

HA-39

SALUD AMBIENTAL Y HUMANA

UNA VISION HOLISTICA

Editor: Jorge Herkovits



SOCIETY OF ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY AND CHEMISTRY

Salud Ambiental y Humana

Una Visión Holística

Editor

Jorge Herkovits
Instituto de Ciencias Ambientales y Salud
Buenos Aires, Argentina

Comité Editor

Arenzon, Alexander
Universidad Federal Rio Grande Do Sul
Brasil

Bainy, Afonso
Universidad Federal Santa Carina,
Brasil

Barra, Ricardo
Centro de Cs. Ambientales EULA - Chile

Bohrer-Morel, María Beatriz
Instituto de Pesquisas Energeticas e
Nucleares, Brasil

Gómez, Darío
Comisión Nacional de Energía Atómica,
Argentina

Hansen, Anne
Instituto Mexicano de Tecnología del
Agua, México

Iannacone, José
Universidad Nacional Federico Villareal,
Peru

Levin, Laura
Universidad de Buenos Aires, Argentina

Litter, Marta
Comisión Nacional de Energía Atómica,
Argentina

Perez-Coll, Cristina
Instituto de Ciencias Ambientales y Salud,
Argentina

Ronco, Alicia
Universidad Nacional de La Plata,
Argentina

Stockert, Juan Carlos
Universidad Autonoma de Madrid, España

Viana, Federico
Universidad de la Republica, Uruguay

Teresa Irene Argibay Quiroga
Coordinación Editorial

Contribuciones presentadas en el VI Congreso de SETAC LA,
20-23 de Octubre del 2003
Buenos Aires, Argentina

ESTUDIO ECOTOXICOLOGICO DEL ARROYO LAS CONCHITAS (BUENOS AIRES):

I. TOXICIDAD EN AGUA Y SEDIMENTOS.

II. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS Y RELEVAMIENTO DE LA BIOTA.

J. Herkovits¹, A. Rodrigues Capítulo², T. Boyle³, R. Servant⁴, C. Perez-Coll^{1,5}; N. Gómez²; L. Muñoz¹;
O. Domínguez¹, A. Cortelezzi², M. Licursi², T. Vanrell⁷, A. Lopez⁶, L. Varela⁷, L. Castañaga¹,
E. Puszczuk⁶, M. Cordero⁶

¹Instituto de Ciencias Ambientales y Salud, Fundación PROSAMA, ²Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" - UNLP-CONICET, ³U.S. Geological Survey, Colorado State University, ⁴Comisión Nacional de Energía Atómica, ⁵Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM; ⁶Municipalidad de Florencio Varela; ⁷Municipalidad de Berazategui. herkovit@mail.retina.ar

ABSTRACT

The proper use of water resources is essential for sustainable development. Las Conchitas stream is located in the southern area of Metropolitan Buenos Aires (Municipalities of Florencio Varela and Berazategui), which has 700,000 inhabitants. The area includes a Nature Park (Hudson), agriculture, industry and residential zones and the stream flows into Rio de la Plata. In this preliminary study, the ecotoxicity and the biota in surface water and sediments are reported. The toxicity of the water and sediments ranged between 1 and 40 toxic units (with the highest values in sediments). The relative distribution of metals both in water and sediments were: Zn>Cu>V>Pb=Ni>Cu>Cd and Cr>Zn>Pb>V>Cu>As>Ni>Cd>Hg respectively. From a biological point of view, changes in composition, density and sensitivity to pollution of benthic, diatom, macroinvertebrates and fishes were reported. The correlation between the biota and the ecotoxicological data provides an holistic assessment of the adverse effects resulting from the contamination of this stream basin.

