

# Ciências Biológicas e da Saúde:

Investigação  
e Prática

Juan Carlos Cancino-Diaz  
(organizador)

VOL II

 EDITORA  
ARTEMIS  
2023

# Ciências Biológicas e da Saúde:

## Investigação e Prática

Juan Carlos Cancino-Diaz  
(organizador)

VOL II



**EDITORA  
ARTEMIS**  
2023



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisangela Abreu
<b>Organizador</b>	Prof. Dr. Juan Carlos Cancino-Díaz
<b>Imagem da Capa</b>	Pro500/123RF
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*  
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*  
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*  
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal  
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil  
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*  
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*  
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil  
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil  
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*  
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*  
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil  
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil  
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil  
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil  
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Sílvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil  
Prof.<sup>ª</sup> Dr.<sup>ª</sup> Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil  
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia  
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciências Biológicas e da Saúde: Investigação e Prática II [livro eletrônico] / Organizador Juan Carlos Cancino-Díaz. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
Edição bilíngue  
ISBN 978-65-87396-75-0  
DOI 10.37572/EdArt\_250223750

1. Ciências biológicas. 2. Saúde. I. Cancino-Díaz, Juan Carlos.  
CDD 570

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## PRÓLOGO

Las ciencias biológicas abarcan diferentes disciplinas, entre ellas la medicina, la epidemiología, la biotecnología y hasta el medio ambiente; que se relacionan con otras ciencias que estudian la salud como la antropología médica. Estas aportan las bases científicas para el mejoramiento de la vida y la salud. En la actualidad, hay un gran interés sobre nuevas investigaciones en ciencias biológicas que ayudan a contestar diferentes inquietudes ocurridas en la vida cotidiana. En este libro, constituido por 16 capítulos, se enfoca en las disciplinas de la salud, la disciplina biotecnológica y la disciplina del medio ambiente.

En la disciplina “Salud y Prácticas”, dos artículos están vinculados a desafíos para los profesionales de la salud, uno sobre el manejo de la muerte y otro sobre la maternidad transnacional, en sus aspectos psicosociales y culturales. Estos trabajos son importantes porque demuestran la importancia de actitudes de humanización y empatía por parte de los profesionales de la salud, como parte de sus habilidades y competencias para un abordaje profesional de la muerte y de la maternidad transnacional.

Por otro lado, capítulos que abordan sobre el tópico neurológico están incluidos en esta área: uno de ellos está dirigido a los niños sordos y la aportación del sentido de su vista para el mejoramiento de su salud, y el otro artículo está relacionado con los masajes para el tratamiento de los pacientes con lumbalgia y cialgia. Finalizan esta sección trabajos sobre la rehabilitación motora para los pacientes con enfermedad de Huntington, así como un artículo sobre la cadencia musical en la hidrogimnasia y un estudio relacionado con el uso de cannabis para el tratamiento de las enfermedades crónicas. Sin duda, estas aportaciones son de gran interés para el área de la salud.

Un estudio de epidemiología sobre la enfermedad de Chagas en mujeres de edad fértil en el Centro de Atención Primaria de la Salud, en la Cañada (Argentina), demuestra que en algunos lugares la prevalencia de esta enfermedad es alta.

En biotecnología se reportan capítulos sobre el impacto de la malta hacia la actividad de proteasas, la producción de proteína de forraje en *Clitoria* spp, el aislamiento de bacterias celulolíticas y xilanolíticas en Cachiyacu de Lupuna en Perú, y por último una evaluación del efecto gastroprotector de *Anacyclus radiatus*. Estos trabajos aportan investigación nueva sobre aspectos biotecnológicos.

En la parte del medio ambiente, un estudio enfocado sobre la relación del cobre con la fotosíntesis de microalgas, otro capítulo sobre control biológico de *Spodoptera* sp. y dos trabajos sobre el uso de sensores remotos y aplicación en lagos de Chile y la identificación de tóxicos en efluentes urbanos.

El libro está dirigido a la comunidad médica y científica que aporta información relevante en el área de ciencias biológicas; el lector puede tener una visión general de la investigación de estas áreas y comprender la complejidad y diversidad de tópicos relacionados con la biología y la salud.

Juan Carlos Cancino-Díaz

## SUMÁRIO

### SALUD Y PRÁCTICAS

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

EDUCAÇÃO PARA A MORTE ENTRE PROFISSIONAIS DA SAÚDE: REVISÃO INTEGRATIVA DE LITERATURA

Wilians Robson da Silva

Luciana Xavier Senra

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237501](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237501)

#### **CAPÍTULO 2..... 15**

MATERNIDAD TRANSNACIONAL: UN DESAFÍO PARA LOS SERVICIOS SANITARIOS

Carolina Garzón-Esguerra

Lourdes Moro-Gutiérrez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237502](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237502)

#### **CAPÍTULO 3.....27**

CONTRIBUTOS DA ATENÇÃO VISUAL NA PROMOÇÃO DA SAÚDE DE CRIANÇAS SURDAS

João Dele

Anabela Maria Sousa Pereira

Paula Ângela Coelho Henriques dos Santos

Paulo Jorge Pereira Alves

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237503](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237503)

#### **CAPÍTULO 4..... 36**

MASAJE NEUROREFLEJO EN EL TRATAMIENTO DE PACIENTES CON LUMBALGIA Y CIATALGIA

Marcos Elpidio Pérez Ruiz

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237504](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237504)

#### **CAPÍTULO 5..... 48**

PROGRAMAS DE REABILITAÇÃO MOTORA NA PESSOA COM DOENÇA DE HUNTINGTON: REVISÃO SISTEMÁTICA DE EFICÁCIA

Susana Marisa Loureiro Pais Batista

Hugo Rafael Moita dos Santos

Rosa Maria Lopes Martins

Carlos Manuel Sousa Albuquerque  
Alexandra Isabel Marques da Costa Dinis

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237505](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237505)

**CAPÍTULO 6..... 68**

THE INFLUENCE OF MUSIC CADENCE ON KINETIC VARIABLES DURING WATER FITNESS EXERCISES

Catarina Costa Santos

Mário Jorge Costa

Luís Manuel Rama

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237506](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237506)

**CAPÍTULO 7.....78**

USO TERAPÉUTICO DA *CANNABIS SATIVA* NO TRATAMENTO DE DOENÇAS CRÔNICAS

Vaneide Ediele Duarte Martins

Marta de Oliveira Barreiro

Ilka Kassandra Pereira Belfort

Viviane Sousa Ferreira

Vanessa Edilene Duarte Martins

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237507](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237507)

**EPIDEMIOLOGÍA**

**CAPÍTULO 8..... 90**

“PREVALENCIA DE CHAGAS MAZZA EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN EL CAPS DE LA CAÑADA” LA RIOJA. ARGENTINA

Jesica Elizabeth Morey Herrera

Heliana Hebe Valdez

María José Cabral

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237508](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237508)

