

	<p>Universidad de la República - CSIC</p>	
	<p>Formulario de Informe final del Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil Edición 2014</p>	

DATOS DEL PROYECTO
·Título del Proyecto: Factores ambientales que favorecen el crecimiento de cianobacterias en la cuenca del Río Santa Lucía, Uruguay
·Número ID del proyecto: 212 - 348
·Área de conocimiento: Limnología
·Facultad o Servicio: Facultad de Ciencias
·Nombre completo de los-as Integrantes del equipo: Hernán Olano, Paula Levrini
·Correo electrónico del/de la estudiante referente: herol1991@gmail.com
· Nombre completo del/de la docente orientador-a: Luis Aubriot
·Correo electrónico del/de la docente orientador-a: luis.aubriot@gmail.com

INFORME FINAL
(desde ítem 1 a 7 la extensión máxima POR ÍTEM es de una carilla)

1) **Transcriba los objetivos del proyecto tal cual figuraban en la solicitud financiada.**

Objetivos generales

- Evaluar los principales factores físico-químicos que favorecen el crecimiento de cianobacterias en el embalse de Paso Severino.

Objetivos específicos

- Evaluar la estructura y funcionamiento físico y químico vertical del cuerpo de agua, y presencia de cianobacterias.
- Conocer los factores ambientales potencialmente favorables para el crecimiento de poblaciones de cianobacterias, en condiciones controladas de laboratorio, para conocer la capacidad de formar floraciones de las especies presentes.

2) **Enumere y describa las principales actividades desarrolladas en el marco de su proyecto.**

El proyecto constó de 2 salidas de campo, con el fin de muestrear diferentes áreas de la cuenca del Río Santa Lucía. Las mismas se llevaron a cabo en el Río Santa Lucía y en un afluente el Arroyo Lázaro, próximos al pueblo San Ramón. Se midieron distintas variables físico-químicas como: oxígeno disuelto, temperatura, conductividad, potencial redox, pH, radiación fotosintéticamente activa (PAR), turbidez, se tomó el punto de georeferencia en cada sitio de muestreo mediante GPS. Se midieron los caudales con perfilador acústico ACDP.

Se determinó las concentraciones de nutrientes; fosfato (método de molibdato de amonio), nitrato (salicilato de sodio), nitrito (sulfanilamida), amonio (azul de idofenol) (APHA 1985), nitrógeno total y fósforo total (Valderrama 1981).

Se halló el Biovolumen de fitoplancton y la clorofila *a* mediante el método de etanol caliente según Nusch, ambos estudios se realizaron con el fin de estudiar la composición y biomasa presente de fitoplancton (Water monitory 2008; Nusch 1980).

La segunda salida fue llevada a cabo en el mismo sitio con el fin de tomar muestras para realizar un experimento de incubación. Las muestras de agua fueron extraídas del Río Santa Lucía. El experimento se realizó por triplicado, poniendo a incubar por un lado agua perteneciente a el Río Santa Lucía, considerada como control y por otro lado, agua del mismo punto más un inóculo proveniente de un efluente industrial, el cual desemboca en el mismo Santa Lucía y posee altas concentraciones de nutrientes y biomasa de fitoplancton. Dicho experimento se llevó a cabo bajo se condiciones de luz y temperatura controladas, con el fin de evaluar el desarrollo y crecimiento de fitoplancton detectando los factores físico-químicos que lo favorecen.

Indique si se han efectuado todas las etapas planteadas en el cronograma de ejecución del proyecto. En caso de que su cronograma haya sufrido alteraciones o no se haya podido cumplir con todas las etapas definidas en el cronograma, aclare los motivos de tal situación.