El uso apropiado de los recursos hídricos y la prevención de su degradación debida a la actividad antrópica es fundamental para objetivos de desarrollo sustentable. Las experiencias exitosas en el manejo de cuencas hídricas revelan la necesidad de decisiones basadas en conocimientos científicos a los efectos de proteger la calidad del agua, el ecosistema y la salud humana. El Arroyo Las Conchitas se encuentra localizado en la zona Sur del Gran Buenos Aires (Municipios de Florencio Varela y Berazategui con unos 700.000 habitantes) y desemboca en el Río de la Plata. En la parte alta de la cuenca se encuentran áreas con actividad agrícola-ganaderas y un Parque Ecológico Cultural (Guillermo E. Hudson) y en la cuenca media y baja, zonas industriales y residenciales intercaladas. El objetivo principal de este trabajo es integrar los estudios de toxicidad, biota y parámetros fisicoquímicos realizados en aguas y sedimentos provenientes de 4 estaciones de muestreo representativas de las distintas actividades de la cuenca para contribuir, en base a criterios de calidad ambiental, al desarrollo sustentable de esta cuenca hídrica.

MATERIAL Y METODOS

Estudios Ecotoxicológicos. Las muestras de agua y sedimentos fueron recolectados el 30 de Mayo del 2002 en los siguientes puntos de muestreo: Parque Ecológico Cultural Guillermo Hudson (M1), cruce con la Ruta Provincial 36 (M2), cruce con la Ruta Provincial General Belgrano (M3) y cruce con la Autopista Buenos Aires-La Plata (M4). El agua de poro se obtuvo mediante la centrifugación de los sedimentos considerándose representativo de la toxicidad de los mismos. Los tests de toxicidad se realizaron de acuerdo con los tests de ANFITOX para toxicidad aguda (96 horas), crónica corta (7 días) y crónica (14 días) (Herkovits y Pérez Coll, 1999). La sobrevida fue registrada diariamente hasta los 14 días de exposición. Los datos fueron transformados en Unidades de Toxicidad crónica (UTc=100/NOEC).

Análisis de la Biota. Diatomeas: En cada estación de muestreo se extrajeron 10 sub-muestras en distintos lugares seleccionadas al azar, pipeteando los 5-10mm de la capa superficial del sedimento del lecho del arroyo. Las muestras fueron fijadas con formol al 4%. La extracción de la materia orgánica se realizó con peróxido de hidrógeno. Después de varios lavados con agua destilada, las diatomeas fueron clasificadas en relación a su sensibilidad a la polución y eutrofización de acuerdo al Índice de Diatomeas Pampeano (IDP) Gómez y Licursi (2001). Invertebrados: En cada estación de muestreo se tomaron 2 réplicas de sedimentos bentónicos con un muestreador Ekman (100cm²). Las muestras se fijaron "in situ" con formaldehído al 5%. Los invertebrados fueron separados, clasificados e identificados en el laboratorio bajo microscopio estereoscópico. Peces. Se capturaron mediante un copo de red de 2mm de malla. Se definieron criterios de tolerancia y sensibilidad en base a estudios previos de la ecología de los arroyos pampeanos (Rodríguez Capítulo, 1999; Rodríguez Capítulo y col, 2001; Gómez y Licursi, 2001)

Estudios Fisico-Químicos. La temperatura, pH y conductividad fueron medidos *in situ* y también en el laboratorio con equipamiento convencional. Otras determinaciones como dureza, alcalinidad, oxígeno, sólidos disueltos totales, DBO, DQO y metales fueron realizados dentro del las 96 horas de obtenida la muestra. Las determinaciones de dureza se realizaron con titulación con EDTA. La alcalinidad se midió mediante titulación ácido/base con ácido sulfúrico. Los Sólidos Totales Disueltos (STD) se determinaron por una medición gravimétrica posterior a una evaporación convencional y secado. Los metales disueltos fueron analizados *a posteriori* de adicionar a las muestras el equivalente de 1mL/L de ácido nítrico concentrado y filtrado posteriormente con un filtro de acetato de celulosa de 0,45 µm. Las concentraciones de Cr, Cd, Pb, V, Ni, Cu y Zn de las muestras de agua superficial y de