**BIOTECNOLOGÍA**

**CAPÍTULO 9..... 99**

EL TIPO DE MALTA IMPACTA EN EL PERFIL Y ACTIVIDAD DE PROTEASAS

Claudia Berenice López-Alvarado

Jessica Giselle Herrera-Gamboa



Jorge Hugo García-García  
César Ignacio Hernández-Vásquez  
Esmeralda Pérez-Ortega  
Luis Cástulo Damas-Buenrostro  
Benito Pereyra-Alfárez

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_2502237509](https://doi.org/10.37572/EdArt_2502237509)

**CAPÍTULO 10..... 116**

HORMESIS UNDER OIL-INDUCED STRESS IN *CLITORIA* SPP USED FOR FORAGE PROTEIN PRODUCTION IN SOUTHEASTERN MEXICO

María del Carmen Rivera-Cruz  
Mariana Valier-Mago  
Antonio Trujillo-Narcía

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375010](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375010)

**CAPÍTULO 11.....138**

BACTERIAS CELULOLÍTICAS Y XILANOLÍTICAS AISLADAS DE LAS SALINAS DE CACHIYACU DE LUPUNA EN PERÚ

Elizabeth Liz Chávez Hidalgo

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375011](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375011)

**CAPÍTULO 12 ..... 149**

ESTUDIO FITOQUÍMICO Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL EFECTO GASTROPROTECTOR DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *ANACYCLUS RADIATUS*

Jaime Cardoso Ortiz  
Ana Isabel Alvarado Sandoval  
Saúl Eduardo Noriega Medellín  
María Argelia López Luna

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375012](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375012)

**MEDIO AMBIENTE**

**CAPÍTULO 13..... 164**

INVESTIGAÇÃO SOBRE A RELAÇÃO DO COBRE COM A FOTOSÍNTESE EM MICROALGAS: ESTUDO DE CASO UTILIZANDO *SCENEDESMUS QUADRICAUDA*

Rafael Barty Dextro  
Jaqueline Carmo da Silva

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375013](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375013)

**CAPÍTULO 14.....174**

ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE *Spodoptera* sp.

Ninfa María Rosas-García

Jesús Manuel Villegas-Mendoza

Maribel Mireles-Martínez

Jorge Alberto Torres-Ortega

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375014](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375014)

**CAPÍTULO 15.....186**

USO DE SENSORES REMOTOS Y SUS APLICACIONES EN ESTUDIOS DE LAGOS CHILENOS

Patricio R. de los Ríos-Escalante

Ángel Contreras

Gladys Lara

Mirtha Latsague

Carlos Esse

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375015](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375015)

**CAPÍTULO 16.....195**

IDENTIFICACIÓN DE FRACCIONES TÓXICAS EN EFLUENTES URBANOS LÍQUIDOS

Ingrid Violeta Poggio Herrero

Guido Mastrantonio Garrido

Andrés Atilio Porta

 [https://doi.org/10.37572/EdArt\\_25022375016](https://doi.org/10.37572/EdArt_25022375016)

**SOBRE O ORGANIZADOR.....209**

**ÍNDICE REMISSIVO .....210**

# CAPÍTULO 16

## IDENTIFICACIÓN DE FRACCIONES TÓXICAS EN EFLUENTES URBANOS LÍQUIDOS<sup>1</sup>

Data de submissão: 02/12/2022

Data de aceite: 21/12/2022

### Ingrid Violeta Poggio Herrero

Grupo Interdisciplinario de Estudios Ambientales (GIEsA)- FCEyN UNLPam CONICET (becaria posdoctoral) (6300) Santa Rosa, La Pampa, Argentina <https://orcid.org/0000-0003-2329-8762>

### Guido Mastrantonio Garrido

Área de toxicología Departamento de Ciencias Biológicas FCE- UNLP PlaPiMu-LaSelSiC FCE -UNLP y CIC-PBA (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina <https://orcid.org/0000-0002-9557-2137>

### Andrés Atilio Porta

Centro de Investigaciones del Medioambiente (CIM) FCE -UNLP. CIC-PBA (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina

**RESUMEN:** Los efluentes líquidos urbanos están compuestos por aguas de descarte

<sup>1</sup> El presente estudio recibió financiamiento de CONICET y FCEyN-UNLPam y es parte de una tesis doctoral. Se agradece a la EEA INTA Anguil por prestar sus instalaciones. Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

y, como consecuencia de la naturaleza y variedad de sus fuentes, constituyen una compleja combinación de sustancias químicas que interactúan entre sí. Dadas las particularidades de los efluentes líquidos es necesario no solo conocer sus características fisicoquímicas, sino también los efectos tóxicos que pueden generar en la biota, ya que el aproximamiento clásico, mediante análisis fisicoquímicos no considera la interacción entre componentes. Su toxicidad se puede determinar mediante bioensayos y, aplicando un fraccionamiento controlado de las muestras y bioensayos sucesivos, es posible identificar que fracciones del efluente aportan a la toxicidad global. Así, el objetivo general fue caracterizar toxicológicamente efluentes urbanos líquidos e identificar las fracciones que aportan a la toxicidad global. Se aplicó una batería de bioensayos integrada por *D. magna*, *H. plagiodesmica* y semillas de *T. aestivum*, junto con un protocolo de fraccionamiento para identificación de las fracciones tóxicas. *T. aestivum* no resultó un indicador sensible para los efluentes líquidos estudiados, sin embargo, los niveles de toxicidad indicados para *D. magna* y *H. plagiodesmica* indican que los efluentes mantienen un contenido tóxico considerable. El fraccionamiento de las muestras permitió identificar a los sólidos suspendidos (>1µm) y a los compuestos orgánicos no polares y/o compuestos organometálicos como las fracciones que más aportan a la toxicidad global. La aplicación del

protocolo de fraccionamiento resultó efectiva y generó información valiosa de relevancia para futuros estudios que permitan mejorar la eficiencia del sistema de tratamiento. A su vez, se manifiesta su utilidad como herramienta de evaluación para el manejo sustentable y protección de los ecosistemas acuáticos.

**PALABRAS CLAVES:** Efluentes Urbanos. Aguas residuales. Toxicidad. Bioensayos.

## IDENTIFICATION OF TOXIC FRACTIONS IN URBAN WASTEWATER

**ABSTRACT:** The urban wastewater is constituted by discarded water and, as a consequence of the nature and variety of their sources, they constitute a complex combination of chemical substances that interact with each other. Given the particularities of wastewater, it is necessary not only to know their physicochemical characteristics, but also the toxic effects that they can generate in the biota, since the classical approach, through physicochemical analysis, does not consider the interaction between components. Toxicity can be determined by bioassays and, applying a controlled fractionation of the samples and successive bioassays, it is possible to identify which fractions of the effluent contribute to the overall toxicity. Thus, the general objective was to characterize urban wastewater toxicologically and identify the fractions that contribute to global toxicity. A battery of bioassays consisting of *D. magna*, *H. plagiodesmica* and *T. aestivum* seeds was applied, together with a fractionation protocol for the identification of toxic fractions. *T. aestivum* was not a sensitive indicator for the effluents studied, however, the levels of toxicity indicated for *D. magna* and *H. plagiodesmica* indicate that the effluents maintain a considerable toxic content. Fractionation of the samples made it possible to identify suspended solids (>1µm) and nonpolar organic compounds and/or organo-metallic compounds as the fractions that most contribute to global toxicity. The application of the fractionation protocol was effective and generated valuable information of relevance for future studies that allow improving the efficiency of the treatment system. In turn, its usefulness as an evaluation tool for the sustainable management and protection of aquatic ecosystems is manifested.

