10 cm y la manera de medir la transparencia es observar el disco mientras se introduce en el agua, cuando el disco no se observa más, se registran los centímetros de dicha profundidad como una medida de la transparencia del agua.

La toma de muestra fue realizada en tres (3) tipos de recipiente

- o Bidón de 5 L para ensayos fisicoquímicos.
- o Frasco Schott esterilizado en autoclave para ensayos microbiológicos.
- o Botella 250 mL para ensayos de microalgas.



Figura 1. De izquierda a derecha. A partir de las indicaciones dadas, estudiantes en el laboratorio realizaron los discos de Secchi. Estudiante realizando las marcas del medidor. Estudiante utilizando disco de Secchi.



Figura 2. Esquema de muestreo, diseñado por Valentina Gómez estudiante de 6° T de la EST-UNSAM.

4. Encuentro con vecinas y vecinos de Vicente López en el Arroyo Raggio y toma de muestras

El día 22 de mayo estuvieron presentes vecinas y vecinos del colectivo Movida Ambiental Vicente López, quienes defienden desde hace muchos años la costa del Río de la Plata en el partido de Vicente López de diversas amenazas: obras públicas perjudiciales para el ambiente, negocios inmobiliarios y la ocupación de espacios verdes públicos por parte de privados. Cuatro representantes de ese colectivo nos contaron la historia de ese espacio: cómo se fue transformando la fisonomía y cómo diferentes gobiernos pretendieron intervenir sobre los espacios verdes y las áreas naturales.

Nos relataron que, en diciembre de 2004, casi a escondidas, la mayoría del Concejo Deliberante votó y aprobó 6 excepciones al Código de Ordenamiento Urbano y que, a fines de 2006, se aprobó un cambio de ese Código para la zona ribereña, que permite construir edificios de 18 pisos sobre Av. Libertador, ampliando los indicadores urbanos para favorecer a las grandes constructoras. Estas construcciones generaron un fuerte impacto negativo en esa zona pues alteraron el asoleamiento y las brisas del Río; eliminaron espacios verdes absorbentes, talaron numerosos árboles y destruyeron patrimonio natural; incrementaron el tránsito vehicular, la polución y el fenómeno de isla de calor. Además, con todo ello, se cambió el perfil urbano de la zona que pasó a parecerse a Puerto Madero. Se suma a esto, como nos contaron los vecinos y

vecinas, que la población de Vicente López no crece, por lo cual muchas de esas torres se encuentran deshabitadas, transformándose en especulaciones financieras que producen desigualdad.

En los años 2010 y 2011 se sucedieron protestas masivas de vecinos y vecinas en Vicente López, cuando se pretendió construir un Vial Costero de circulación rápida a pocos metros del Río de la Plata. Se pretendía extenderlo desde la General Paz hasta el límite con San Isidro, con lo cual se cementaría una gran superficie ribereña y, en consecuencia, se produciría la desaparición de numerosos árboles y espacios verdes absorbentes. La comunidad de vecinos y vecinas se organizó y se realizaron asambleas, manifestaciones, acampes. Por esas acciones incluso sufrieron varios hechos represivos. Finalmente, por esa lucha, aunque el Vial Costero se construyó, se logró que sólo se hiciera en 17 cuadras, que se mantuviera peatonal los fines de semana y feriados, y que se cambiara la traza inicial para evitar la tala de un bosquecito que los vecinos protegieron con un campamento a su alrededor. Lo más destacado e importante de esta gran movilización social fue que creció enormemente la conciencia socioambiental de amplias franjas de la población.



Figura 3. Encuentro de estudiantes de la EST-UNSAM y vecinas y vecinos del colectivo Movida Ambiental Vicente López.

En relación a uno de los objetos de estudio, las aguas del arroyo Raggio, nos contaron que su humedal sufrió y sufre varias amenazas. El arroyo se encuentra en el límite entre la Ciudad de Buenos Aires y el Municipio de Vicente López y desemboca en el estuario del Río de la Plata. Es un humedal que tiene una enorme biodiversidad y constituye uno de los nodos del proyecto de Corredor Biológico Ribereño. El primer tipo de amenazas son las obras que se pretendieron hacer

sobre ese humedal. En 2016 un grupo de vecinos y vecinas se enteraron de que, ilegalmente, se habían comenzado obras de dragado, destrucción del talud norte y desmonte del arroyo. Los vecinos lograron frenar esa destructiva acción colocándose delante de las topadoras y luego recurrieron a la Justicia que afortunadamente prohibió la obra. Con plantaciones y diversos cuidados se pudo ir restaurando el ecosistema dañado. En 2022 las agrupaciones vecinales se enteraron de que se proyectaba construir un enorme puente sobre la desembocadura para comunicar la ciudad de Buenos Aires y Vicente López. El puente sería de hormigón y sobre grandes pilotes. Esta construcción sería muy dañina para el flujo del agua del arroyo, para todo el humedal y su rica biodiversidad. Además, ese puente que quieren hacer es innecesario pues ya existe uno, el puente de hierro pintado de colores, que está en perfecto estado y que no impacta negativamente sobre el humedal ni sobre el paisaje. Las acciones de vecinos y vecinas por ahora han logrado frenar la construcción del puente de hormigón. Seguirán trabajando para que no se lleve a cabo.

El otro tipo de amenazas que sufre el arroyo Raggio es la contaminación de sus aguas y que son objeto del presente estudio.



Figura 4. Imagen satelital del espacio (Fuente: Google 30-6-2024).

La información brindada respecto de las disputas relacionadas con impactos ambientales nos permitió situar los resultados obtenidos del análisis de las muestras reunidos en los informes presentados a continuación.



Figura 5. Vista del puente Raggio desde el lado de Provincia (Fuente: Google)



Figura 6. Vista aérea del lado de CABA (Fuente Google)

Posterior a la toma de las muestras las mismas fueron rotuladas, trasladadas hasta el espacio escolar de ensayos y conservadas en la heladera (ver Figura 7).

Los puntos muestreados se ubican satelitalmente en este esquema con su respectivo rótulo de asignación numérica (ver Figura 8).



Figura 7. *Izquierda:* Estudiante realizando la toma de muestra para fisicoquímicos en el Pluvial de Laprida punto 3. *Derecha:* Almacenamiento de muestras tomadas en heladera del espacio escolar de ensayos de EST-UNSAM.