sedimento (en este último caso también Hg y As) fueron medidas con espectrofotometría de absorción atómica con ICP 27 mHz, Perkin Elmer, Optima 3000, límite de detección < 0.2 µg/L), mientras que el arsénico fue analizado con FIAS -HG-AAS (Inyección de Flujo - Espectrofotometría de Absorción Atómica con Generación de Hidruros), con un Perkin Elmer, Analyst 100 (límite de detección t: < 2 µg/L) y para mercurio mediante CV - AAS (vapor frío - espectrofotometría de absorción atómica) con un Analyst 100 Perkin Elmer, (límite de detección: < 2 µg/L). Benceno, tolueno, xileno y VOC (compuestos orgánicos volátiles) fueron analizados con un cromatógrafo gaseoso con espectrometría de masa, Shimadzu, GC 17 A quadrupole MS 5050. El análisis de amonio fue realizado post destilación con un espectrofotómetro Nessler. Los estudios estadísticos se realizaron mediante PROBIT y Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) (ter Braak, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSION

Estudios Ecotoxicológicos. A partir de los datos de sobrevivencia de embriones de *Bufo arenarum* tratados con las muestras de agua superficial y agua de poro provenientes de las 4 estaciones de muestreo en el Arroyo Las Conchitas, la toxicidad se expresó en Unidades de Toxicidad Crónica (Tabla 1). La única muestra que no resultó tóxica fue la del Parque Ecológico. Las muestras M3 y M4 si bien no produjeron letalidad aguda, resultaron letales para el 10 y el 50% de los embriones durante una exposición crónica. El gradiente de toxicidad para aguas superficiales del Arroyo las Conchitas fue M2>M4>M3>M1. Considerando que el valor máximo de toxicidad admitido para efluentes industriales para exposición crónica es 1 (US EPA), la toxicidad máxima de nuestros muestreos en la cuenca fue registrada en M2 resultando 10 veces mayor que dicho valor.

Tabla 1: Datos de toxicidad de tests crónicos cortos (168hr) y crónicos (336hr) obtenidos con ANFITOX

Muestra	Agua Superficial				Sedimentos			
	NOEC 7 días (%)	UTc tcc 7 días	NOEC 14 días (%)	UTc 14 días	NOEC 7 días (%)	UTc tcc 7 días	NOEC 14 días (%)	UTc 14 días
M1	100	1	100	1	100	1	100	10
M2	20	5	10	10	5	20	2.5	40
M3	90	1.11	90	1.11	40	2.5	10	10
M4	60	1.67	60	1.67	100	1	10	10

UTc: Unidades de toxicidad crónica; tcc: test crónico corto.

En todos los casos el sedimento resultó más tóxico que el agua superficial para la misma estación de muestreo, registrándose también M2 como la más tóxica (100% de mortalidad con el 15% de la muestra en sólo 24 horas de exposición); para M1 y M4 se registró toxicidad solamente para exposición crónica. En algunos casos resultó notable un abrupto incremento en la toxicidad sobre el final del período crónico de exposición, lo que permite sugerir la presencia de tóxicos en la muestra que requieren un mayor tiempo para alcanzar los niveles de bioacumulación con efectos letales y/o que dicho efecto se produce algún tiempo después de haberse alcanzado en los tejidos una concentración letal.