**KEYWORDS:** Urban wastewater. Effluent. Toxicity. Bioassay.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los Efluentes líquidos urbanos (ELUs) están compuestos aguas de descarte de domicilios, comercios, hospitales, desagües pluviales y, ocasionalmente, actividades de servicio e industrias. Así, constituyen una compleja combinación de sustancias químicas. Estudios previos han detectado entre sus componentes detergentes, fármacos, metales, compuestos orgánicos persistentes, productos del cuidado personal, entre otros (Aguayo et al., 2004; Clara et al., 2005, Garcia-Reyero et al., 2011; Manusadžianas et al., 2003; Üstün, 2009; Wong et al., 2001). La composición es dinámica, cambia en forma constante asociada a factores antrópicos y ambientales, y la biodisponibilidad de las sustancias presentes es variables por degradación o por interacción química.

El manejo de las plantas de tratamiento de ELUs tradicional considera la determinación y seguimiento de parámetros físico-químicos clásicos. Este enfoque no considera que la diversidad de sustancias que los componen están sujetas a interacciones que alteran las propiedades de la mezcla. El estudio de la toxicidad, mediante bioensayos, permite evaluar los ELUs de manera integral (Aguayo et al., 2004; Dalzell et al., 2002; Farre et al., 2002; Katsoyiannis and Samara, 2007; Oberholster et al., 2008; Smital et al., 2011).

En algunos países, entre ellos EE.UU., Brasil, Canadá, varios países de la Unión Europea, Australia y Nueva Zelanda, se han incluido en la normativa a la evaluación de la toxicidad de ELUs como herramienta de evaluación para el manejo y protección de los ecosistemas acuáticos (Planes and Fuchs, 2015). En Argentina aún no se han incluido criterios biológicos en la normativa ambiental. La normativa se basa en niveles máximos permisibles para algunos contaminantes relevantes por sus efectos biológicos, sin considerar la interacción de los parámetros.

Es posible realizar evaluaciones de la toxicidad orientadas a identificar las fracciones problema (U.S. EPA, 1993, 1991). Esto se lleva a cabo mediante la evaluación de la toxicidad en forma sucesiva sobre la muestra original y muestras manipuladas y el cambio en la toxicidad, que se origina por la manipulación, da indicios de cuáles son las fracciones que contribuyen a la toxicidad. Esta herramienta metodológica es útil para identificar fuentes de toxicidad como para control/monitoreo del funcionamiento (Botts et al., 1988, 1989). Este método se aplica teniendo en cuenta que la toxicidad es una respuesta genérica y no hay mecanismo para determinar si la toxicidad observada es causada a un componente simple o a una combinación de componentes que aparecen en forma alternativa, pero sí es posible identificar fracciones que aportan a la toxicidad global.

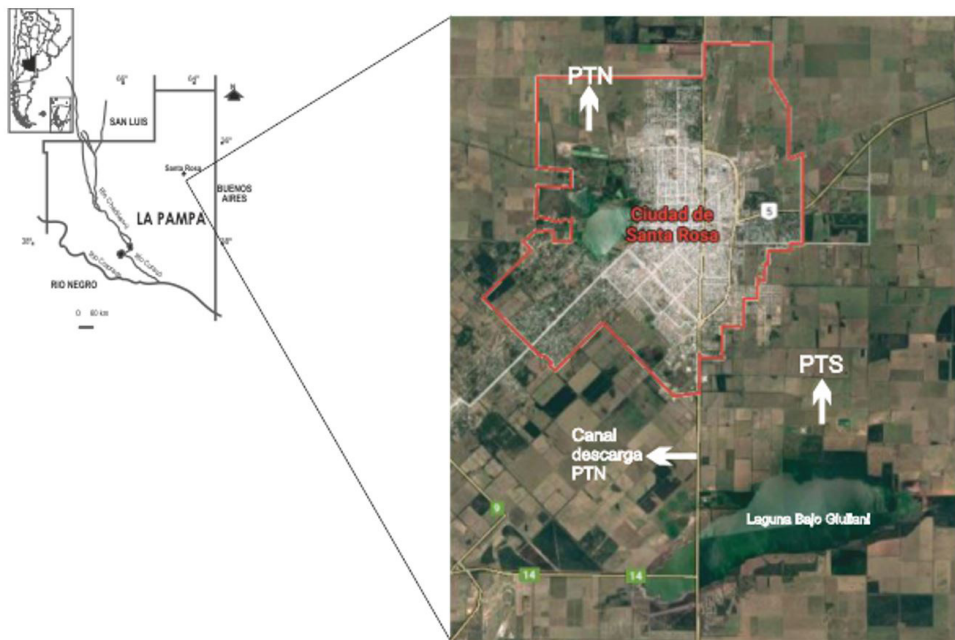
Los objetivos de este estudio fueron caracterizar toxicológicamente los ELUs de un sector de Santa Rosa, La Pampa, Argentina e identificar que fracciones aportan a la toxicidad global del ELU.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Santa Rosa, La Pampa (Argentina) tiene 102860 habitantes y un sistema de tratamiento de ELUs que alcanza al 80% de las viviendas. El sistema de tratamiento consta de dos plantas de tratamiento, PN y PS. La PN posee 6 piletas de depuración: 2 anaeróbicas, y 4 aeróbicas (Figura 1). Los ELUs saneados son bombeados por un canal a cielo abierto que los conduce hacia la Laguna Bajo Giuliani, sitio de disposición final.

Figura 1- Ubicación del área de estudio: Se indican las plantas de tratamiento Norte (PTN) y Sur (PTS), el Canal de descarga de ELUs y el sitio de disposición final, Laguna Bajo Giuliani.



## 2.2 TOMA DE MUESTRAS, CONSERVACIÓN Y MANIPULACIÓN

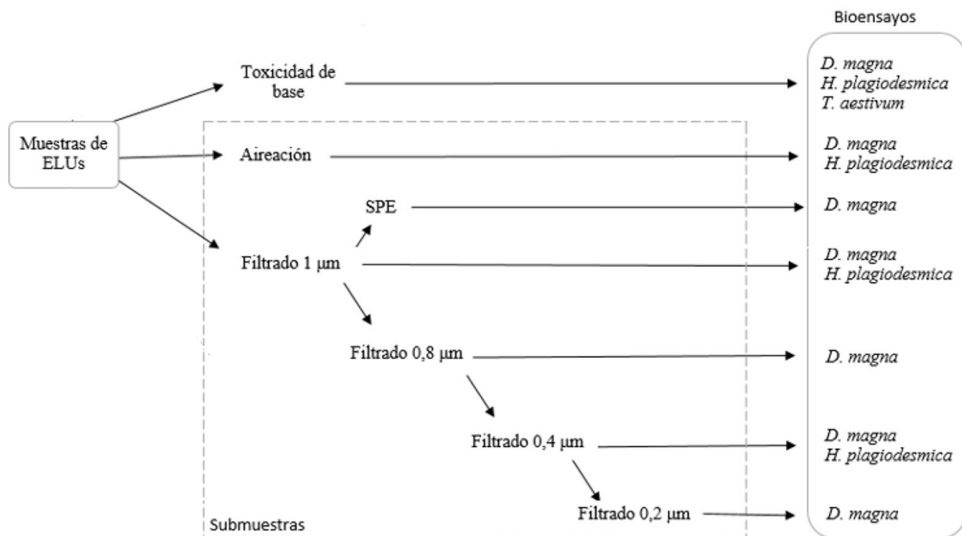
Se colectaron 24 muestras simples de ELUs, durante el periodo de diciembre 2013 a noviembre 2014. El sitio de muestreo correspondió al canal de descarga que transporta los ELUs tratados desde la PN hacia la laguna Bajo de Giuliani (Figura 1).