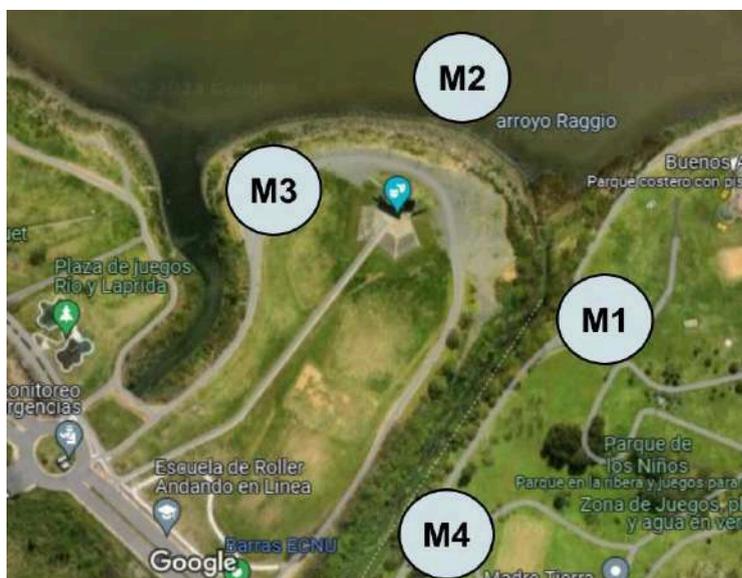


Figura 8. Imagen con puntos de muestreo.

5. Resultados obtenidos de los análisis de las muestras realizados en el laboratorio

Los resultados de los análisis se transformaron en tres informes que se transcriben a continuación

INFORME N°1 - ENSAYOS FISICOQUÍMICOS

Las determinaciones fisicoquímicas en agua de río se realizan para obtener información sobre su calidad y estado. Estos análisis nos permiten evaluar la salud de los ríos y su aptitud para diversos usos, como el consumo humano o recreativo, la agricultura o la vida acuática.

Uno de los parámetros que analizamos es la conductividad eléctrica del agua, que nos indica la capacidad que tiene para conducir la corriente eléctrica. La conductividad está relacionada con la presencia de sales y minerales disueltos en el agua. Un alto valor de conductividad puede indicar la presencia de contaminantes, como materia orgánica o residuos industriales. Por otro lado, y dependiendo del caso, una baja conductividad puede ser indicativa de un agua con menor carga de contaminantes.

Otro parámetro importante es la cantidad de sólidos sedimentables presentes en el agua. Estos sólidos son partículas suspendidas en el agua que pueden provenir de la erosión del suelo, desechos orgánicos o residuos industriales.

El oxígeno disuelto es otro parámetro clave en el agua de los ríos. El oxígeno disuelto es esencial para la vida acuática, ya que los organismos (macroinvertebrados, anfibios, peces, etc.) lo necesitan para respirar. Un bajo nivel de oxígeno disuelto puede estar vinculado a la presencia de materia orgánica. Este hecho se debe a que la degradación de esta última es realizada por bacterias que consumen el oxígeno disuelto disponible.

1. Objetivos

- Determinar pH, transparencia, temperatura y oxígeno disuelto *in situ* en el Río de Plata, pluvial Laprida y arroyo Raggio
- Determinar conductividad, turbidez, sólidos sedimentables en los laboratorios de la EST con estudiantes de 5to año de la especialización técnica.
- Cuantificar iones fosfato y nitrato mediante un método colorimétrico en los laboratorios del campus de UNSAM.

2. Determinaciones *in situ*

Las primeras cuatro (4) determinaciones (pH, transparencia, temperatura y oxígeno disuelto) fueron realizadas *in situ* con instrumental llevado a campo para tal fin. En la Figura 9 pueden verse algunas imágenes de los ensayos, y en las Tablas 1 y 2, los primeros resultados.



Figura 9. De izquierda a derecha: El estudiante Lucero Lucas de 6° T (EST-UNSAM) utilizando el medidor de oxígeno disuelto (OD) construido por el grupo CoSensores, en la conexión del arroyo Raggio con el Río de la Plata, Kevin Gonzalez de 6°T (EST-UNSAM) realizando la medición de OD en el Río de la Plata. Daniel Ferreyra de 5T, midiendo el oxígeno disuelto en el Pluvial Laprida.

Tabla 1: Resultados de los parámetros medidos *in situ*.

	M1	M2	M3	M4	Límite ³
Ubicación	A. Raggio Desembocadura	Río de la Plata	Pluvial Laprida	A. Raggio Puente	
pH	7	6	6	7	6,5-9
Temperatura (°C)	19,5	15	19,7	20,9	< 35
Transparencia* (cm)	23,5	20	35	25	
Oxígeno Disuelto (mg/L)	3,06	8,05	1,42	1,54	> 5

*consideramos el valor como profundidad ya que la profundidad no era suficiente para determinar transparencia.

³ Uso - apta para protección de biota y uso recreativo c/contacto directo - resolución ACUMAR N° 46/2017

3. Determinaciones en el laboratorio

El martes 28 de mayo se trabajó en el laboratorio de la EST-UNSAM con estudiantes de 5°T e instrumental que facilitaron desde las Escuelas Técnicas Raggio (un turbidímetro, un conductímetro y 2 Conos de Imhoff), para medir parámetros físicoquímicos ópticos.

La determinación de los sólidos sedimentables se realizó con conos de Imhoff colocando un litro de la muestra en el cono previa agitación y contabilizando sedimentos separados por gravedad al cabo de 10 y 120 minutos.

Los equipos utilizados fueron

- o Medidor de oxígeno disuelto fabricado por CoSensores⁴
- o Conductímetro marca Meterlab, modelo CDM 210
- o Turbidímetro marca Lutron modelo TU- 2016
- o Cono de Imhoff

Las imágenes que se observan en la Figura 10 corresponden a estudiantes de quinto año de la especialización técnica de la EST-UNSAM, utilizando conos de Imhoff. Los pies universales que permiten soportar la estructura del cono mediante aros Bunsen, mientras se esperan los tiempos de sedimentación, fueron armados en años previos por estudiantes de la EST-UNSAM en el taller de madera de la escuela.



Figura 10. Estudiantes de 5° T (EST-UNSAM) utilizando conos de Imhoff.

⁴ <https://gitlab.com/cosensores/oximetro>

Luego, se midieron la turbidez y la conductividad de las muestras, utilizando el equipamiento correspondiente y en espacio escolar de ensayos.

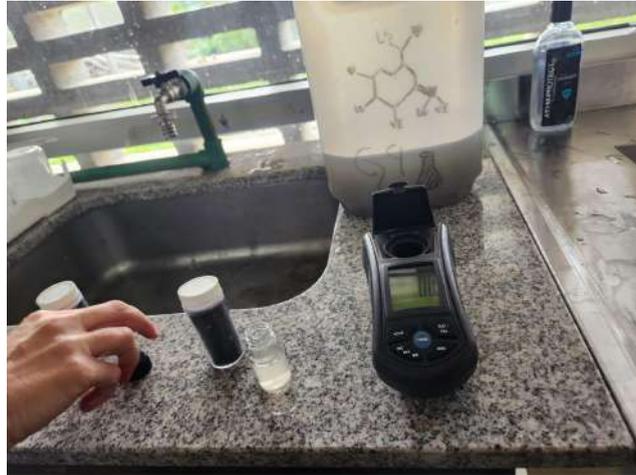


Figura 11. Medición de turbidez

Las mediciones de turbidez se realizaron por triplicado, previa calibración del equipo de turbidez con patrones de 0 y 100 NTU. Las mediciones de conductividad se realizaron por triplicado para las cuatro (4) muestras, limpiando la sonda entre mediciones. Es importante aclarar que el conductímetro usado en estos ensayos no se calibró por no contarse con estándares para dicha finalidad. No obstante, la medición de conductividad fue repetida con el equipo calibrado y construido por el grupo CoSensores, y realizada en laboratorios del Campus Miguelete de la UNSAM. El análisis comparativo de los resultados mostró las mismas diferencias de conductividad entre muestras (valores relativos), pero diferencias en el valor absoluto. Por estar el equipo construido por el grupo CoSensores calibrado y, además, coincidir los valores con aquellos esperados para muestras del Río de la Plata, se tomaron como válidos los resultados obtenidos con este equipo.