Biota: i) Diatomeas. Un total de 79 taxones fueron identificados en las muestras y clasificados como muy tolerantes, tolerantes y sensibles. Los taxones más tolerantes *Gomphonema parvulum* Kutzing, *Navicula cryptocephala* Kutzing, *N. subminuscula* Manguin, *Nitzschia palea* (Kutzing) W. Smith, *N. umbonata* (Ehr.) Lange-Bertalot, etc., aumentaron arroyo abajo mientras que los más sensibles (*Nitzschia linearis* (Ag.) W.M. Smith, *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) Lange-Bertalot, *Cymbella silesiaca* Bleisch, *Denticula elegans* Kutz, *Diploneis pseudovalis* Husted, etc.) disminuyeron. Taxones tolerantes (*Amphora libyca* Ehrenberg, *Melosira varians* Agardh, *Navicula capitata* Ehrenberg, *N. pupula* Kutzing, *Nitzschia amphibia* Grunow, *Pinnularia gibba* Ehrenberg, etc.) mostraron porcentajes más bajos en las M2 y M4 (Fig. 1). ii) Invertebrados. El estudio de los invertebrados bentónicos mostró una disminución de la calidad del agua de M1 a M2 y M3 con la pérdida de la mayoría de las especies sensibles (Figura 1). El número de taxones bajó de 22 en la primera estación de muestreo a 11 en la segunda y 9 en la tercera, recuperándose a 14 en la cuarta. iii) Peces. Solo en M1 se capturaron ejemplares de tres especies de peces: *Cnesterodon decemmaculatus*, *Ciclasoma facetum* y *Astyanax eigenmaniorum*.

La diversidad, equitabilidad y número de especies mostraron un empobrecimiento y menor estructuración de la taxocenosis de la estación M1 a la M4 lo que revela que generado el daño tóxico máximo registrado en la estación M2, el deterioro ecológico se acentúa a pesar de que la toxicidad aguas abajo disminuye. Entre los invertebrados tolerantes cabe mencionar a representantes de las familias Tubificidae, Chironomidae, Nematoda y Physidae. Una calidad buena o al menos aceptable del agua y del hábitat, ha sido identificada en el Parque Ecológico Provincial Guillermo Hudson (M1) donde no se registró toxicidad en el agua ni en el sedimento y que simultáneamente presentó el más desarrollado nivel de biodiversidad conjuntamente con la presencia de todas las especies sensibles observadas en la cuenca. Los sitios M2 y M3 fueron mucho más afectados, lo que se comprobó tanto en el abordaje ecotoxicológico como en el inventario de la biota, mientras que la calidad del agua y sedimentos en M4 presentó características intermedias.