Las etapas planteadas han sido todas realizadas con éxito, tanto la compra de insumos, la recopilación de datos y revisión bibliográfica, las salidas de campo, sus correspondientes análisis de parámetros físico-químicos y de fitoplancton y las incubaciones de las muestras en laboratorio bajo condiciones controladas. La única alteración que sufrió el proyecto fue un cambio en el área de estudio, dado por el estado del agua del embalse de Paso Severino

estudiado previamente por el equipo de Limnología, donde se había planteado inicialmente la ejecución del proyecto. Por tales motivos el estudio se realizó en otras zonas de la cuenca de Santa Lucía pero persiguiendo los mismos objetivos.

3) Indique los principales resultados obtenidos. Aclare hasta qué punto coinciden - o no - con los resultados esperados por parte del equipo.

Análisis químico

El efluente industrial (P1) fue el punto de muestreo con la mayor concentración de nutrientes (fósforo total (PT), fósforo reactivo soluble (PRS), nitrógeno total (NT), nitrito (NO₂), nitrato (NO₃) y amonio (NH₄)). Mientras que, en los puntos situados sobre el Río Santa Lucía antes de la entrada del efluente (P2) y luego de la entrada del efluente (P3) se obtuvieron concentraciones similares, siendo PT, PRS, NO₃, levemente mayores en P3 y NT, NO₂, NH₄ levemente mayores en P2 (Tabla 1).

Tabla 1. Concentración de fósforo total (PT), fósforo reactivo soluble (PRS), nitrógeno total (NT), nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), amonio (NH₄) en µg/l para los tres puntos de muestreo P1, P2, P3. Carga de PT en kg/día.

	PT	PRS	NT	NO ₂	NO ₃	NH ₄	PT kg/día
P1	10227 ±11362	2024 ±278	15392 ± 1717	92 ±16	239 ± 96	762 ± 50	3,6
P2	71 ± 6	47 ± 0	288 ± 78	2 ± 1	32 ± 3	19 ± 1	35,3
P3	74 ± 0	69 ± 3	227 ± 64	1 ± 0	40 ± 7	17 ± 1	39,5

Análisis fitoplanctónico

En cuanto a el fitoplancton se observa un mayor Biovolumen en el punto P1 (efluente industrial), seguido por P3 (Río Santa Lucía aguas abajo del efluente) y por último P2 (Río Santa Lucía aguas arriba del efluente). Además se observa la presencia de cianobacterias en P1 y P3 pero no en P2 (Tabla 2). La concentración de clorofila *a* acompañan estos resultados, encontrándose la mayor concentración en P1, luego P3 y por último P2 (Tabla 3).

Tabla 2. Biovolumen de fitoplancton en mm³ /l diferenciando en taxa para los tres puntos de muestreo P1, P2, P3. Se muestra el porcentaje (%) de cianobacterias para cada punto.

TAXA	P1	P2	P3
Diatomea pennada	0,09	0,58	0,62
Diatomea céntrica		0,12	0,09
Chlorococcal		0,01	
Crypsophyta		0,000032	
Org. menor a 10 micras	0,12		
Euglenophyta	0,01		
Cianobacterias			
Pseudoanabaena	0,0055		
Chroococcal	0,001		0,0025
% de cianobacteria	2,86	0	0,35

Tabla 3. Concentración de clorofila *a* para los tres puntos de muestreo P1, P2 y P3.

	Clorofila <i>a</i> (ug/l)
P1	123 ± 19
P2	1 ± 0
P3	2 ± 0

Incubaciones de muestras en laboratorio

En el experimento con incubaciones se observó un mayor crecimiento de fitoplancton en los tratamientos con inóculo (muestra de agua de efluente) en comparación a los tratamientos sin inóculo. Esto se determinó mediante el cálculo del Biovolumen en diferentes estadios de experimento (inicial y final). Además se observó la existencia de un mayor porcentaje de cianobacterias (92.39 %) para el caso de los tratamientos con inóculo, mientras que en el caso de los tratamientos control (sin inóculo) se obtuvo un 2.23 % de cianobacterias, siendo dominante otros componentes del fitoplancton (Tabla 4).