Adicionalmente, se realizaron ensayos colorimétricos para determinar fosfatos (PO_4^{-3}) y nitratos (NO_3^-) en concentraciones de partes por millón (ppm). En la Tabla 2 podemos ver el total de resultados fisicoquímicos obtenidos en laboratorios.

4. Conclusiones

La conductividad medida varía significativamente entre las muestras. Valores altos de conductividad en las muestras del arroyo Raggio y el pluvial Laprida M1 (761 $\mu\text{S}/\text{cm}$), M3 (621 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y M4 (731 $\mu\text{S}/\text{cm}$) respecto de la muestra del Río de la Plata M2 (380 $\mu\text{S}/\text{cm}$) podrían

deberse a la presencia de contaminantes, probablemente debido al vuelco clandestino de residuos urbanos e industriales a esos cursos de agua.

Tabla 2. Resultados de los parámetros fisicoquímicos.

	M1	M2	M3	M4
Ubicación	A. Raggio Final	Río de la Plata	Pluvial Laprida	A. Raggio Puente
Turbidez (NTU)	27,095	46,645	2,2	214
Sólidos sedimentables (g/L)	0	6	1	20
Conductividad CoSensores ($\mu\text{s/cm}$)	761	380	621	731
Fosfato (ppm)	> 2	0,25	1-2	≥ 2
Nitrato (ppm)	< 10	< 10	≥ 10	≥ 10

Los sólidos sedimentables también muestran una variabilidad considerable. La muestra M4 (A. Raggio puente) (20 g/L) y M2 (Río de la Plata) (6 g/L) tienen altos valores, lo que coincide con una alta turbidez. El Río de la Plata posee naturalmente sólidos en suspensión. Sin embargo, para M4, tratándose de un arroyo de origen pluvial, este valor elevado puede indicar contaminación.

El oxígeno disuelto es un indicador clave de la salud del ecosistema acuático. M2 (Río de la Plata) tiene un valor alto de 8,05 mg/L, indicando buena calidad del agua y una adecuada concentración de oxígeno para la vida acuática. Sin embargo, las muestras M3 (Pluvial Laprida), M1 (A. Raggio desembocadura) y M4 (A. Raggio puente) tienen valores bajos (3,06 mg/L, 1,42 mg/L y 1,54 mg/L, respectivamente), lo que puede indicar contaminación con materia orgánica y baja capacidad de soportar vida acuática. Esta información condice con el registro de un cardumen de sábalos respirando sobre la superficie, observado por uno de los estudiantes de la EST-UNSAM. Los niveles de fosfatos y nitratos también son indicadores importantes de contaminación producto de descargas de materia orgánica. M1, M3 y M4 muestran niveles elevados de fosfatos (≥ 2 ppm), mientras que M3 presenta el nivel más alto de nitratos (≥ 10 ppm).

Los datos sugieren presencia de contaminantes en el arroyo Raggio y el pluvial Laprida que podrían estar impactando en la calidad de agua del Río de la Plata. La presencia de altos niveles de conductividad, sólidos sedimentables, fosfatos, nitratos, y bajas concentraciones de oxígeno disuelto indica que estas fuentes de agua contienen contaminantes que pueden fluir hacia el Río de la Plata, afectando su calidad.

INFORME N°2 - ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

Parte A: Ensayos de Laboratorio

Valentina Gomez, Mayte Santos, Irina Galeano, Gadiel Sanchez, Maximiliano Santillan,
Ezequiel Gomez, Bautista Chayle

(Estudiantes de 6to año de la tecnicatura en procesos productivos UNSAM)

Este informe fue redactado por un grupo de trabajo de estudiantes de 6°T de la EST-UNSAM arriba citados como autores los cuales acordaron la escritura en conjunto de las tareas realizadas.

1. Fundamentos

Los ensayos microbiológicos permiten verificar la existencia de microorganismos en las muestras, si estos son patógenos y causan contaminación en el ambiente analizado. Por otro lado podemos determinar acorde a esos valores si se trata de agua de consumo, recreacionales o de efluentes. Si la misma es óptima, la actividad turística y si en el agua podemos bañarnos o consumir peces provenientes de ella.

2. Objetivo

- Realizar una filtración de 100 ml de muestra para determinación y caracterización de microorganismos en el laboratorio de la UNSAM

3. Procedimiento

El inicio de los ensayos se da mediante la esterilización de frascos schott para la toma de muestra.

¿Qué es la esterilización?

Es la eliminación de microorganismo. En este caso se realizó en los frascos para la toma de muestra de manera de proporcionar una limpieza profunda libre de contaminación por microorganismos.

El proceso de esterilización se lleva a cabo con un equipo del 3iA-EhyS-UNSAM, que es la autoclave (ver Figuras 11 y 12) y consta de las siguientes etapas:

- Se llena de agua el equipo y se cierra
- Se enciende la caldera para que levante temperatura y genere vapor
- Se cierra la salida de vapor para que aumente la presión hasta 2 atm durante 20 minutos.
- Luego se habilita la salida de presión y vapor de agua
- Se retiran los materiales esterilizados
- Con estos materiales se llevará a cabo la toma de muestra



Figura 11. Izquierda: Autoclave cerrada. Derecha: Frascos Schott en la autoclave.



Figura 12. Medios, conservadora y frascos usados

4. Procedimiento par toma de muestra

- Tomamos medidas de protección necesarias para la toma (guantes, ropa cómoda y cerrada para el espacio).
- Abrimos el frasco Schott al momento de la toma, colocándolo a contracorriente y sumergido 10 cm, al llenarse dejamos 2 a 3 cm para poder agitar y enfriar la muestra.
- Posteriormente, la muestra se mantiene refrigerada en una conservadora hasta el traslado a la heladera para los posteriores ensayos.

5. Ensayos

El primer ensayo en laboratorio es el recuento y caracterización morfológica de los microorganismos y consiste en:

- El filtrado en membranas Whatman estériles con tamaño de partícula de $0,2 \mu\text{m}$ que luego serán sembradas en medios de cultivo (Ver Figura 13).