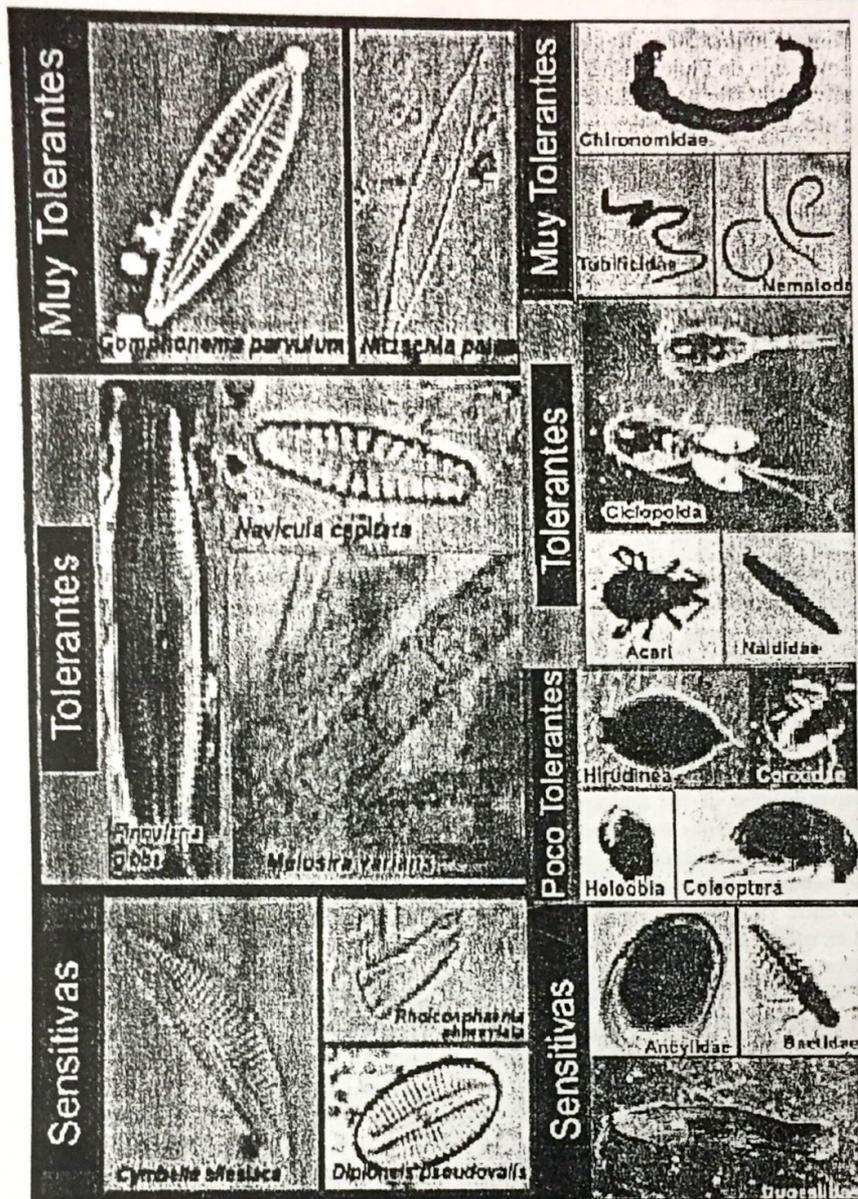


Figura 1. Ejemplos de tolerancia de diatomeas e invertebrados del A° Las Conchitas.

Parámetros Físicoquímicos. Los datos fisicoquímicos de las muestras se presentan en las Tablas 2a y 2b y 3.

Tabla 2a. Contenido de metales en sedimentos ($\mu\text{g/g}$) del Arroyo "Las Conchitas"

Muestra	Hg	As	Cr	Cd	Pb	V	Ni	Cu	Zn
1	<0.02 D	12(1)*	35	0.8 (0.05)	10 (0.4)	99 (5)	9 (1)	15 (1)	35 (2)
2	<0.02 D	<0.02 D	2230(110)	0.5 (0.05)	144 (7)	61(4)	5 (1)	14 (1)	17 (1)
3	<0.02 D	<0.02 D	1440(70)	1.09 (0.04)	207 (10)	68 (4)	8(1)	8 (1)	260 (11)
4	<0.02 D	55 (6)	2405 (120)	0.75 (0.05)	36 (2)	84 (5)	10 (1)	10 (1)	2090 (100)

*desvío estándar; D: No detectable por debajo del valor dado

Tabla 2b. Contenido de metales en agua superficial ($\mu\text{g/L}$) del Arroyo "Las Conchitas"

Muestra	Hg	As	Cr	Cd	Pb	V	Ni	Cu	Zn
1	<2 D	23 (2)	<25	<10	<25	40 (3)	<25	<10	<10
2	<2 D	17 (2)	50 (4)	<10	<25	43 (3)	<25	<10	<10
3	<2 D	3 (2)	44 (3)	<10	<25	41 (3)	<25	<25	124 (9)
4	<2 D	37 (2)	105 (8)	<10	<25	22 (2)	<25	<25	233 (18)

*desvío estándar; D: No detectable por debajo del valor dado

Tabla 3. Parámetros fisicoquímicos de los 4 sitios de agua superficial del Ao. Las Conchitas.