Las muestras fueron fraccionadas, una parte de la muestra fue conservada sin alteraciones, mientras que a las demás fracciones se la aplicó un tratamiento: i) aireación durante 2h a temperatura ambiente, ii) filtrado 1  $\mu\text{m}$ , iii) filtrado 0,8  $\mu\text{m}$ , iv) filtrado 0,42  $\mu\text{m}$ , v) filtrado 0,22  $\mu\text{m}$ , vi) SPE – C<sub>18</sub> (Figura 2). Todos los tratamientos se aplicaron acorde a los métodos para las evaluaciones de identificación de toxicidad acuática (U.S. EPA, 1991). Las muestras se mantuvieron refrigeradas a 4°C.

## 2.3 BIOENSAYOS

Se realizaron bioensayos con *D. magna*, *H. plagiodesmica* y *T. aestivum*. Se efectuaron 12 bioensayos por muestra en 2 etapas. En la primera etapa se determinó de toxicidad de base (CE50cr) y en la segunda etapa se determinó la toxicidad remanente en las submuestras manipuladas (Figura 2).

Figura 2- Secuencia de trabajo: Los ensayos de toxicidad iniciaron con la determinación de la toxicidad de base. Luego se realizaron los tratamientos de submuestras para luego establecer la toxicidad remanente post tratamiento. Los tratamientos aplicados fueron: i) aireación durante 2h, ii) filtrado 1  $\mu\text{m}$ , iii) filtrado, 0,8  $\mu\text{m}$ , iv) filtrado 0,42  $\mu\text{m}$ , v) filtrado 0,22  $\mu\text{m}$ , vi) SPE-C18.



***D. magna*:** Los ensayos de base se realizaron por triplicado, con 10 neonatos (<24h) por concentración, en cambio los de determinación de toxicidad remanente se realizaron por duplicado, con una réplica del ensayo de base como control positivo de la toxicidad. Se evaluó inmovilización a las 48 h y se estimó CE50 a las 48 h. mediante el método PROBIT (Castillo Morales, 2004).

***H. plagiodesmica*:** Los ensayos se realizaron acorde al protocolo para ensayos de toxicidad aguda para *H. attenuata* de Castillo Morales (2004), por triplicado y con una réplica del ensayo de base como control positivo de la toxicidad. Se evaluó presencia de cambio letales y subletales y se estimó la CL50 y CE50 a las 96 h. (Castillo Morales, 2004)

***T. aestivum*:** Los ensayos se realizaron mediante la adaptación del ensayo de toxicidad aguda de Castillo Morales (2004) para semillas de *L. sativa*. Los ensayos se realizaron por triplicado, en placas de Petri, con 10 semillas por placa. Como medio de dilución se utilizó agua dura reconstituida. Las placas se mantuvieron protegidas de la luz por un periodo de 120 h. Se evaluó la elongación de hipocotíleo y radícula, y se determinó el porcentaje de inhibición de crecimiento respecto del blanco.

## 2.4 ABATIMIENTO DE TOXICIDAD

Se calculó el cambio de toxicidad generado por cada manipulación respecto de la toxicidad original (Botts et al., 1988) por medio de la fórmula:

$$\text{Abatimiento Tratamiento } i = \frac{UT_{cr} - UT_{trat\ i}}{UT_{cr}} \times 100$$

Donde:

$UT_{cr}$  son las unidades tóxicas estimadas para la muestra original (100/CE<sub>50</sub>)

$UT_{trat\ i}$  son las unidades tóxicas estimadas para la muestra que recibió el tratamiento  $i$  (100/CE<sub>50 trat i</sub>)

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 TOXICIDAD

En las figuras 3; 4 y 5 se representan las CL50 y CE50 obtenidas por exposición de *D. magna*, *H. plagiodesmica* (letal y subletal) a ELUs. Se indica también la toxicidad remanente para las submuestras aireadas y filtradas.

Para el ensayo letal con *D. magna* la CL50 media de los ELUs fue 51,6%, y el rango de toxicidad fue 27-91,5%. Los ensayos letales con *H. plagiodesmica* arrojaron una CL50 media de 38%, los resultados variaron dentro de 17,7-62,2%. Durante el ensayo subletal con *H. plagiodesmica* la toxicidad media fue 14%, con una toxicidad máxima de 7,4% y la mínima en 29,6% de dilución del efluente.

Para *T. aestivum* las muestras presentaron niveles de inhibición bajos y solo en el 21% de las muestras se pudo estimar la CI<sub>50</sub>, para estos casos la CI50 fue siempre superior al 70%.

Para *D. magna* los resultados son similares a otros obtenidos en ELUs de similares características (Aguayo et al., 2004; Hernando et al., 2006; Mendonça et al., 2013). En particular, Di Marzio et al (2005) en estudios sobre vertidos de ELUs al río Lujan reporta CE50 entre 17 y 100%. La baja respuesta medida en *T. aestivum* es similar a lo observado Liwarska-Bizukojc and Urbaniak (2007) quienes reportan bajos niveles de inhibición ante la exposición a aguas residuales.

Las respuestas para los ensayos con *D. magna* e *H. plagiodesmica*, letal y subletal fueron significativamente diferentes ( $p < 0,001$ ). En tanto el test subletal con *H. plagiodesmica* fue el indicador más sensible. Otros autores ya han reportado mayor sensibilidad del genero *Hydra* frente a *D. magna* en el estudio de efluentes líquidos (Bohórquez-Echeverry et al., 2012; Castillo Morales et al., 2000; Oberholster et al., 2008). No obstante, *D. magna* es un muy buen indicador de toxicidad, que responde a una gran variedad de productos químicos (Aguayo et al., 2004; Hernando et al., 2005; Martins et al., 2007; Mendonça et al., 2013; Tyagi et al., 2007).



Figura 3 - Se representa la CL50 (%) para *D. magna* de los residuos urbanos líquidos y los remanentes de toxicidad de las submuestras manipuladas (aireación, filtrado con 1µm y filtrado con 0,8 µm).