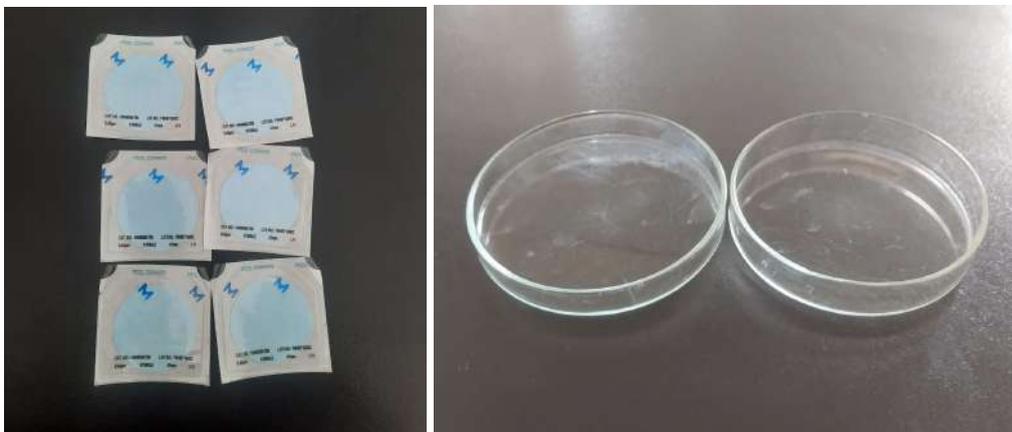


Figura 13. Filtros Whatman esterilizados y placas de petri

¿Qué es un medio de cultivo?

Es el alimento que consumirán los microorganismos. Estará compuesto por nutrientes con gran cantidad de Carbono, Nitrógeno, Oxígeno y Fósforo. Lo preparamos a partir de un medio deshidratado agregándole, tal como el fabricante indica, el agua destilada correspondiente, esterilizándolo y pasándolo a placas de Petri.

En nuestros ensayos preparamos medio de cultivo Levine, Columbia, SIM y Cetrimida que nos permitirán visualizar y favorecer crecimientos diversos (Ver Figura 14).



Figura 14. Medios de cultivo deshidratados y estufa de incubación.

El filtrado de 100 mL de agua se cultivó en la estufa de incubación durante 48 h a 35 °C.

6. Resultados y consideraciones

Una vez que el filtrado es cultivado en la estufa, observamos y caracterizamos morfológicamente los microorganismos determinando. En la Tabla 3 se resume las principales observaciones.

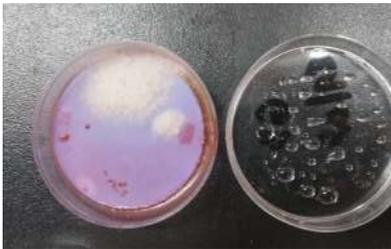
Tabla 3. Caracterización morfológica de los microorganismos crecidos en placa de Petri.

Imagen	Lugar de muestreo y medio usado	Caracterización morfológica del microorganismo
	Pluvial Laprida en Medio SIM	El primero de los medios sembrados contiene una vellosidad pronunciada un centro entre verde musgoso negro oscuro y los bordes blancos, es opaco y convexo.



Pluvial Laprida
en medio Cetrimida

El segundo tipo de microorganismo observado es de tamaño inferior a dos micrones, es húmedo y creció en abundancia formando colonias del mismo.



Pluvial Laprida
en medio Levine

El tercero se trata de una vellosidad blanca similar a las nubes, convexa en poca proporción.



Pluvial Laprida
en medio SIM

Los microorganismos observados se formaron en los bordes de la placa y tiene una tonalidad entre rosa y anaranjado, la abundancia del mismo hace se extienda en proporciones considerables.



Río de la Plata
en medio Levine

Por otro lado, en el Río de la Plata (G2) podemos observar que esta continuidad de microorganismos se da pero en menor proporción y conserva similitudes con las anteriores, por lo que podemos inferir que los microorganismos del pluvial están arrastrándose al río de la plata en proporciones de significancia morfológica.



Conexión A. Raggio
y Río de la Plata
en medio Levine

Podemos observar menor cantidad de microorganismos que al inicio del arroyo que pasamos a caracterizar.

El primer grupo se trata de puntos de menos de 2 micrones de color rosado, húmedos convexos, traslucidos.



Conexión A. Raggio

El segundo grupo tiene 2 tipos de colonias una presumimos es un moho verde, con vellosidad, es plana y es opaca; mientras que la otra conserva características morfológicas similares, aunque su coloración es blanca y convexa.



Conexión A. Raggio
en medio Columbia

Encontramos un moho que es gelatinoso similar al primero probablemente. Presumimos que se trate del mismo tipo de contaminante, aunque deberían hacerse más ensayos para determinarlo con mayor certeza.



Conexión A. Raggio

El cuarto es un punto vellosito similar a los dientes de león



Conexión A. Raggio

El quinto parece una nube según nuestras percepciones.

7. Conclusiones

Luego de la caracterización morfológica podemos decir que las muestras obtenidas en todos los casos tenían microorganismos, los mismos podrían alterar el uso recreativo del agua y afectar el desarrollo de la vida acuática, ocasionando bajos niveles de oxígeno disuelto. Las imágenes de los microorganismos son propias y fueron tomadas por Bautista Chayle y Maximiliano Santillán.

Se trata de una descripción visual producto de la siembra y el filtrado, que se hace en base a la experiencia adquirida en la materia del anteúltimo año de formación de la tecnicatura, procesos microbiológicos.



Figura 15. Equipo de trabajo del Informe Microbiológico - Parte A.

INFORME N°2 - ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

Parte B: Ensayos de siembra *in situ*

Esta metodología fue aplicada a las muestras en dos oportunidades, por estudiantes de 6° año de la EST-UNSAM y de la carrera de Técnicos en Alimentos de las Escuelas Técnicas Raggio. Estos últimos realizaron el muestreo y análisis el lunes 24 de junio, y se encargaron de realizar el análisis del total de las placas incluyendo las sembradas por los estudiantes de la EST-UNSAM.

1. Descripción de la determinación

Se realizó la siembra directa de 0,5 mL de muestra con jeringas estériles *in situ* en medio EMB en placas estériles.

2. Fundamento

La contaminación bacteriológica del agua afecta la salud de las personas que la consumen o entran en contacto con ella. Existen límites establecidos para consumo humano o su uso recreativo con o sin contacto directo. Cuando estos límites son superados, es necesario tomar medidas de protección y adoptar políticas públicas para garantizar la seguridad de las personas, así como la flora y fauna locales. Dado que no es práctico realizar análisis específicos para cada posible microorganismo patógeno presente en el agua, se emplean métodos generales basados en la detección de bacterias indicadoras de contaminación. Estos métodos permiten inferir la presencia de patógenos y evaluar la calidad microbiológica del agua de manera eficiente.

3. Objetivo

- Sembrar un 0,5 mL de muestra en placas conteniendo medio EMB para determinación de microorganismos patógenos.

4. Materiales

Frasco Schott, cajas de Petri de vidrio, jeringas estériles de 1 mL.

5. Reactivos

Medio de cultivo EMB

6. Procedimiento:

- Se prepara medio EMB, se esteriliza y se coloca en placas de Petri.
- Se trasladan las placas al lugar de muestreo.
- Allí mismo se coloca muestra a analizar con jeringa estéril, y luego se lleva a la estufa incubadora a 37°C por 24/48 horas.
- Luego se leen las placas en la cabina de flujo laminar.