Tabla 4. Biovolumen de fitoplancton en mm³ /l diferenciando en taxa para los tratamientos, con inóculo y sin inóculo.

Taxa	Control inicial	Sin inóculo final	Con inóculo final
Diatomea pennada	0,11	0,89	8,54
Diatomea céntrica	0,04	0,042	
Chlorococcal	0,08	0,02	2,06
Crypsophyta	0,05	0,1	0,30
Org. Menor a 10 micras	0,15	2,26	7,99
Euglenophyta		0,06	
Cianobacterias			
Pseudoanabaena			4,84
Chroococcal			
Nostocal		0,07	
Oscillatorial	0,01	0,0069	0,05
Fomidium			224,6
% de cianobacteria	2,27	2,23	92,39

La concentración de clorofila *a* coincide con estos resultados ya que también fue mayor en los tratamientos con el inóculo que sin inóculo (Tabla 5).

Tabla 5. Concentración de clorofila *a* para las diferentes etapas del experimento

	Clorofila <i>a</i> ug/l
Sin inóculo	24 ± 35
Con inóculo	43 ± 52

En cuanto a la concentración de nutrientes se observa que la concentración de PT, PRS, NT, NH₄ es mayor en las muestras con inóculo y NO₂, NO₃ es mayor en la muestra sin inóculo (Tabla 6).

Tabla 6. Concentración de fósforo total (PT), fósforo reactivo soluble (PRS), nitrógeno total (NT), nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), amonio (NH₄) en µg/l para la etapa final de la incubación sin inóculo y con inóculo.

	PT	PRS	NT	NO ₂	NO ₃	NH ₄
Sin inóculo	76 ± 1	58 ± 1	199 ± 67	2 ± 1	21 ± 10	15 ± 9
Con inóculo	592 ± 28	311 ± 15	634 ± 99	1 ± 0	17 ± 11	20 ± 11

El estudio de nutrientes en los tres puntos de muestreo P1, P2 y P3, coincide con lo esperado, encontrándose mayor concentración de los mismos en P1 (efluente industrial) que para P2 y P3. Así mismo, para el estudio del Biovolumen y la clorofila *a*.

En la incubación de las muestras los resultados también fueron los esperados, obteniéndose un mayor desarrollo de fitoplancton y en particular de cianobacterias en los tratamientos con inóculo de P1 que en el caso de los control (sin inóculo).

4)

Indique si los resultados parciales o finales del proyecto fueron difundidos a través de alguna actividad (charlas, seminarios, talleres, prensa, edición de materiales impresos, etc.).

Hasta el momento los resultados obtenidos no han sido difundidos.

5) En caso de haber enfrentado dificultades en el desarrollo del proyecto de investigación, realice una breve descripción de las mismas.

La gestión de los fondos para la compra de materiales necesarios para el proyecto era una tarea engorrosa y en algunos casos compleja.

6) En base a su experiencia de trabajo en equipo en el marco de este Programa, le solicitamos que realice sugerencias o comentarios para ser tomados en cuenta en futuras ediciones del mismo.

Consideramos que esta instancia es una muy buena oportunidad de aprendizaje y familiarización con lo que es la investigación científica. Ha sido una experiencia muy enriquecedora para la carrera.

8) Resumen publicable de no más de 250 palabras que sea accesible para un público amplio, y en un lenguaje dirigido a no especialistas en la temática de la

investigación. En este resumen se debe dar cuenta de los objetivos del proyecto, los pasos seguidos para cumplirlos y los principales resultados alcanzados.

