



## CONTAMINACION DE SISTEMAS ACUATICOS: EVALUACION Y MANEJO

### PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD 1. Concepto de contaminante ambiental. Ingreso y dinámica de contaminantes en cuerpos de agua; factores físicos y químicos asociados que modifican su toxicidad. Tipos principales de contaminantes de origen antrópico: plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, otros tipos. Orígenes y fuentes de emisión. Estadísticas mundiales y regionales de aplicación y vertido. Niveles ambientales de contaminantes, ejemplos. Niveles de acción: organismos, poblaciones, comunidades y ecosistemas. Concepto de toxicidad letal y subletal, ejemplos de efectos subletales de distintos contaminantes. Nociones sobre toxicocinética, toxicodinámica y biotransformación. Nociones sobre bioacumulación y biomagnificación.

UNIDAD 2. Evaluación y diagnóstico de la contaminación en ambientes acuáticos: parámetros físicos, químicos y biológicos de referencia, autodepuración de los sistemas, asociaciones bioindicadoras y/o tolerantes, tipos de respuesta de la biota al *stress* ambiental, índices ecológicos. Estudios de caso. Niveles guía de calidad de agua.

UNIDAD 3. Bioensayos multiespecíficos. Especies indicadoras y especies tolerantes. Desarrollo experimental de bioensayos de evaluación de calidad de agua (contaminación-eutroficación): análisis e interpretación de resultados. Bioensayos de campo. Floraciones de cianobacterias potencialmente tóxicas.

UNIDAD 4. Bioensayos monoespecíficos. Metodología para el estudio en laboratorio de la toxicidad de contaminantes en organismos acuáticos. Condiciones ambientales a ser mantenidas. Determinación de los efectos letales. Parámetros de toxicidad letal: cálculo de la CL50 e intervalos de confianza. Curvas de toxicidad, umbral de toxicidad incipiente. Comparaciones intra e interespecíficas, metodología.

UNIDAD 5. Efectos subletales: niveles de estudio, diseños experimentales, variables fisiológicas de interés. Parámetros de toxicidad crónica: NOEC, LOEC, otros estimadores. Concentraciones de seguridad y niveles guía. Concepto de evaluación de riesgo. Extrapolación a condiciones de campo. Toxicidad conjunta: concepto, diseños experimentales, metodología de análisis, interpretación de resultados.

UNIDAD 6. Biomarcadores: concepto y requisitos. Biomarcadores de exposición y de efecto. Especies centinelas. Biomarcadores bioquímicos y moleculares: enzimas detoxificantes, metalotioneínas, otras proteínas. Biomarcadores genéticos, ejemplos. Biomarcadores histológicos y anatómicos: principales patologías y tipo de lesiones en tejido branquial, hepático y otros. Biomarcadores inmunológicos. Efectos sobre el desarrollo embrionario y larval. Biomarcadores fisiológicos, en el contexto del síndrome general de adaptación. Desorganización endocrina: concepto, mecanismos de acción y ejemplos en invertebrados y vertebrados acuáticos. Métodos *in vitro* para la detección de desorganizadores endocrinos.

UNIDAD 7: Manejo de recursos hídricos. Enfoque sistémico de la teoría de decisiones. Estudio de caso. Modelos matemáticos de calidad de aguas. Optimización con objetivos múltiples. Depuración de aguas residuales. Técnicas de análisis multivariado y aplicaciones.

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.



## TRABAJOS PRÁCTICOS

Consisten en la elaboración, por parte de los alumnos, de un Proyecto de Investigación destinado a evaluar la toxicidad y/o desequilibrios ambientales causados por uno o más agentes contaminantes sobre especies, poblaciones y/o ecosistemas acuáticos.

La elaboración del Proyecto deberá llevarse a cabo durante el período de duración del curso, al cabo del cual deberá presentarse por escrito, y ser expuesto oralmente ante los docentes y demás alumnos del curso, a fin de facilitar no sólo la evaluación de cada alumno, sino también la interacción mutua entre todos los participantes del curso.

El Proyecto deberá comprender las siguientes secciones:

Introducción: detallando la información previa más relevante y actualizada sobre la temática que aborda el proyecto.

Objetivos e hipótesis: deberá puntualizarse el objetivo general y los objetivos específicos que persigue el Proyecto. Si correspondiese, deberán explicitarse las hipótesis que serían puestas a prueba.