El medio EMB es un medio de cultivo selectivo y diferencial. Se utiliza para el aislamiento selectivo de microorganismos Gram-negativos para evaluar la calidad del agua. Permite detectar la presencia de enterobacterias y bacilos Gram-negativos, diferenciando la presencia de *E. coli* y *Klebsiella*.

7. Resultados y lectura de placas

En la Tabla 4 se resumen los principales resultados

Tabla 4. Caracterización de las placas sembradas *in situ*.

Imágenes EST-UNSAM	Lugar de muestreo	Microorganismo detectado
	Conexión A. Raggio -Río de la Plata	<i>E. Coli</i> Enterobacterias en menor proporción que a la altura del puente



Río de la Plata

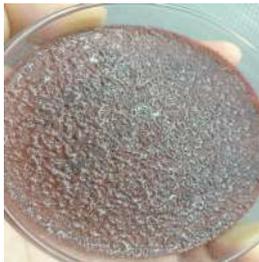
E Coli

Enterobacterias en menor proporción que en los arroyos



Pluvial Laprida

Enterobacterias grandes cantidades



A. Raggio puente

Escherichia coli grandes proporciones

Enterobacterias en excesivas proporciones

Imágenes ET Raggio

Lugar de muestreo

Microorganismo detectado



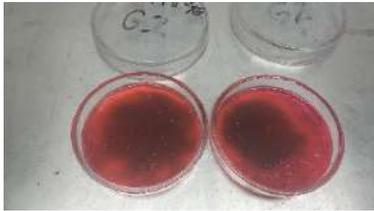
A. Raggio puente

Escherichia coli



A. Raggio conexión
arroyo-río

Enterobacterias



Pluvial Laprida

Klebsiella

(sin imagen)

Río de la Plata

Escherichia Coli

Enterobacterias en menor proporción que en los arroyos



Blancos

Sin microorganismos lo cual prueba que no hay contaminación de las placas producto de la metodología utilizada.

8. Conclusiones

El método utilizado de plaqueo in situ en medio EMB permitió identificar una mayor densidad de colonias en el arroyo Raggio a la altura del puente respecto de la desembocadura en el Río de la Plata y el pluvial Laprida. Asimismo, los tres sitios mostraron una densidad de colonias mucho mayor al de la muestra de agua del Río de la Plata.

A su vez el análisis detectó presencia de al menos de tres microorganismos patógenos, los cuales presentan los riesgos a la salud descriptos a continuación:

- Escherichia coli: presentan un color negro azulado con brillo metálico. Los riesgos dependen de cada cepa, pero generalmente provoca cuadro diarreico y diversas infecciones.

- *Klebsiella pneumoniae*: Tienen un aspecto de mucosa confluyente con un centro oscuro. Los riesgos son que provocan neumonía, sepsis, infecciones en heridas y en el tracto urinario. Si no se pueden controlar, esas infecciones pueden causar la muerte del enfermo.
- *Enterobacter*: Es una bacteria patógena causante de infecciones oportunistas.

La resolución de ACUMAR N° 46/2017 establece un límite de 126 UFC/100 mL de *E. Coli* en aguas para uso recreativo con contacto. Este límite se estaría superando en todas las muestras.



Figura 16. Lucas Lucero de la EST UNSAM sembrando *in situ* en medio EMB.

INFORME N°3 - BIOENSAYO BASADO EN MICROALGAS

Ricardo Peña, Daniel Ferreyra, Yesica Ponce, Mateo Antunez, Agustina Isaba, Adaliz Aguilar, Yesica Ponce, Joaquin Convers, Martin Velez, Tatiana Abran, Denise Miño

Este ensayo fue transcrito de los resultados e informes de los estudiantes arriba mencionados. Los mismos se llevaron a cabo en el Campus de la UNSAM, junto al equipo del Grupo de Sensores Comunitarios (CoSensores).

1. Fundamentación

La ecología acuática es el estudio de los ecosistemas acuáticos. Los tipos de ecosistemas son marinos y de agua dulce como lagos, ríos y humedales.

Por otro lado, las microalgas son organismos fotosintéticos unicelulares que a diferencia de las plantas no poseen estructuras pluricelulares como ser hojas, tallo ni raíces. Las microalgas son organismos que pueden ser utilizados en bioensayos, exponiéndolas a la sustancia o muestra de agua natural cuya toxicidad se pretenda determinar. En esta ocasión, se aplicó una adaptación del bioensayo típico de laboratorio, construyendo y utilizando dispositivos que permiten replicarlo de manera sencilla fuera del laboratorio. Finalizado el tiempo de exposición se evalúa el desarrollo de las microalgas, a partir del desarrollo de coloración de los dispositivos⁵.

2. Objetivos

- El objetivo de este ensayo es determinar toxicidad en agua evaluando el crecimiento de las microalgas expuestas a muestras de agua del Río de la Plata, arroyo Raggio y pluvial Laprida.

3. Materiales

Incubadora, goteros, pipeta, tubos Falcon 50 mL, gradilla de acrílico, papelillos de celulosa, probeta, microtubos Eppendorf.

⁵ <https://gitlab.com/cosensores/biosensor-basado-en-microalgas>

4. Reactivos

Bold Basal Medium (BBM), Alginato, Cloruro de Calcio

5. Procedimiento

- En la tapa del dispositivo colocar con el gotero la mezcla de microalgas y alginato.
- Colocar un papelillo de celulosa sobre la solución de microalgas (este actuará como membrana entre las algas y el medio).
- Insertar el tubo del recipiente dejando atrapada la solución de microalgas entre la tapa y el papelillo.
- Colocar la solución de cloruro de calcio en el tubo y dejarlo reposar 40 minutos hasta formación del gel de alginato de calcio.
- Deseche el cloruro de calcio y enjuague con agua destilada.
- Colocar 4 dispositivos por grilla y luego introducirlos en los tubos Falcon de 50 ml con la muestra a analizar.
- Colocar los tubos en la incubadora.
- Finalizado el tiempo de incubación (96hs), retirar los dispositivos y evaluar el crecimiento de las microalgas usando la aplicación de celular "RGBometro".

En la Figura 17 se puede observar un esquema de este procedimiento.

