

# EVALUACIÓN ECOTOXICOLÓGICA DEL AGUA DEL ARROYO "EL CURA" A TRAVÉS DE UN BIOENSAYO CON *LACTUCA SATIVA L.* (GUALEGUAYCHÚ, ENTRE RÍOS)

## Ecotoxicological evaluation of the water of the "El Cura" stream through a bioassay with *Lactuca Sativa L.* (Gualeguaychú, Entre Ríos)

Paredes, María Gimena<sup>1</sup>; Aguer, Irene<sup>1</sup>; Crettaz Minaglia, Melina Celeste<sup>1,3,4</sup>; Ávila Hernández, Elizabeth<sup>1</sup>; Giménez, María Juliana<sup>1,2</sup>; San Millán, Florencia<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Indicadores Biológicos y Gestión Ambiental de Calidad de Agua, Facultad de Ciencia y Tecnología, UADER. <sup>2</sup>Dirección de Ambiente, Municipalidad de Gualeguaychú, Entre Ríos. <sup>3</sup>Laboratorio de Toxicología General, FCE, UNLP. <sup>4</sup>CONICET  
paredes.gimena@gmail.com

Palabras clave: bioensayo, calidad de agua, arroyo El Cura

### Resumen

El propósito del siguiente trabajo es evaluar el potencial efecto ecotóxico y fitotóxico que producen los diferentes vertidos sobre la biota del arroyo El Cura. Se consideraron tres puntos y se realizaron 6 muestreos. Para los bioensayos se utilizaron semillas de *Lactuca Sativa L.* y se determinó la longitud de la raíz e hipocotilo, la diferencia de crecimiento entre los diferentes puntos y el control y el porcentaje de germinación. Se complementó este estudio con determinaciones fisicoquímicas. *L. Sativa* mostró niveles de toxicidad para la mayoría de las muestras analizadas. La mayoría de los parámetros fisicoquímicos no cumplieron con los establecidos por los organismos nacionales e internacionales. Los puntos 3 y 4 presentaron en general mayor deterioro de la calidad del agua.

### Abstract

The purpose of the following work is to evaluate the potential ecotoxic and phytotoxic effect produced by the different discharges on the biota of the "El Cura" stream. Three points were considered and 6 samplings were made. For the bioassays, seeds of *Lactuca Sativa L.* were used and the length of the root and hypocotyl were determined, the growth difference between the different points and the control and the percentage of germination. This study was complemented with physicochemical determinations. *L. Sativa* showed toxicity levels for most of the samples analyzed. The majority of physicochemical parameters did not comply with those established by national and international organizations. Points 3 and 4 generally showed a greater deterioration in water quality.

### Introducción

Una de las necesidades más relevantes en el manejo y la gestión ambiental de los cuerpos de agua, es el desarrollo de herramientas de monitoreo para la evaluación de los efectos tóxicos de compuestos sobre los sistemas biológicos (Sobrero, 2010). En general, estos estudios de calidad ambiental se basan en análisis fisicoquímicos. Pero estimar los efectos en la biota basándose exclusivamente en parámetros fisicoquímicos es incompleto. Es por esto que, es importante realizar bioensayos que permitan observar el efecto conjunto de los compuestos presentes en el agua (Ronco y Sobrero, 2004).

El arroyo El Cura está ubicado en la periferia de la ciudad de Gualeguaychú y establece el límite entre la zona rural y urbana. Esta situación le impone tensiones ambientales como la descarga de efluentes cloacales de la ciudad, luego de su paso por la planta de tratamiento, el lixiviado de sustancias del viejo basural ubicado en sus inmediaciones, la presencia de nuevos barrios en la zona y la recepción de escorrentías provenientes de la actividad agropecuaria (Ávila Hernández, 2017). Por esta razón, el propósito del siguiente trabajo es evaluar el potencial efecto ecotóxico y fitotóxico que producen los diferentes vertidos sobre la biota del arroyo El Cura a través de bioensayos con *Lactuca Sativa L.* y determinaciones fisicoquímicas.