Metodología: deben detallarse no sólo los materiales a utilizarse, sino también el diseño experimental u observacional que se llevaría a cabo, en el contexto de las hipótesis y objetivos planteados. Debe incluirse en esta sección una descripción precisa de los métodos de análisis, estadísticos o de otro tipo, que se emplearían.

Resultados esperados: deberán graficarse o tabularse los resultados teóricos de los experimentos u observaciones, a fin corroborar las hipótesis planteadas o validar los modelos propuestos. Eventualmente podrán plantearse hipótesis o modelos alternativos.

Bibliografía: referenciando aquellos trabajos citados a lo largo de todo el texto.

### BIBLIOGRAFIA DE REFERENCIA

Abel, P.D., 1998. Water Pollution Biology. Taylor & Francis Inc., London, 286 pp.

Aliferis, K.A., Jabaji, S., 2011. Metabolomics – A robust bioanalytical approach for the discovery of the modes-of-action of pesticides: A review. Pesticide Biochemistry and Physiology, 100: 105–117.

American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 2005. Standard methods for the examination of water and wastewaters, 18th Ed. American Public Health Association, Washington D.C. 1200 pp.

Au, D.W.T., 2004. The application of histo-cytopathological biomarkers in marine pollution monitoring: a review. Marine Pollution Bulletin, 48: 817–834.

Belfiore, N.M., Anderson, S.L., 2001. Effects of contaminants on genetic patterns in aquatic organisms: a review. Mutation Research, 489: 97–122.



Beyer, J., Petersen, K., Song, Y., Ruus, A., Grung, M., Bakke, T., Tollefsen, K.E., 2014. Environmental risk assessment of combined effects in aquatic ecotoxicology: A discussion paper. *Marine Environmental Research*, 96: 81-91.

Callaghan, N.I., MacCormack, T.J., 2017. Ecophysiological perspectives on engineered nanomaterial toxicity in fish and crustaceans. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 193C: 30-41.

Calow, P. y G.F. Petts, 1994. *The Rivers Handbook. Hydrological and ecological principles.* Blackwell Sc., Oxford, 523 pp.

Campbell, C.G., Borglin, S.E., Green, F.B., Grayson, A., Wozei, E., Stringfellow, T., 2006. Biologically directed environmental monitoring, fate, and transport of estrogenic endocrine disrupting compounds in water: a review. *Chemosphere*, 65: 1265-1280.

EPA, 2012. *Water Quality Standards Handbook*, 2nd ed. US EPA. <http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/handbook>, 8/7/2013.

Fenske, C., Daeschlein, G., Gunther, B., Knauer, A., Rudolph, P., Schwahn, C., Adriane, V., von Woedtke, T., Rossberg, H., Julich, W.D., Kramer, A., 2006. Comparison of different biological methods for the assessment of ecotoxicological risk. *Int. J. Hyg. Environ.-Health*, 209: 275-284.

Finney, D.J., 1971. *Probit analysis*, 3<sup>rd</sup> de. Cambridge University Press, 333 pp.

Huggett, R.J.; Kimerle, R.A; Mehrle, P.M.; Bergman, H.L., 1992. *Biomarkers. Biochemical, Physiological and Histological Markers of Anthropogenic Stress.* SETAC Publications, Lewis Publishers, 347 pp.

Huisman J., Matthijs H.C.P., Visser P.V. 2005. *Harmful Cyanobacteria.* Aquatic Ecology Series, Springer, Dordrecht, 241 pp.

Kalff, J. 2003. *Limnology Inland water ecosystems.* Prentice Hall, New Jersey, 592 pp.

Kiyama, R., Wada-Kiyama, Y, 2015. Estrogenic endocrine disruptors: Molecular mechanisms of action. *Environment International*, 83:11-40.

Lushchak, V.I., 2016. Environmentally induced oxidative stress in aquatic animals. *Aquatic Toxicology*, 101: 13-30.

Marking, L.L., 1977. Method for assessing additive toxicity of chemical mixtures. En: Mayer, F.L. y Hamelink, J.L. (eds), *Aquatic toxicology and hazard evaluation (ASTM STP 634).* American Society for Testing and Materials

Mao, H., Wang, D.H., Yang, W.X., 2012. The involvement of metallothionein in the development of aquatic invertebrate. *Aquatic Toxicology*, 110-111: 208-213

Matozzo, V., Gagne, F., Marin, M.G, Ricciardi, F., Blaise, C., 2008. Vitellogenin as a biomarker of exposure to estrogenic compounds in aquatic invertebrates : a review. *Environment International*, 34: 531-545.