	M 1	M2	M3	M4
NO ₃	1,997	2,848	2,528	1,139
NO ₂	0,063	0,099	0,078	0,037
NH ₄ ⁺	0,026	0,067	0,08	0,025
SRP	0,333	0,513	0,501	0,629
DBO5 (mg/L)	8	12	28	25
DQO (mg/L)	9	43	39	76
conductividad (µS/cm)	658	1253	1237	1493
T(°C)	12,3	15	17,3	14,8
pH	7,83	8	7,93	7,97
OD (mg/L)	8,34	7,55	4,23	2,2
turbidez (NTU)	18	18	62	50

En general, los valores detectados tanto en el agua como en sedimentos mostraron un incremento en dirección a la desembocadura del arroyo en el Río de la Plata. La distribución relativa de concentración de metales en agua y sedimentos fue de: Zn>Cu>V>Pb=Ni>Cu>Cd y Cr>Zn>Pb>V>Cu>As>Ni>Cd>Hg. En cuanto a las sustancias orgánicas, tolueno, xileno, VOC y NH₄⁺ dieron valores detectables únicamente para el amonio en las estaciones 2, 3 y 4 correspondiendo a 20+/-1, 13+/-1 y 21+/-1 µg/mL, respectivamente.

Desde el punto de vista ecotoxicológico cabe destacar que los valores de toxicidad obtenidos con ANFITOX se encuentran por debajo de lo esperable en base a los datos físico-químicos, lo que revela fenómenos que pueden reducir la biodisponibilidad de los tóxicos. Por otra parte, la biota, especialmente en las 3 últimas estaciones de muestreo presentó una notable resistencia a los tóxicos. Para el caso de M1, el IDP (Índice de Diatomeas Pampeano) denota un enriquecimiento en nutrientes con una moderada cantidad de materia orgánica (DBO: 8mg/L; DQO: 9mg/L), tornándose fuertemente poluída y eutrófica aguas abajo (DBO: 12-28 mg/L; DQO: 3976 mg/L).

El ACC utilizado entre variables e invertebrados permitió observar (Figura 2) que el eje I (39.3%) define un gradiente hacia la derecha de mejores calidades del agua y biológica y fue descripto principalmente por el OD (Estación 1) con predominio de taxa sensibles o poco tolerantes a la polución (Baetidae, Ancyliidae, Dugesidae). En el extremo opuesto se ubicaron las estaciones 2, 3 y 4, definido por los descriptores DQO, DBO, pH, Turbidez, T° con predominio de taxa tolerantes y muy tolerantes (Chironomidae, Psychodidae, Tubificidae). El eje II (19.5%) incorpora la presencia de nitritos (estación 3) y en la parte superior del mismo se pone en evidencia alguna recuperación del ambiente con presencia de Coleoptera e Isopoda (Estacion 4). Se puede concluir que la calidad del agua en el Arroyo Las Conchitas se encuentra por debajo del límite que permite la vida de numerosos organismos sensibles a distintos tipos de contaminantes, tal como se comprobó con la mortalidad de los embriones de anfibio con el test ANFITOX. La pérdida de la calidad ambiental como una situación crónica queda demostrada por los altos valores de toxicidad en los sedimentos de la cuenca correlacionada con la presencia de organismos muy resistentes en dichas localizaciones.

Con respecto al objetivo del proyecto, es evidente que el grado de deterioro afecta en forma severa la capacidad de autodepuración de este ecosistema que ha sido significativamente superada por la carga de contaminantes que se vuelcan al mismo. Cabe mencionar que el nivel de toxicidad detectado en el Arroyo Las Conchitas es similar al informado en otras cuencas hídricas del Gran Buenos Aires (Herkovits y col., 1996; Herkovits y Pérez-Coll, 2003). La cuenca del Ao. Las Conchitas representa una excelente oportunidad para que la comunidad en su conjunto participe de un proyecto que permita revertir la presente situación de deterioro por una de desarrollo sostenible objetivo final del presente proyecto.