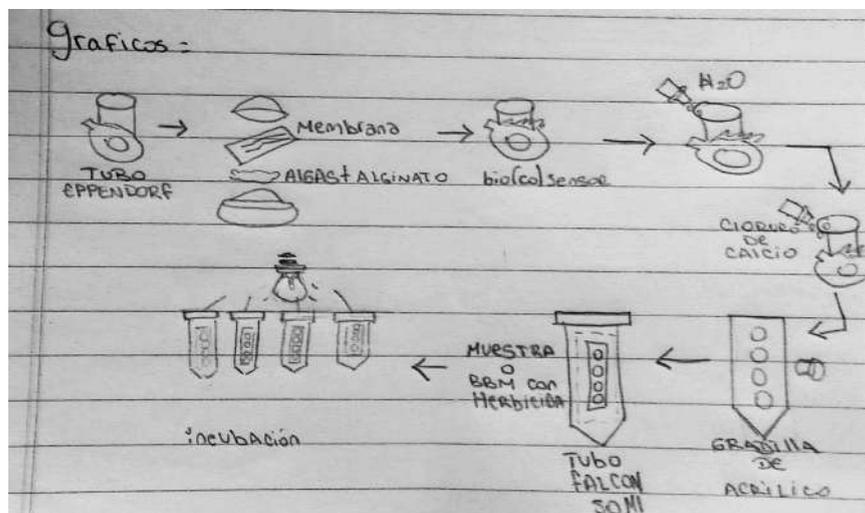


Figura 17. Esquema del procedimiento realizado por Adaliz Aguilar, Yesica Ponce y Agustina Isnaba.

6. Imágenes de los días de trabajo en el campus UNSAM

En la Figura 18 se puede observar al grupo de estudiantes trabajando en los laboratorios del 3iA-EhyS-UNSAM junto con investigadores del grupo CoSensores. un esquema de este procedimiento. En la Figura 19 se observa el equipamiento utilizado.



Figura 18. Explicación inicial de los miembros del grupo CoSensores



Figura 19. *Izquierda:* gradillas conteniendo los dispositivos expuestos a las muestras. *Derecha:* Determinación del crecimiento de las microalgas utilizando la aplicación de celular “RGBometro”.

7. Resultados

En la Figura 20 se presentan los porcentajes de crecimiento de las microalgas para cada muestra, considerando el crecimiento de las microalgas en medio BBM como referencia de crecimiento al 100%.

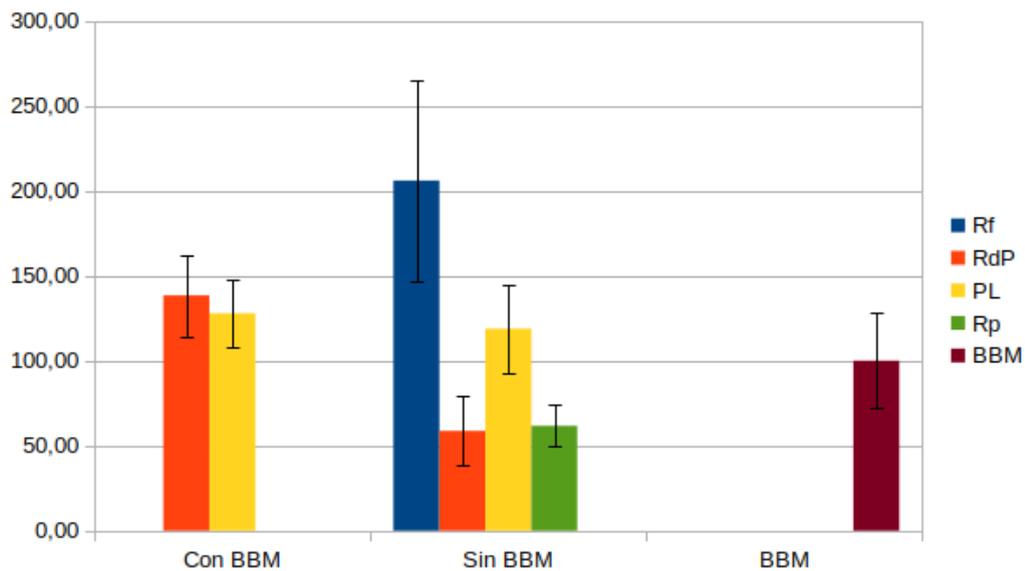


Figura 20. Porcentajes de crecimiento de las microalgas en el biosensor para cada muestra. **Rf:** Raggio final; **RdP:** Río de la Plata; **PL:** Pluvial Laprida; **Rp:** Raggio puente; **BBM:** Bold Basal Medium.

Se observa que:

- Para la muestra del RdP sin agregado de nutrientes el crecimiento es del 50% y supera el 100% con agregado de nutrientes indicando una inhibición de crecimiento en la muestra sin suplementar por falta de nutrientes.
- Para la muestra del PL se observa un crecimiento en la muestra sin suplementar que supera el 100% no registrándose inhibición respecto del crecimiento en BBM. La muestra suplementada muestra un leve aumento del crecimiento respecto de la muestra no suplementada que considerando las barras de error no resulta significativo.
- Sólo se obtuvieron resultados de crecimiento de las microalgas para las muestras correspondientes al arroyo Raggio sin agregado de nutrientes debido a la rotura de la membrana que contenía las microalgas y/o a la no gelificación de la mezcla de microalgas y alginato en los dispositivos.

- Las muestras correspondientes al arroyo Raggio Rp y Rf sin suplementar mostraron un crecimiento de aproximadamente un 50% y 200% respectivamente en referencia al control en BBM.

8. Conclusiones

Comparando el resultado obtenido para las diferentes muestras puede concluirse que, producto del impacto en el PL, el contenido de nutrientes favorece un crecimiento micro algal mayor al observado en el RdP y equivalente al observado en un medio con alto contenido de nutrientes, como es el control con BBM.

En cuanto a las muestras del arroyo Raggio, no disponiendo de los resultados con muestra suplementada, los resultados son incompletos y las conclusiones parciales. Se observa que en el punto Rf el crecimiento de las microalgas al igual que en el PL se encuentra sobre estimulado. Por el contrario, en la muestra Rp se observa una inhibición del crecimiento no pudiendo determinarse si se trata de la presencia de un contaminante inhibidor del crecimiento o se debe a la falta de nutrientes.

RECORRIDA DE LOS LABORATORIOS DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA ESCUELA DE HÁBITAT Y SOSTENIBILIDAD (3iA-EHyS-UNSAM)

En el marco de los ensayos, estudiantes de 5 y 6 año de la Especialización Técnica de la EST-UNSAM, recorrieron los laboratorios del 3iA-EHyS-UNSAM, donde Carolina Aronzon, Julieta Peluso, junto a Ignacio Boron y Kevin Póveda mostraron cómo se realiza habitualmente el bioensayo con microalgas en un laboratorio junto con otro tipo de bioensayos de toxicidad complementarios utilizando renacuajos. En la Figuras 21, 22 y 23 se pueden observar imágenes de esta visita.



Figura 21. *Izquierda:* agitadores orbitales bajo iluminación utilizados para realizar bioensayos con microalgas en el laboratorio. *Derecha:* Estudiantes durante la recorrida en el laboratorio de microbiología.



Figura 22. Visita al laboratorio de animales en el que se realizan los bioensayos utilizando renacuajos.



Figura 23. Final de la recorrida en la planta baja del 3iA-EHyS en el campus Miguelete de la UNSAM.

Este tipo de experiencias donde los jóvenes visitan investigadoras e investigadores fomenta la vocación científica en los estudiantes, amplía el trabajo interdisciplinario de la escuela secundaria con las unidades académicas de la UNSAM, y nos impulsa a proyectar trayectorias académicas personalizadas, en las que las y los estudiantes puedan pensarse realizando sus prácticas en espacios de investigación aportando saberes que traen desde los espacios que transitan. Asimismo, considerar la posibilidad de continuar sus estudios en la universidad, en carreras tales como ingeniería ambiental y licenciatura en biotecnología.