McKinlay, R., Plant, J.A., Bell, J.N.B., Voulvoulis, N., 2008. Endocrine disrupting pesticides: Implications for risk assessment. *Environment International*, 34: 168-183.



Palmer, M.D., 2001. Water Quality Modeling. The International Bank for Reconstruction and Development / THE WORLD BANK. Washington, 157 pp.

Pounds, N.A., Hutchinson, T.H., Williams, T.D., Whiting, P., Dinan, L., 2002. Assessment of putative endocrine disrupters in an *in vivo* crustacean assay and an *in vitro* insect assay. Marine Environmental Research, 54: 709-713.

Rahman, M.A., Hasegawa, H., Lima, R.P., 2012. Bioaccumulation, biotransformation and trophic transfer of arsenic in the aquatic food chain. Environmental Research, 116: 118-135.

Relyea, R. Hoverman, J., 2006. Assessing the ecology in ecotoxicology: a review and synthesis in freshwater systems. Ecology Letters, 9: 1157-1171.

Rodríguez, E.M., Medesani, D.A., Fingerman, M., 2007. Endocrine disruption in crustaceans due to pollutants: a review. Comparative Biochemistry and Physiology, 146A: 661-671.

Santos, L.H.M.L.M., Araujo, A.N., Fachini, A., Pena, A., Delerue-Matos, C., Montenegro, M.C.B.S.M., 2010. Ecotoxicological aspects related to the presence of pharmaceuticals in the aquatic environment. Journal of Hazardous Materials, 175: 45-95

Shubert, L.E. 1984. Algae as ecological indicators. Academic Press, 434 pp.

Sibley, P.K., Hanson, M.L., 2011. Ecological Impacts of Organic Chemicals on Freshwater Ecosystems. En: Ecological Impacts of Toxic Chemicals, Eds. Sánchez-Bayo, F., van den Brink, P. J., Mann, R.M., pp. 138-164

Tom, M., Auslander, M., 2005. Transcript and protein environmental biomarkers in fish - a review. Chemosphere, 59: 155-162.

UNESCO, 2006. Water a shared responsibility. The United Nations World Water Development. Report 2. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: New York, 584 pp.

Van der Oost, R., Beyer, J., Vermeulen, P.E., 2003. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. Environ. Toxicol. Pharmacol., 13: 57-150.

Weltje, L., Simpson, P., Gross, M., Crane, M., Wheeler, J.R., 2013. Comparative acute and chronic sensitivity of fish and amphibians: a critical review of data. Environmental Toxicology and Chemistry, 32: 984-994.



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Referencia Expte. N° 481.645/04

Buenos Aires, 07 MAY 2018

VISTO

la nota a fojas 135 de la Directora del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado **Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo**, para el año 2018,

CONSIDERANDO:

- lo actuado en la Comisión de Doctorado,
- lo actuado en la Comisión de Posgrado,
- lo actuado en la Comisión de Presupuesto y Administración,
- lo actuado por este cuerpo en la sesión realizada en el día de la fecha,
- en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

RESUELVE:

Artículo 1°.- Autorizar el dictado del curso de postgrado, **Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo** de 60 hs de duración, que será dictado por el Dr. Enrique Rodríguez con la colaboración de los Dres. Inés O'Farrell, Daniel Medesani y el Lic. Rubén Lombardo.

Artículo 2°.- Aprobar el programa del curso de postgrado **Contaminación de Sistemas Acuáticos: Evaluación y Manejo**, obrante a fojas 137/140, para ser dictado del 25 de junio al 6 de julio de 2018.

Artículo 3°.- Aprobar un puntaje máximo de tres (3) puntos para la Carrera del Doctorado.

Artículo 4°.- Aprobar los siguientes aranceles:

- 800 módulos para estudiantes de grado o graduados de Universidades Nacionales y/o públicas,
- 1000 módulos para estudiantes de universidades privadas,
- 1200 módulos para el resto de los postulantes.

Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

Artículo 5°.- Comuníquese a la Dirección del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, la Dirección de Alumnos, la Biblioteca de la FCEyN, la Dirección de Movimiento de Fondos, la Dirección de Presupuesto y Contabilidad y la Secretaría de Posgrado con fotocopia del programa incluida. Cumplido archívese.

Resolución CD N°  
GA 23/04/2018

1 022

Dr. PABLO J. PAZOS  
Secretario Adjunto de Posgrado  
FCEyN - UBA

Dr. LUIS M. BARALDO VICTORICA  
VICEDECANO