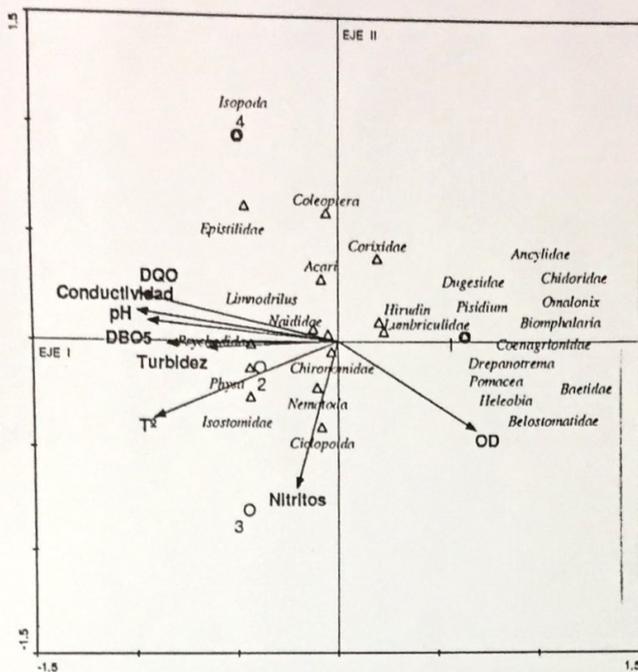


Figura 2: ACC de los invertebrados en relación con las variables ambientales. (Triplot de ACC); (Eje I: 39.3%; Eje II: 19.5%); Test de signif. de Montecarlo: Primer eje: P= 0.018; segundo eje: P= 0.006.

Agradecimientos: El proyecto fue financiado por la Fulbright Foundation y Fundación PROSAMA. JH, ARC, NG y CPC pertenecen a la Carrera del Investigador Científico del CONICET.

REFERENCIAS

Gómez N. & Licursi M., 2001. *The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina*. Aquatic Ecology 35: 173-181.

Herkovits, J. y Perez-Coll, C.S. 1999. *Bioensayos para test de toxicidad con embriones de anfibio "ANFITOX": basado en Bufo arenarum*. Test Agudo (ANFIAGU), Crónico corto (ANFICOR), Crónico (ANFICRO) y de Estadios Tempranos del Desarrollo (ANFIEMB). Ingeniería Sanitaria y Ambiental 42:24-30 y 43:50-55.

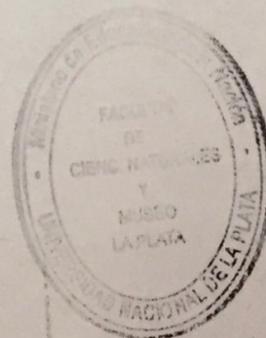
Herkovits, J., C. Perez-Coll y Herkovits F.D. 1996. *Ecotoxicity in Reconquista River (Province of Buenos Aires, Argentine): A preliminary study*. Environm. Health Persp. 104(2):186-189.

Herkovits J. y Perez-Coll C. S. (2003) AMPHITOX: A customized set of toxicity tests employing amphibian embryos. "Symposium on multiple stressor effects in relation to declining amphibian populations", In "Multiple Stressor Effects in Relation to Declining Amphibian Populations ASTM International STP 1443, Linder, G.L., Krest, S, Sparling, D. and Little, E.E., Eds., printed in USA, pp 46-60.

Rodriguez Capitulo, A. 1999. *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de ambientes lóticos en el area pampeana*. En Simposios IV Cong. Arg. de Entomología. Mar del Plata. Rev. Soc. Ent. Argentina. 58 (1-2): 208-217.

Rodriguez Capitulo, A., Tangorra, M. y Ocón, C., 2001. *Use of Benthic macroinvertebrate to assess the biological status of pampean streams in Argentina*. Aquatic Ecology. Belgium. Aquatic Ecology, © Kluwer Academic Publishers 35 (2):109.

ter Braak, C.J.F., 1986. *Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis*. Ecology 67: 1167-1179



Publ. - 2003
 PROSAMA
 12.005471

BIBLIOTECA
 PROSAMA