INFORME N°4 - ANÁLISIS DE DATOS AMBIENTALES MEDIANTE APP

1. Introducción

Durante la visita a la costa de Vicente López, además del muestreo de agua del sitio para su posterior análisis de parámetros físico-químicos, microbiológicos y con biomarcadores, el trabajo de campo se complementó con el uso de la aplicación Índice de Calidad Ambiental Litoraleño (ICALi).

La herramienta desarrollada por el grupo CoSensores permite realizar relevamientos ambientales participativos. Con ella es posible obtener información sobre la calidad ambiental de las diferentes áreas costeras de interés de la provincia a partir de la observación directa de diferentes aspectos tales como la presencia de flora y fauna, la morfología costera y parámetros sensoriales de los sitios a evaluar.

Su implementación se lleva a cabo mediante talleres junto a escuelas secundarias y organizaciones socioambientales que incluyen instancias de mapeo participativo de conflictos ambientales, salidas a campo para relevar la zona costera utilizando la app y puesta en común para el análisis de los resultados. Además, se realizan modificaciones al índice y a la app a partir del intercambio con las personas participantes de los talleres.

2. Procedimiento

En la medida que recorrían el sitio, las y los estudiantes iban respondiendo para cada punto de toma de muestra las siguientes diez (10) preguntas que se proponen en la App:

- tipo de actividades que se desarrollan en la zona;
- presencia de animales silvestres;
- tipo de animales silvestres observados;
- presencia de vegetación costera;
- tipo de vegetación;
- color del agua;
- mal olor del agua;
- presencia de basura en la costa;

- presencia de rellenos, estacadas o escolleras en la costa;
- material que predomina en el suelo costero.

En la Figura 24 se observa a los estudiantes recorriendo el área relevada y registrando las respuestas en la App.

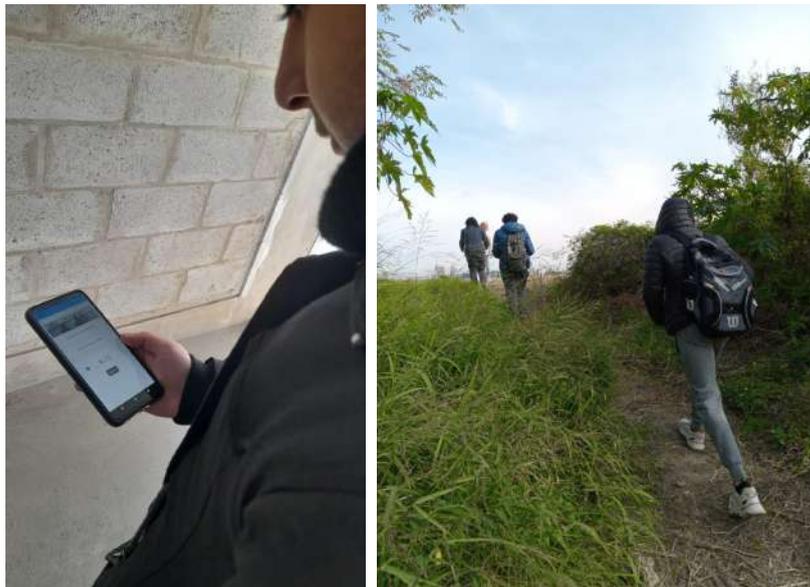


Figura 24. *Izquierda:* Gadiel Sánchez Burgueño registrando las respuestas en la App. *Derecha:* Estudiantes de la EST-UNSAM recorriendo el área relevada.

3. Resultados y discusión

El índice de calidad ambiental promedio del sitio alcanzado a partir del relevamiento y arrojado por la aplicación fue de 6.18 y las respuestas indicaron las tendencias que se muestran en la figura 25.

En base a lo registrado se puede decir que estamos ante una zona residencial poco urbanizada, con fauna principalmente conformada por aves y peces, mucha vegetación costera de tipo nativa y exótica, agua de diferentes coloraciones y con mal olor, suelo predominantemente constituido por tierra, barro y/o arcilla y con presencia de mucha basura en área costera. Asimismo, dentro de las observaciones se detalló la composición de la basura, integrada por fierros, botellas, prendas, plásticos, elementos de pesca como tanza, anzuelos, plomadas. También se mencionó la existencia de mucho material orgánico que estaba invadiendo el agua, la cual presentaba mal olor y estancamiento.