### Materiales y métodos

Se consideraron tres puntos de muestreo sobre el arroyo El Cura, este arroyo es un afluente de la cuenca baja del río Gualeguaychú. El punto 1 ubicado en la cuenca alta del arroyo, previo a la descarga de la planta de tratamiento de efluentes cloacales, y posterior a la planta de

clasificación de residuos sólidos urbanos y relleno sanitario. (S: 33°02.755' W: 05832.578'). El punto 2 se encuentra en la confluencia del arroyo El cura y la cañada Las Achiras. (S: 33° 02.430' W058° 30.923'). El punto 3 constituye la zona de confluencia con el río Gualaguaychú. (S: 33° 02.535' W: 058° 30.542'). Se realizaron 6 muestreos entre octubre de 2016 y noviembre de 2017 y se tomó, para cada punto, una muestra de agua para análisis fisicoquímicos y una para los bioensayos, también se tomaron parámetros fisicoquímicos *in situ*, como temperatura, oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT) y pH. Las determinaciones fisicoquímicas fueron realizadas por la Dirección de Ambiente del municipio de Gualaguaychú, donde se obtuvieron resultados para DBO<sub>5</sub>, DQO, Nitrógeno Total (NT), Nitritos, Nitratos, Amonio, Fósforo Total (PT), Fósforo Reactivo Soluble (PRS) y Hierro Total.

Para los bioensayos se utilizaron semillas de lechuga (*Lactuca Sativa L.*). Siguiendo el protocolo propuesto por Sobrero y Ronco (2004) se colocó un papel de filtro en cada placa de Petri, se saturó con la muestra y se colocaron 20 semillas. Se evaluó la muestra del agua del arroyo al 100% y un control negativo. Luego, las placas fueron incubadas por 120 horas a una temperatura de 22± 2 °C. Posteriormente se registró la longitud de la raíz e hipocotilo, la diferencia de crecimiento entre los diferentes puntos y el control y el porcentaje de germinación. Se efectuaron análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5% entre los tres puntos y entre los seis muestreos. Posteriormente se realizó un análisis de comparaciones múltiples de Tukey. Para determinar la toxicidad se calificaron como tóxicas las muestras que presentaron un crecimiento significativamente diferente ( $p < 0.05$ ) al control (Sykora, 2016).

Con los parámetros fisicoquímicos se realizó un cálculo estadístico descriptivo y para tener una mejor interpretación se comparó con límites establecidos por organismos nacionales e internacionales como el decreto reglamentario N° 831/93 de la Ley de Residuos Peligrosos de Argentina, los Niveles guía de calidad de agua ambiente de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de Argentina, el Digesto sobre el uso y aprovechamiento del Río Uruguay de la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), el decreto 253/79 de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental en su decreto supremo N° 002-2008 del Ministerio del Ambiente de la República de Perú (MINAM).

## Resultados

### Ensayos ecotoxicológicos con *Lactuca Sativa L.*

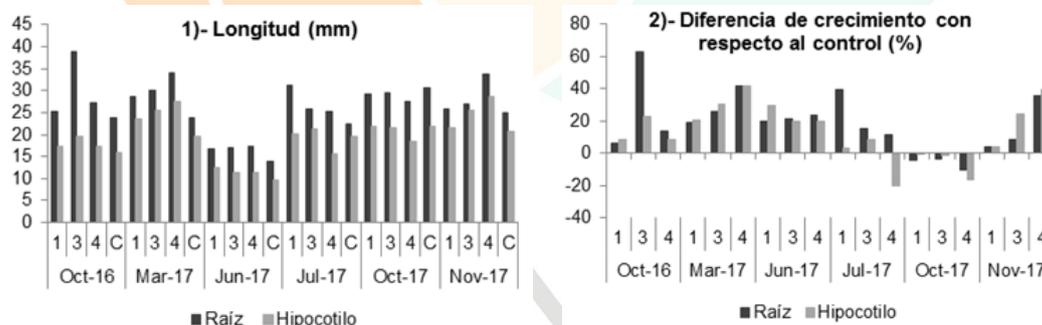


Figura 1. 1)- Longitud de la raíz e hipocotilo de los puntos de muestreo (1,3 y 4) y el control (C) y 2)- Diferencias de crecimiento de los puntos de muestreo con respecto al control (%).