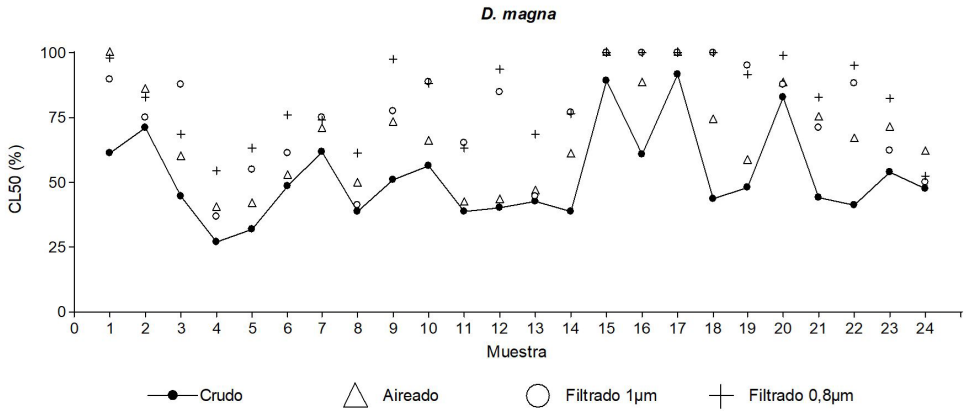


Figura 4 - Se representa la CL50 (%) para *H. plagiodesmica* de los residuos urbanos líquidos y los remanentes de toxicidad de las submuestras manipuladas (aireación, filtrado con 1µm y filtrado con 0,4 µm).

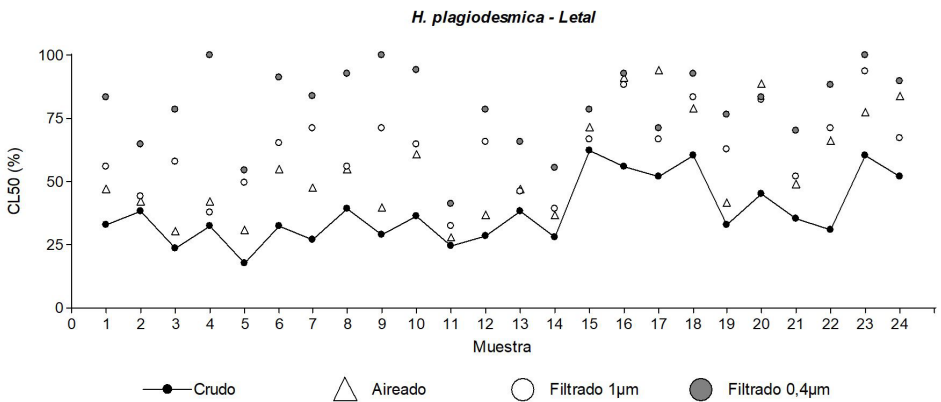
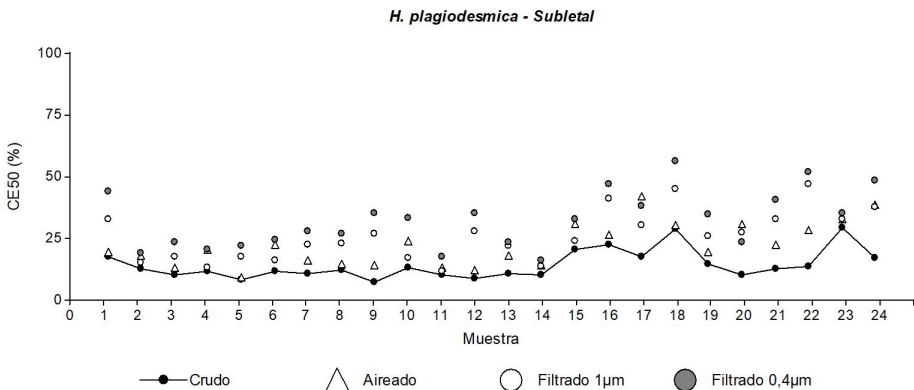


Figura 5 - Se representa la CE50 (%) para *H. plagiodesmica* de los residuos urbanos líquidos y los remanentes de toxicidad de las submuestras manipuladas (aireación, filtrado con 1µm y filtrado con 0,4 µm).



Los niveles de toxicidad medidos indican que los efluentes estudiados mantienen un contenido de componentes tóxicos considerable al momento de su disposición final.

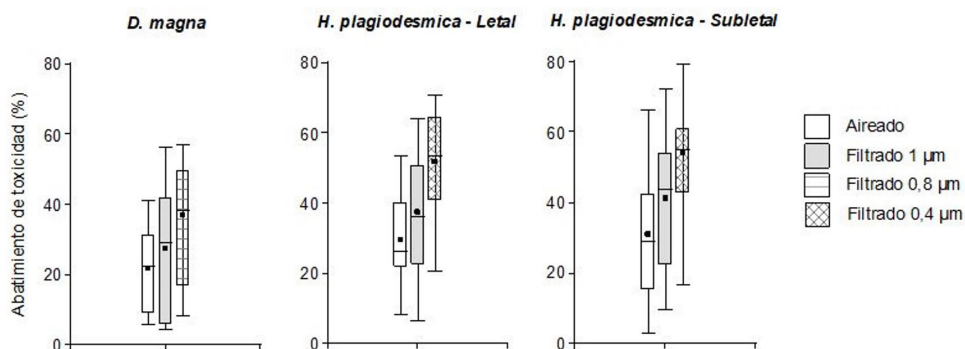
### 3.2 ABATIMIENTO DE LA TOXICIDAD

Todas las manipulaciones aplicadas generaron cambios en la toxicidad de las submuestras ( $p < 0,0001$ ). La figura 6 representa los abatimientos de toxicidad generados por las manipulaciones para los ensayos con *D. magna* e *H. plagiodesmica*.

La CE50 para *D. magna* luego de airear, filtrar con  $1\mu\text{m}$ . y con  $0,8\mu\text{m}$ . fue  $67,3 \pm 19,1\%$ ;  $74,6 \pm 19,6\%$  y  $82,3 \pm 19,8\%$  respectivamente. Estos cambios implicaron abatimientos de la toxicidad medios del 22% para la aireación, 27% para el filtrado con  $1\mu\text{m}$  y 35% para el filtrado con  $0,8\mu\text{m}$ . Las manipulaciones eliminaron la toxicidad en el 12% de las submuestras luego de airear, y en el 17% y 46% respectivamente luego de los filtrados con  $1\mu\text{m}$  y  $0,8\mu\text{m}$ .

Para el ensayo letal con *H. plagiodesmica*, las CE50 luego de airear fue del  $55,4 \pm 12,7\%$ , mientras que en las submuestras filtradas con  $1\mu\text{m}$  y  $0,4\mu\text{m}$  fue de  $62,1 \pm 15,9\%$  y  $80,2 \pm 15,6\%$ . De ésta manera se generaron abatimientos medios del 29% de la toxicidad mediante aireación, 37% con el filtrado con  $1\mu\text{m}$  y 52% para el filtrado con  $0,4\mu\text{m}$ . Sin embargo, solo se eliminó la toxicidad en el 12,5% de las submuestras filtradas con la malla de  $0,4\mu\text{m}$ . Al analizar los resultados obtenidos en los ensayos subletales se observan abatimientos medios similares al del ensayo letal.