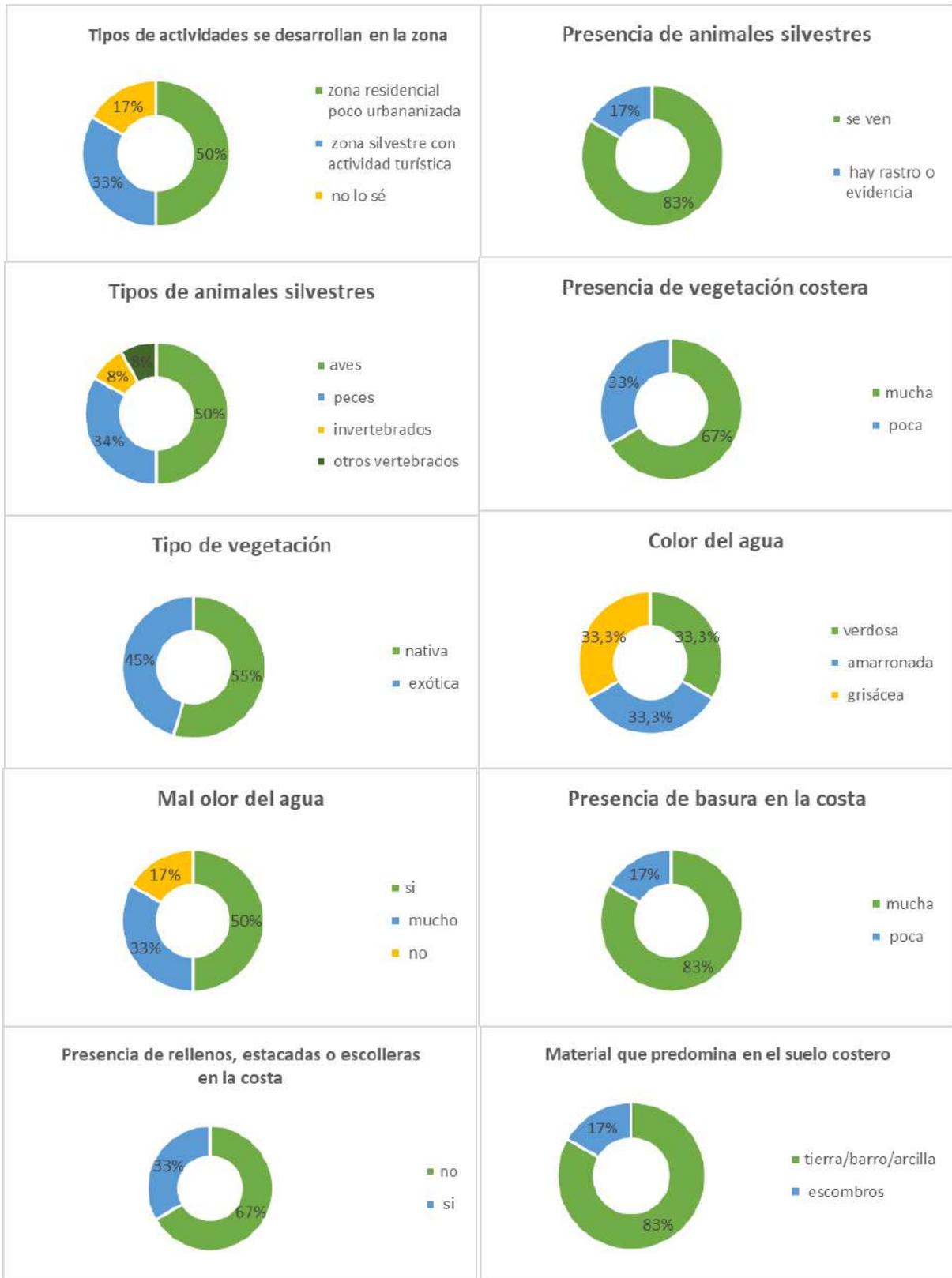


Figura 25. Resultados obtenidos aplicando el índice ICALi utilizando la App móvil.

4. Conclusiones

El índice alcanzado con este relevamiento resultó coherente con muchos de los resultados obtenidos por los ensayos físico-químicos y microbiológicos: la coloración alterada y presencia de olores desagradables en el agua del área puede atribuirse a la elevada concentración de materia orgánica combinada con la actividad bacteriana. Estas condiciones además se relacionan, por un lado, con los bajos niveles de oxígeno disuelto y, por otro, con los altos valores de turbidez y de partículas en suspensión. Dichos indicadores, sumado a la importante cantidad de materia orgánica y basura de diversa índole manifestada, son producto de la descarga de contaminantes tanto en el arroyo Raggio como en el pluvial Laprida.

A futuro se recomienda repetir el registro para estudiar hasta qué punto la tasa de contaminación altera la biodiversidad del ecosistema acuático y terrestre del área, en particular de las especies relevadas durante el recorrido.

Una consideración a tener en cuenta es que durante la actividad las y los estudiantes diagnosticaban la zona en base a parámetros construidos en función de los ambientes que transitan frecuentemente en su propio barrio, los cuales no coincidían del todo con la opinión de los vecinos de la zona. Por ejemplo, mientras que para los vecinos el sitio presentaba basura de forma excesiva, las y los estudiantes consideraban que era moderada. Por ello en este tipo de experiencias es importante tener en cuenta la cuestión de la construcción del entorno y cómo los distintos actores que participan del recorrido pueden tener percepciones diferentes respecto del ambiente circundante. El desafío de este tipo de instancias colectivas es poner en diálogo todas esas voces.

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis realizado ha permitido en principio el trabajo articulado entre generaciones y espacios, con un diálogo entre jóvenes en formación, científicas/cos investigadoras/es y vecinas/os preocupadas/os ante problemáticas ambientales. Poner en juego la heterogeneidad de saberes, que conjuga aquellos más escolares, con los científicos, técnicos y tecnológicos, y con aquellos que aprendemos, compartimos y desarrollamos en y para la construcción de nuestra ciudadanía desde una perspectiva de derechos, entre ellos: derecho a un ambiente digno, a una ciudad limpia, etc.

Este tipo de iniciativas no solo despiertan el interés por la ciencia y la tecnología, sino que también tienden un puente fundamental entre la educación secundaria y el mundo académico y profesional, ofrecen a las y los estudiantes una visión más amplia de las oportunidades que la educación superior puede ofrecerles. Al experimentar de primera mano el trabajo en laboratorios y centros de investigación, las y los jóvenes pueden identificar áreas de interés específicas, fortalecer sus conocimientos y habilidades, y visualizar un futuro en el que su formación académica esté alineada con sus pasiones e intereses. Además, promueven la integración de conocimientos teóricos con la práctica, algo crucial en disciplinas donde la aplicación de la ciencia a problemas reales es esencial. A través de estas experiencias, la Universidad se convierte en un espacio accesible y relevante, donde los sueños de los estudiantes pueden transformarse en objetivos concretos.

Los ensayos que hemos llevado a cabo en los laboratorios nos permiten comprender que la contaminación de los arroyos se ha convertido en un problema ambiental de gran magnitud, especialmente en cuencas como la del Río de la Plata que es de donde proviene el agua que consumimos. La Salud de esos cuerpos de agua es de vital importancia para los ecosistemas implicados y las personas que habitan en sus alrededores. Sin embargo, la presencia de microorganismos patógenos y iones disueltos en los arroyos superando los límites recomendados representa un grave peligro para la salud pública y el equilibrio del medio ambiente.

La presencia de microorganismos patógenos en los arroyos es un claro indicador de la contaminación y la falta de cuidados adecuados del agua. Esos microorganismos son responsables de numerosas enfermedades transmitidas por el agua, como diarreas, neumonías e infecciones. Representa un riesgo invisible. Mediante estos estudios advertimos de su existencia y peligrosidad.

Por otro lado, los elevados niveles de iones disueltos, partículas en suspensión y turbidez en los arroyos también dan cuenta de un grave problema para la salud de las personas y el medio ambiente. Todos los contaminantes mencionados provienen de vuelcos clandestinos de origen industrial y domiciliario que por los motivos previamente expuestos deberían ser controlados por

organismos pertinentes. Sin los correspondientes controles estos cuerpos de agua, que deberían ser fuentes de vida y biodiversidad, continuarán funcionando como receptáculos de desechos y sustancias nocivas que afectan tanto a los ecosistemas acuáticos como a la salud humana. Estos controles son el punto de partida para dar inicio a la remediación del arroyo Raggio, la protección del humedal y su gran biodiversidad.



Agradecimientos

Este equipo de trabajo agradece a:

- Las y los vecinos de la organización Moviada Ambiental de Vicente López que nos convocaron y nos recibieron en el territorio, al Foro por la vuelta al reconquista que nos permitió aprender y continuar el camino.
- La Escuela de Ciencia y Técnica (ECyT) de la UNSAM por proveernos del espacio de laboratorio.
- La Escuela de Hábitat y Sostenibilidad (EHyS) de la UNSAM por la visita guiada a los laboratorios de investigación y en especial a la Decana Dra. Susana Larrondo por su apoyo y colaboración en la revisión del presente documento.
- Carlos Gurvich, Tomás Buratti, Carlos Roberto, Alba Costa, Flavia Affanni, Marcela Verbrugge, Susana Felipa, Estefania Bracco, Carolina Aronzon, Julieta Peluso, Pedro Rivas, Ana Saura.