Como resultado del ensayo realizado en oct-16 se encontró que en todos los puntos, tanto en la raíz como en el hipocotilo, se produjo una elongación significativamente mayor que el control. Además se observa un crecimiento muy marcado de la raíz en el punto 3 (63%). Lo mismo ocurrió con los datos de mar-17 y de jun-17. Pero a diferencia del primer muestreo, en mar-17 la longitud de la raíz fue mayor en el punto 4 (41%) y en jun-17 el mayor efecto se produjo en el punto 1, con un aumento en la longitud del hipocotilo del 29%.

Las muestras de jul-17 establecieron un crecimiento significativo en la elongación de la raíz, con un máximo de 39% en el punto 1. Respecto al hipocotilo, hubo diferencias significativas en el punto 3 y 4. La muestra del punto 4 presentó una inhibición significativa del 20 %.

En los resultados de las muestras de oct-17 se encontró una reducción significativa en el punto 4 correspondiente tanto a la longitud de la raíz como a la del hipocotilo. En cuanto a los puntos 1 y 3 también se produjo inhibición pero las diferencias no fueron significativas.

Los resultados de nov-17 presentaron un crecimiento significativo en la raíz e hipocotilo en las muestras de los puntos 3 y 4. Al igual que en mar-17, el mayor efecto lo tuvo el punto 4 con un 36% de crecimiento de la raíz y un 39% el hipocotilo respecto del control.

En cuanto al porcentaje de germinación, en ninguno de los casos se encontraron diferencias entre las semillas de las muestras de agua del arroyo con respecto al control. En todos los casos el porcentaje de germinación superó el 95%.

### Parámetros fisicoquímicos

Tabla 1- Estadísticos descriptivos de los puntos de muestreo. Se describe la media, n (número de muestras), DS (desviación estándar), Mín. (mínimo) y Máx. (máximo) de los parámetros fisicoquímicos

	T aire °C	T agua °C	pH	OD mg/L	OD %	CE µS/cm	SDT mg/L	DBO <sub>5</sub> mg/L	DQO mg/l	NT mg/L	Nitro- tos mg/L	Nitri- tos mg/L	Amo- nio mg/L	PT mg/L	PRS mg/L	Hie- rro mg/L	
Punto 1	Media	20.08	18.85	7.21	7.75	82.42	711.67	354	11.8	53.5	1.94	0.43	0.02	0.39	0.34	0.25	0.82
	n	6	6	6	6	6	6	6	5	4	6	6	6	6	6	6	6
	DS	3.85	3.27	0.47	2.1	24.53	266.61	131.26	9.91	16.28	0.78	0.17	0.01	0.2	0.21	0.19	0.37
	Mín.	14.50	14.5	6.34	4.84	53	327	164	3	34	1.03	0.13	0.01	0.2	0.18	0.1	0.31
	Máx.	24	22.9	7.7	10.95	124.5	960	470	28	72	2.88	0.61	0.03	0.68	0.72	0.63	1.29
Punto 3	Media	26.33	20.3	7.15	1.7	18.52	663.33	331.5	15.92	49	1.42	0.35	0.06	0.21	1.56	1.27	1.2
	n	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6
	DS	6.09	3.91	0.18	1.44	15.31	260.69	129.05	4.50	14.83	0.95	0.19	0.05	0.25	0.48	0.41	0.31
	Mín.	17	16.6	6.93	0.56	5.5	392	196	9	35	0.37	0.18	0.02	0.01	1.11	0.89	0.91
	Máx.	33	26.2	7.36	4.36	45.5	1122	557	20	72	2.63	0.67	0.14	0.69	2.38	1.88	1.8
Punto 4	Media	25.17	19.57	7.02	1.99	21.53	495.67	249.33	10.56	55	1.38	0.44	0.04	0.53	1.16	0.95	2.18
	n	6	6	6	6	6	6	6	5	4	6	6	6	6	6	6	6
	DS	4.83	3.7	0.31	1.02	12.23	162.49	78.56	5.47	13.29	0.51	0.24	0.04	0.29	0.32	0.32	1.58
	Mín.	17	14.9	6.47	0.86	8.05	303	161	6	41	0.79	0.11	0.01	0.13	0.87	0.56	0.07
	Máx.	30	24.4	7.31	3.26	38	708	353	19	72	2.01	0.77	0.09	0.79	1.71	1.41	4.83

Los valores de temperatura fueron acordes a la estacionalidad y el pH también presentó valores normales. En cuanto a los valores de OD de los puntos 3 y 4 están muy por debajo de los límites establecidos por la CARU en su Digesto sobre el uso y aprovechamiento del Río Uruguay (CARU, 1986) (5.6 mg/L). En oct-16 se presentaron los valores más bajos.