Figura 6 - Abatimientos de toxicidad (%) estimados para cada punto final y manipulación aplicada.

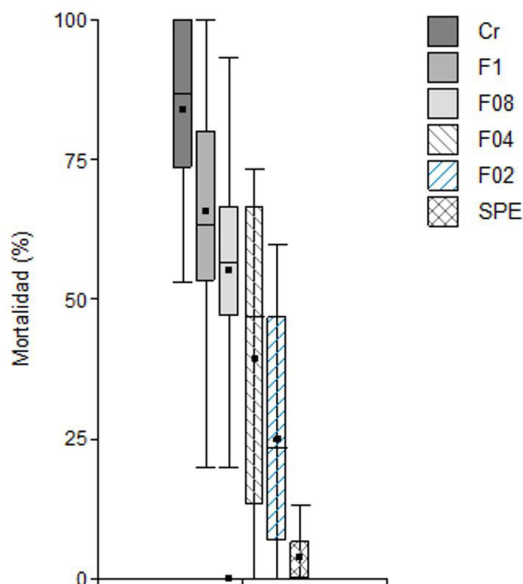


Respecto al abatimiento generado por filtrado con  $1\mu\text{m}$  se observaron diferencias significativas entre los puntos estudiados ( $p = 0,004$ ).

Para *D. magna*, se evaluó también la toxicidad luego de aplicar filtros con tamaño de poro de  $0,8$ ;  $0,4$ ,  $0,2\mu\text{m}$  y SPE. La mayoría de esos tratamientos generó submuestras

no tóxicas ( $CE_{50} > 100\%$ ). Por esta razón no puede ser estimado el abatimiento de la toxicidad y los resultados obtenidos se analizaron en función de la mortalidad media causada en las submuestras puras ( $100\%$ ). Los resultados se presentan en la figura 7.

Figura 7 - Mortalidad media (%) para las muestras originales y las submuestras manipuladas mediante aireación, filtrados con mallas de  $1\ \mu\text{m}$  (F1),  $0,8\ \mu\text{m}$  (F08),  $0,4\ \mu\text{m}$  (F04) y  $0,2\ \mu\text{m}$  (F02) de tamaño de poro y extracción en fase sólida (SPE).



En los filtrados con  $1$ ;  $0,8$  y  $0,4\ \mu\text{m}$  el  $87\%$ ,  $59\%$  y  $46\%$  de estas sub-muestras, respectivamente, mantuvieron niveles de toxicidad. En las submuestras filtradas con  $0,2\ \mu\text{m}$  y tratadas con SPE el  $87$  y  $100\%$ , respectivamente, resultaron no tóxicas. Todos los tratamientos reducen la toxicidad ( $p < 0,0001$ ), sin embargo, el filtrado con  $0,2\ \mu\text{m}$  y la SPE la eliminan.

La heterogeneidad de los abatimientos ante una misma manipulación indica que la composición de la carga tóxica es variable entre muestras. Nuestros resultados muestran que los sólidos suspendidos aportan significativamente a la toxicidad. Sin embargo, no es posible asociar la carga tóxica a una única fracción en particular. La no toxicidad observada al combinar el filtrado con poro  $1\ \mu\text{m}$  y SPE evidencia la importancia de los sólidos suspendidos de mayor porte y de los compuestos orgánicos no polares y/o complejos órgano-metálicos retenidos por SPE, como aquellos componentes que aportan a la toxicidad global.

La marcada diferencia de toxicidad entre las fracciones aireadas y la fracción post-SPE puede indicar presencia de compuestos orgánicos persistentes o bien

que la aireación también se generó productos de degradación tóxicos o aumentó la biodisponibilidad de los metales. Si bien el resultado final indica que durante la aireación se redujo significativamente la toxicidad global del efluente, esto no obsta que otros cambios se hayan dado y que, en conjunto, indiquen una disminución de la toxicidad.

Otra posible causa es que los compuestos orgánicos no degradados durante la aireación, pero si retenidos en la SPE muestren efectos sinérgicos en combinación con los demás componentes. En estudios previos la sola incorporación de un tóxico a concentración baja a generado cambios en la toxicidad de efluentes clasificados como no tóxico, aun cuando el componente fue agregado en concentraciones bajas ( $\mu\text{g/L}$ ) para las cuales no se esperaban efectos tóxicos individuales (Hernando et al., 2005).

Estudios similares reportan resultados que demuestra la utilidad práctica del método empleado para señalar las fracciones que aportan a la toxicidad y generar información acerca de posibles tratamientos que permitan reducir la toxicidad de los ELUs durante su tratamiento. En EE.UU. Botts et al. (1988) reportaron aguas residuales en las cuales la eliminación de los sólidos suspendidos ( $>1\mu\text{m}$ ) removió la mayor parte de la toxicidad aguda (30-70%). El abatimiento que los autores reportan es mayor al que observamos en nuestros resultados a pesar de que el contenido de SST era ampliamente menor. A su vez la aireación generó cambios, aunque en menor medida. Los resultados de este trabajo coinciden con los nuestros en indicar a la fracción orgánica no polar, principalmente suspendida, como la responsable de la mayor carga tóxica. En estudios desarrollados en Finlandia, la toxicidad de muestras de aguas residuales disminuyó con filtrado (10-40%) y con aireación (20-50%), mientras que la SPE generó los mayores cambios ( $>80\%$ ), estos resultados son ampliamente coincidentes con los obtenidos en nuestro trabajo (Pessala et al., 2004). Otros estudios realizados en ELUs de EE.UU. presentaron también reducción de la toxicidad en submuestras aireadas, sin embargo no se observaron grandes cambios al filtrar con  $1\mu\text{m}$  (DiGiano et al., 1992). Otros estudios presentan aguas residuales que no indican cambios de toxicidad por filtrado ni aireación para *D. magna*, pero si observaron cambios, principalmente post-SPE, con otras especies (Hutchings et al., 2004).

## 4 CONCLUSIONES

Dado que la variación de la toxicidad responde de diferentes maneras para las especies empleadas se evidencia que los responden a diferentes tóxicos. La principal diferencia en la respuesta tóxica se da para el ensayo con *T. aestivum*, para este ensayo todas las muestras resultaron no tóxicas, mientras que si manifestaron efectos tóxicos

para los demás ensayos. En términos generales los resultados identifican al test subletal con *H. plagiodesmica* como el indicador más sensible a la toxicidad de base del efluente, en comparación con los ensayos letales. Sin embargo, los ensayos letales resultaron ser más sensibles a los cambios de toxicidad generados por los tratamientos y, de esta forma indicaron mayores cambios de toxicidad que el ensayo subletal. Esto puede deberse a la alta sensibilidad de los puntos subletales evaluados. La variabilidad de sensibilidad de los test es necesaria para lograr una mejor representación de la variabilidad real, presente en los ambientes acuáticos. Para futuros trabajos se debe evaluar reemplazar el ensayo *T. aestivum* con otra especie, más sensible, que sea útil como indicadora.