El resumen debe contener la siguiente información:

título del proyecto

servicio

nombre de los integrantes del equipo

nombre del docente orientador

Resumen publicable:

**Factores ambientales que favorecen el crecimiento de cianobacterias en la
cuenca del Río Santa Lucía, Uruguay**

Hernán Olano & Paula Levrini

Orientador: Luis Aubriot

Co-orientador: Fátima Martigani

Facultad de Ciencias

El aporte de nutrientes de origen antrópico provoca la eutrofización de los ecosistemas acuáticos, generando un aumento de los productores primarios. Dentro de este grupo se encuentran las cianobacterias, las cuales pueden tener crecimientos masivos provocando cambios drásticos en la estructura de las comunidades acuáticas, disminuyendo la biodiversidad y la calidad del agua, generando dificultades en la potabilización. La cuenca del río Santa Lucía recibe los efluentes de diversos tipos de industrias, centros urbanos y actividades agropecuarias, generando un elevado aporte de nutrientes. Sin embargo, esta cuenca abastece de agua potable al 60% de la población del país. Se evaluaron los principales factores que favorecen el crecimiento de cianobacterias en el río Santa Lucía. Se analizaron propiedades físico-químicas y biológicas del agua en distintos puntos de la cuenca, además de una incubación de muestras en laboratorio bajo condiciones controladas. Se observó que factores, como el tiempo de residencia del agua, nutrientes, luz, y la intromisión de un efluente de origen industrial, puede generar un aumento del crecimiento de cianobacterias. De esta forma, es necesario tomar medidas para gestionar de forma adecuada las prácticas de tratamiento de aguas de origen industrial, las cuales pueden significar no solo un aporte de nutrientes constante sino que también inóculos potenciadores de cianobacterias, aumentando los riesgos de floraciones algales en los cursos receptores.

9) En la siguiente tabla ingrese la información solicitada en relación a los **equipos y la bibliografía adquiridos con fondos del PAIE**. Recuerde que debe entregar todos los ítems adquiridos en los dos rubros antes mencionados, para que éstos formen parte del acervo de su institución y puedan ser utilizados por equipos financiados en posteriores ediciones de este programa.

EQUIPOS	
cantidad	ítem - descripción

BIBLIOGRAFÍA	
cantidad	autor(es), título, editorial, año

Desde el 1/12/2015 y hasta el 15/12/2015 se deberá entregar a los Ayudantes I+D de los Servicios lo siguiente:

·Un CD con el **informe final** en formato .odt o .pdf. Y con el **póster** en su versión digital en formato .jpg o .pdf

·Equipos y bibliografía adquiridos con fondos del PAIE (declarados en la lista conformada en el ítem 8 de este documento)

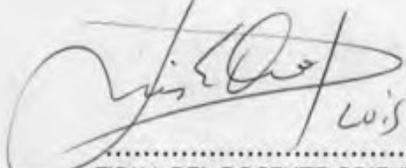


HEENAN OJANO
FIRMA DEL ESTUDIANTE RESPONSABLE

Se solicita al **docente orientador** que brinde una **opinión general** acerca del **desempeño de su equipo de estudiantes** durante el transcurso de la investigación y que evalúe en forma breve los **resultados** expuestos a través de este informe y el contenido de su **resumen publicable**. (máx 200 palabras)

Comentarios del docente orientador:

Considero que el trabajo realizado fue muy relevante y que aportó al conocimiento de los factores que afectan la calidad de agua en nuestro país, en particular, en la cuenca del R. Santa Lucía. El desempeño de los estudiantes fue satisfactorio y mostraron flexibilidad e interés frente a nuevos desafíos. Se realizó una abordaje de complementario, con monitoreos de campo, evaluación de cargas (caudales) de nutrientes y de fitoplancton, así como un enfoque experimental con incubación de muestras en el laboratorio para determinar si puede ocurrir crecimiento de cianobacterias a partir de un efluente industrial. El resultado fue novedoso a la vez que marca el alto riesgo que conlleva el aporte de efluentes industriales con tratamiento incompleto en la cuenca del R. Santa Lucía. El trabajo fue primario, por lo cual es un excelente disparador de hipótesis a ser testadas en futuros estudios.



LUIS E. AUBRIOT
FIRMA DEL DOCENTE ORIENTADOR