La concentración de SDT está relacionada con la CE. Tal es así que existe una correlación directa entre estos parámetros. De este modo, el punto 1 fue el que presentó mayores valores y comparando los diferentes muestreos, en jul-17 se hallaron los valores más elevados. De todos modos, la CE no supera los valores esperados para ambientes dulceacuícolas (entre 10 µS/cm y 1000 µS/cm) (Chapman, 1996). Aunque, se registró en el punto 3 un valor de 1122 µS/cm en jul-17, siendo un valor extremo, no observado anteriormente.

Los valores de DBO<sub>5</sub> resultaron mayores en el punto 3 (15.92 mg/L). Aunque el máximo alcanzado fue el punto 1 con 28 mg/L. En oct-16 se registraron mayores valores. Estos valores son ampliamente superados por el límite establecido por la CARU de 5 mg/L para aguas destinadas a la conservación del ambiente acuático. Para la DQO aunque no hubo diferencias significativas, el punto 4 fue el que presentó valores más elevados (55mg/l). Asimismo, el muestreo que registró mayores valores fue el de nov-17 con una media de 67.33 mg/L.

Las concentraciones de NT fueron mayor en el punto 1 (1.94 mg/L) con un valor máximo de 2,88 mg/L. Entre los muestreos, el mayor valor registrado fue en Mar-17 (2.46 mg/L). Estos valores superaron el límite establecido por el decreto 002-2008 de Perú para la conservación del ambiente acuático (MINAM, 2008) de 1.6 mg/L. Para nitratos se registraron los valores más altos en el punto 4 aunque las diferencias entre los puntos fueron mínimas. Sí hubo mayor diferencia entre los muestreos con valores desde 0.58 mg/l en oct-16 hasta 0.14 mg/L en oct-17. Las concentraciones en aguas superficiales dulces de Argentina, se sitúan en el rango 0.17 mg/L – 1.10 mg/L (SSRH, 2003), encontrándose los valores de este trabajo dentro de este rango. Además, el decreto 253/79 de la DINAMA establece un máximo de 10 mg/L para aguas destinadas a la recreación y para la preservación del ambiente acuático (DINAMA, 1978). En cuanto a nitritos los valores estuvieron dentro de lo esperado para aguas superficiales dulces (0.005 - 0.07 mg/L) (SSRH, 2003). El punto 3 presentó valores más elevados (0.06 mg/L). Si bien no hubo diferencia significativa, el muestreo que presentó mayor concentración fue el de oct-16 (0.09 mg/L). Ninguna muestra superó el valor máximo establecido por el decreto 002-2008 de Perú (1 mg/L) para aguas destinadas a la recreación con contacto primario (MINAM, 2008). Los valores de amonio encontrados fueron mayor en el punto 4 (0.53 mg/L). A su vez, se registró mayor concentración en el muestreo de oct-17. Ninguna de las muestras superó el nivel máximo establecido por el decreto reglamentario 831/93 de la Ley de Residuos Peligrosos de Argentina para la protección de la vida acuática de aguas dulces superficiales (1.37 mg/L).

Los puntos 3 y 4 tienen valores de PT y PRS significativamente mayores que el punto 1. Para PT se encontraron niveles mayores en el punto 3 (1.56 mg/L). El muestreo de jul-17 presentó

mayor concentración en ambas determinaciones. Todos los valores de PT superaron los límites establecidos por la DINAMA para aguas destinadas a la recreación por contacto directo y para la preservación del ambiente acuático (0.025mg/L).