Los tratamientos aplicados a las submuestras generaron cambios en la toxicidad que no difieren significativamente para los dos puntos finales considerados en *H. plagiodesmica*, sin embargo, los abatimientos si difieren entre *H. plagiodesmica* y *D. magna* excepto para el caso de las submuestras aireadas. Esto se debe a que cada ensayo se muestra sensibles sustancias diferentes, y los cambios de toxicidad indican alteraciones de la toxicidad atribuibles a tóxicos distintos para cada ensayo.

La aplicación de un protocolo de fraccionamiento para la identificación de las fracciones tóxicas resultó efectiva y generó información valiosa, que sirve de referencia para futuros estudios que permitan mejorar la eficiencia del sistema de tratamiento.

Los niveles de remoción de la toxicidad generados durante los tratamientos fueron variables, lo cual es acorde a la naturaleza compleja de las muestras, sin embargo, la aplicación del método de fraccionamiento permitió definir en forma general las características de los componentes tóxicos que aportan en mayor parte a la toxicidad global. Cantidades importante de la toxicidad pudo ser removida durante la aireación y el filtrado con 1µm, en particular luego del filtrado con 0,2 µm y la aplicación de SPE. Esto es evidencia de la participación de los SS y de compuestos orgánicos no polares como las fracciones más importantes que aportan a la toxicidad. Sin embargo, las diferencias en las remociones indican diferencias en la composición de la carga tóxica. La composición es altamente variable y sus efectos tóxicos varían en función de las interacciones entre componentes.

Se desconoce la toxicidad del afluente que ingresa a la Planta de tratamiento N (PT N), por lo cual no se tienen información cuantitativa acerca de la eficiencia del tratamiento. Sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos, se presume de una baja eficiencia y una importante falencia en el tratamiento y se asume que la aplicación de un tratamiento que reduzca la DQO y el contenido de sólidos suspendidos podría mejorar considerablemente las características toxicológicas de los ELUs estudiados.

Los ensayos con *D. magna* e *H. plagiodesmica* pueden ser aplicados en la rutina de controles de calidad de las aguas residuales. Su sensibilidad ante la extracción o degradación de componentes que aportan a la toxicidad los hace una herramienta útil para informar acerca de la eficiencia del tratamiento aplicado y como sistema de alerta ante tratamientos deficientes.

## BIBLIOGRAFÍA

Aguayo, S., Munoz, M., De La Torre, A., Roset, A.J., De La Pena, E., Carballo, M., Muñoz, M.J., De La Torre, A., Roset, J., De La Peña, E., Carballo, M., 2004. Identification of organic compounds and ecotoxicological assessment of sewage treatment plants (STP) effluents. *Sci. Total Environ.* 328, 69–81. doi:10.1016/j.scitotenv.2004.02.013

Bohórquez-Echeverry, P., Duarte-Castañeda, M., León-López, N., Caicedo-Carrascal, F., Vásquez-Vásquez, M., Campos-Pinilla, C., 2012. Selection of a bioassay battery to assess toxicity in the effluents and effluents of three water-treatment plants. *Univ. Sci.* 17, 152–166. doi:10.11144/javeriana.SC17-2.soab

Botts, J.A., Braswell, J.W., Goodfellow, W.L., 1989. Toxicity Reduction Evaluation Protocol for Municipal Wastewater Treatment Plants.

Botts, J.A., Braswell, J.W., Goodfellow, W.L., Bishop, D.F., 1988. Toxicity Reduction Evaluation at the Patapsco Wastewater Treatment Plant. US EPA.

Castillo Morales, G., 2004. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: Estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. IDRC/IMTA., México.

Castillo Morales, G., Vila, I.C., Neild, E., 2000. Ecotoxicity assessment of metals and wastewater using multitrophic assays. *Environ. Toxicol.* 15, 370–375.

Clara, M., Strenn, B., Gans, O., Martínez, E., Kreuzinger, N., Kroiss, H., 2005. Removal of selected pharmaceuticals, fragrances and endocrine disrupting compounds in a membrane bioreactor and conventional wastewater treatment plants. *Water Res.* 39, 4797–4807. doi:10.1016/j.watres.2005.09.015

Dalzell, D.J.B., Alte, S., Aspichueta, E., de la Sota, A., Etxebarria, J., Gutierrez, M., Hoffmann, C.C., Sales, D., Obst, U., Christofi, N., 2002. A comparison of five rapid direct toxicity assessment methods to determine toxicity of pollutants to activated sludge. *Chemosphere* 47, 535–545.

Di Marzio, W.D., Sáenz, M., Alberdi, J., Tortorelli, M., Silvana, G., 2005. Risk assessment of domestic and industrial effluents unloaded into a freshwater environment. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 61, 380–391. doi:10.1016/j.ecoenv.2004.10.002

DiGiano, F.A., Maeker, M., Champlin, T.L., Frey, M. V, 1992. Application of the toxicity reduction evaluation protocol for municipal wastewater treatment plants: Case histories at High point and Fayetteville, NC.

Farre, M., Kloter, G., Petrovic, M., Alonso, M.C., de Alda, M.J.L., Barcelo, D., 2002. Identification of toxic compounds in wastewater treatment plants during a field experiment. *Anal. Chim. Acta* 456, 19–30. doi:10.1016/S0003-2670(01)00908-4

García-Reyero, N., Lavelle, C.M., Escalon, B.L., Martinović, D., Kroll, K.J., Sorensen, P.W., Denslow, N.D., 2011. Behavioral and genomic impacts of a wastewater effluent on the fathead minnow. *Aquat. Toxicol.* 101, 38–48. doi:10.1016/j.aquatox.2010.08.014

- Hernando, M.D., Fernández-Alba, A.R., Tauler, R., Barceló, D., 2005. Toxicity assays applied to wastewater treatment. *Talanta* 65, 358–366. doi:10.1016/j.talanta.2004.07.012
- Hernando, M.D., Mezcuca, M., Fernández Alba, A.R., Barceló, D., 2006. Environmental risk assessment of pharmaceutical residues in wastewater effluents, surface waters and sediments. *Talanta* 69, 334–342. doi:10.1016/j.talanta.2005.09.037
- Hutchings, M., Johnson, I., Hayes, E., Girling, A.E., Thain, J., Thomas, K., Benstead, R., Whale, G., Wordon, J., Maddox, R., Chown, P., 2004. Toxicity reduction evaluation, toxicity identification evaluation and toxicity tracking in direct toxicity assessment. *Ecotoxicology* 13, 475–484. doi:10.1023/B:ECTX.0000035297.90620.73
- Katsoyiannis, A., Samara, C., 2007. Ecotoxicological evaluation of the wastewater treatment process of the sewage treatment plant of Thessaloniki, Greece. *J. Hazard. Mater.* 141, 614–621. doi:10.1016/j.jhazmat.2006.07.038
- Liwerska-Bizukojc, E., Urbaniak, M., 2007. Evaluation of phytotoxic effect of wastewater contaminated with anionic surfactants. *Biotechnologia* 76, 203–214.
- Manusadžianas, L., Balkelyte, L., Sadauskas, K., Blinova, I., Pöllumaa, L., Kahru, A., 2003. Ecotoxicological study of Lithuanian and Estonian wastewaters: Selection of the biotests, and correspondence between toxicity and chemical-based indices. *Aquat. Toxicol.* 63, 27–41. doi:10.1016/S0166-445X(02)00132-7
- Martins, J., Oliva Teles, L., Vasconcelos, V., 2007. Assays with *Daphnia magna* and *Danio rerio* as alert systems in aquatic toxicology. *Environ. Int.* 33, 414–425. doi:10.1016/j.envint.2006.12.006
- Mendonça, E., Picado, A., Paixão, S.M., Silva, L., Barbosa, M., Cunha, M.A., 2013. Ecotoxicological evaluation of wastewater in a municipal WWTP in Lisbon area (Portugal). *Desalin. Water Treat.* 51, 4162–4170. doi:10.1080/19443994.2013.768021
- Oberholster, P.J., Botha, A.M., Cloete, T.E., 2008. Biological and chemical evaluation of sewage water pollution in the Rietvlei nature reserve wetland area, South Africa. *Environ. Pollut.* 156, 184–192. doi:10.1016/j.envpol.2007.12.028
- Pessala, P., Schultz, E., Nakari, T., Joutti, A., Herve, S., 2004. Evaluation of wastewater effluents by small-scale biotests and a fractionation procedure. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 59, 263–272. doi:10.1016/j.ecoenv.2003.10.002
- Planes, E., Fuchs, J., 2015. Cuales Son Los Aportes De La Ecotoxicología a Las Regulaciones Ambientales. *Cienc. Invest.* 65, 45–62.
- Smital, T., Terzic, S., Zaja, R., Senta, I., Pivcevic, B., Popovic, M., Mikac, I., Tollefsen, K.E., Thomas, K. V., Ahel, M., 2011. Assessment of toxicological profiles of the municipal wastewater effluents using chemical analyses and bioassays. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 74, 844–851. doi:10.1016/j.ecoenv.2010.11.010
- Tyagi, V.K., Chopra, A.K., Durgapal, N.C., Arvind, K., 2007. Evaluation of *Daphnia magna* as an indicator of toxicity and treatment efficacy of municipal sewage treatment plant. *J. Appl. Sci. Environ. Manag.* 11, 61–67.
- U.S. EPA, 1991. Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations Phase Toxicity Characterization Procedures. US EPA.

U.S. EPA, 1993. Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations: Phase II Toxicity Identification Procedures for Samples Exhibiting Acute and Chronic Toxicity. US EPA.

U.S. EPA, 1999. Toxicity Reduction Evaluation Guidance for Municipal Wastewater Treatment Plant-Appendix A to J.

Üstün, G.E., 2009. Occurrence and removal of metals in urban wastewater treatment plants. *J. Hazard. Mater.* 172, 833–838. doi:10.1016/j.jhazmat.2009.07.073

Wong, J.W., Li, K., Fang, M., Su, D.C., 2001. Toxicity evaluation of sewage sludges in Hong Kong. *Environ. Int.* 27, 373–380. doi:10.1016/S0160-4120(01)00088-5



## SOBRE O ORGANIZADOR

**Dr. Juan Carlos Cancino Díaz** - Egresado de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), México, con la licenciatura en Ingeniero Bioquímico. Estudios de posgrado en la misma institución con la especialidad de maestría en Bioquímica y doctorado en Inmunología. Actualmente es profesor e investigador de la ENCB-IPN impartiendo la cátedra de Microbiología veterinaria para los Químicos Bacteriólogos Parasitólogos. El área de investigación es sobre el estudio de la biología de *Staphylococcus epidermidis*, con una alta producción de artículos científicos en revistas científicas de prestigio. Ha desempeñado como director de tesis de licenciatura, maestría y doctorado. Tiene una patente otorgada por el instituto mexicano de la propiedad intelectual y cuatro en curso de aprobación. Es miembro del sistema nacional de investigadores de México nivel II. Es editor de un libro sobre *Staphylococcus epidermidis* que está en curso de publicación y cinco capítulos de libro sobre su área de investigación.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aguas residuais 196, 200, 204, 206  
Anacyclus 149, 150, 152, 153, 154, 155, 158, 160, 161, 162, 163  
Aquatic fitness 68  
Atenção visual 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33  
Atención sanitaria 15, 21, 22, 25

### B

Bacterias halotolerantes 138, 146  
Bioensayos 180, 195, 196, 197, 198  
Biomechanics 68, 76, 77

### C

Calidad de la malta 100, 101, 105, 107  
Canabidiol 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88  
Cebada malteada 99, 100, 101, 102, 103, 105, 108, 112  
Celulasas 138, 139, 140, 141, 146  
Ciatalgia 36, 37, 38, 41, 42, 43  
Cobre 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171  
Control biológico 174  
Criança 4, 27, 31, 32

### D

Deficiência auditiva 27  
Doença de Huntington 48, 49, 50, 51, 54, 56, 57, 58, 59, 60  
Doenças Crônicas 6, 7, 12, 78, 79, 80, 82, 83, 87

### E

Educação para a morte 1, 3, 7, 11, 13  
Efluentes urbanos 195, 196  
Enfermagem em Reabilitação 49  
Enfermedad de Chagas 90, 91, 94, 97, 98  
Entomopatógenos 174, 182  
Exercício Terapêutico 49

## F

Fitoquímica 149, 161, 163

Fitoterapia 79

Fotossíntese 164, 165, 166, 168, 170

## G

Gastritis 149, 150, 151, 152, 162, 163

## H

Hidrolasas 100, 102, 105, 108, 142, 146

## I

Insecticida 174, 178, 181, 182, 183, 184

Insecto-plaga 174

In-water forces 68, 69, 72, 74, 75

Itinerarios terapéuticos 15, 22, 25

## L

Lagos 140, 186, 187, 188, 190, 191

Leguminous 116, 133

Lepidópteros 174, 182

## M

Maconha Terapêutica 79, 82

Masaje neuroreflejo 36, 38, 46

Microalga 164, 166, 167, 170, 172

Migración internacional 15

Morbilidad sentida 15, 20, 22

Mujeres en edad fértil 90, 98

## N

Nodule 116, 119, 120, 123, 124, 125, 126, 129, 131

## P

Patagonia 186, 187, 188, 190, 191

Percepción remota 186, 187, 191

Petroleum hydrocarbons 116, 117, 131

Phenological stage 116, 117, 118, 119, 120, 123, 124, 125, 128, 131, 132

Plancton 186, 187

Profissionais da saúde 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13

## R

Reabilitação 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67

Revisão de literatura 1

## S

Sacrolumbalgia 36, 37, 42, 43

Scenedesmus 164, 165, 166, 167, 168, 170, 171, 172, 173

Surdez 27, 28, 29, 31, 32

## T

Toxicidad 151, 185, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206

Trypanosoma cruzi 90, 91, 98

## U

Úlcera 149, 150, 151, 158, 162

## X

Xilanasas 138, 139, 140, 141, 146

## Y

Young adults 68, 75

## Z

Zimogramas 100, 101, 102, 103, 106, 107, 109, 110, 113