Los niveles más altos registrados de Hierro fueron en el punto 4 con 2.18 mg/L. El muestreo de nov-17 fue el que registró los valores mayores. Según Förstner & Wittmann (1983) la concentración media en aguas dulces es <0.03 mg/L. Sin embargo, en muestras de los ríos Uruguay, Paraná, Paraguay y de la Plata se han encontrado niveles entre 0.1 mg/L hasta 2,81 mg/L (SSRH, 2003). La mayor parte de las muestras estudiadas se encuentran dentro de estos límites, pero el máximo establecido por la CARU (para aguas destinadas a la conservación del ambiente acuático y a la recreación), es 1 mg/L, siendo superado en la mayoría de los casos.

## Conclusiones

Los ensayos realizados demostraron niveles de toxicidad en las muestras analizadas, exceptuando las del punto 1 en los últimos tres muestreos. En todos los muestreos se produjo una sobreestimulación de la longitud de la raíz e hipocotilo excepto en octubre de 2017 que a diferencia del resto mostró una inhibición en la elongación.

Los parámetros fisicoquímicos que no cumplieron con los valores establecidos por organismos nacionales e internacionales fueron OD, DBO<sub>5</sub>, DQO, NT, PT y hierro total.

Los puntos de muestreo 3 y 4 fueron los que en general presentaron un mayor deterioro en la calidad del agua, teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos y ecotoxicológicos. Los ensayos mostraron mayor crecimiento en las muestras de estos puntos con respecto al control y las concentraciones de oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, fósforo total, fósforo reactivo soluble y hierro total no se encontraron dentro de los parámetros normales establecidos para aguas dulces superficiales. Esto podría explicarse porque el punto 3 se encuentra en la desembocadura de la cañada Las Achiras, donde se descargan los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de efluentes cloacales y el punto 4 aguas debajo de este. Sin embargo, el punto 1 presenta mayores valores de conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales esto estaría vinculado a que está ubicado en las inmediaciones del viejo basural a cielo abierto y actual "Ecoparque" – Planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos y relleno sanitario. De esta manera, el punto 1 podría ser afectado por los lixiviados provenientes de este lugar.

## Bibliografía

ÁVILA HERNÁNDEZ, E. V. 2017. "Impacto de la descarga de efluentes cloacales sobre la calidad de agua del arroyo El Cura (Gualeduaychú, Entre Ríos)". TRABAJO FINAL INTEGRADOR PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL. Laboratorio IBGA. FCyT. UADER. 304p

CHAPMAN, D. 1996. *Water Quality Assessments. A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP. University of Cambridge Press. 2<sup>nd</sup> Edition, 609p.

COMISIÓN ADMINISTRADORA DEL RÍO URUGUAY (CARU). 1986. Digesto. Sobre el Uso y Aprovechamiento del Río Uruguay. Tema E<sub>3</sub>: Contaminación. Paysandú, Uruguay. 42p

DIRECCIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE DE LA REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY (DINAMA). 1979. Decreto N° 253/79 de prevención de la contaminación ambiental. Montevideo, Uruguay. 14p

FÖRSTNER & WITTMANN 1983. *Metal Pollution in the Aquatic Environment*. 2<sup>nd</sup> Edition. Springer-Verlag. 486p.

SSRH. 2003. "Desarrollos de niveles guía nacionales de calidad de agua ambiente". Subsecretaría de Recursos Hídricos. CABA.

SOBRERO, M.C., 2010. "Estudio de la fitotoxicidad de metales pesados y del herbicida Glifosato en ambientes acuáticos". TESIS DE DOCTORADO. UNLP. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, La Plata. 253p

SYKORA, V.; CLAVIJO, A.; BRIACCHI, F.; IACONIS, L.; DÍAZ, S.; MUNARRIZ, E.; GOMEZ, C.; ROSSEN, A. 2016. "Caracterización ecotoxicológica del arroyo Cañuelas (Provincia de Buenos Aires)". 3<sup>er</sup> Encuentro de Investigadores en formación de Recursos Hídricos – IFRH 2016, Ezeiza. 13p

Ministerio del Ambiente de Perú (MINAM). 2008. *Decreto Supremo N° 002 – 2008. Estándares nacionales de calidad ambiental para agua*. Lima, Perú. 10p

RONCO, A.; SOBRERO, M.C. 2004. "Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L)". En Castillo, G. (Ed.) *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas*. (pp. 71-80). México: IMTA.