



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra



Plan de Estudios de la Licenciatura en Ciencias de la Tierra

<b>Programa</b> Ecotoxicología			
<b>Clave</b>	<b>Semestre</b> 6°, 7° u 8°	<b>Créditos</b> 10	<b>Campo de conocimiento:</b> Ciencias de la Tierra
			<b>Etapa de formación:</b> Avanzada
<b>Modalidad</b>	Curso(X) Taller( ) Lab( ) Seminario() Otras		<b>Tipo</b> Teórico ( ) Práctico ( ) Teórico/Práctico ( X )
<b>Carácter</b>	<b>Obligatorio ( ) Optativo (X)</b>		<b>Horas: 6</b>
	Obligatorio E ( ) Optativo E ( )		<b>Semana</b> <b>Semestre</b>
<b>Duración</b>	16 semanas		Teóricas: 4      Teóricas: 64
			Prácticas: 2      Prácticas: 32
			Total: 6      Total: 96

<b>Seriación</b>	
Ninguna ( X )	
Obligatoria ( )	
Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	
Indicativa ( )	
Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	

**Objetivo general:**  
Analizar las herramientas teórico-conceptuales de los estudios ecotoxicológicos para la integración de los conocimientos de los efectos de los contaminantes en los ecosistemas, basado en principios explicativos.

**Objetivos particulares:**  
Examinar los conceptos básicos de la Ecotoxicología y sus principios explicativos y predictivos. Diferenciar los conocimientos del comportamiento de los contaminantes en el ambiente, sus mecanismos de acción y sus efectos a diferentes niveles de organización biológica. Explicar las necesidades del desarrollo de la Ecotoxicología en México, sus aplicaciones y el marco legal de la gestión de contaminantes y sitios contaminados en el país.

<b>Índice temático</b>		
	<b>Tema</b>	<b>Horas</b> <b>Semestre</b>
		<b>Teóricas</b> <b>Prácticas</b>



1	Generalidades de la Ecotoxicología	12	4
2	Tipos de contaminantes	12	6
3	Tipos de ensayos para la evaluación de efectos tóxicos	12	9
4	Efectos biológicos de los contaminantes: de lo "omic" a lo "eco"	16	9
5	Estado actual de la Ecotoxicología en México	12	4
<b>Subtotal</b>		<b>64</b>	<b>32</b>
<b>Total</b>		<b>96</b>	

<b>Contenidos temáticos</b>	
<b>Temas</b>	<b>Subtemas</b>
1	Generalidades de la Ecotoxicología 1.1 Definición y campos de acción 1.2 Conceptos básicos. Adaptación, estrés, tolerancia, resistencia, resiliencia 1.3 Fuentes de los contaminantes y principales tóxicos ambientales 1.4 Transporte y transferencia de contaminantes entre compartimentos ambientales. 1.4.1. Biodisponibilidad, bioacumulación, biomagnificación 1.5. Transformaciones abióticas y bióticas de los contaminantes 1.5.1. Reacciones fotoquímicas, redox, hidrólisis 1.5.2. Biodegradación, biotransformación 1.6. Toxocinética y Toxodinámica
2	Tipos de contaminantes 2.1. Metales y metaloides 2.2. Compuestos orgánicos 2.2.1. Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPAs) 2.2.2. Plaguicidas 2.2.3. Doxinas y Furanos 2.2.4. Bifenilos Policlorados (BPC) 2.3. Elementos radioactivos 2.4. Nanomateriales 2.5. Microplásticos 2.6. Contaminantes emergentes (productos de cuidado personal, fármacos, antibióticos). 2.7. Escenarios globales de contaminación 2.7.1. Eutrofización 2.7.2. Gases de efecto invernadero 2.7.3. Lluvia ácida 2.7.4. Fracturación hidráulica
3	Tipos de ensayos para la evaluación de efectos tóxicos 3.1. Estudios letales y subletales; agudos y crónicos; aislados y en mezclas. 3.1.1. Estimadores de Toxicidad 3.2. Tipos de ensayos. Del mecanismo de acción a la relevancia ecológica 3.2.1. Ensayos in vitro. Cultivos celulares u órganos aislados



	<p>3.2.2. Ensayos in vivo. Bioensayos con organismos</p> <p>3.2.3. Ensayos in situ. Encierros, micro y mesocosmos</p> <p>3.2.4. Evaluaciones ecotoxicológicas en el campo con organismos silvestres</p> <p>3.3. Bioética y normatividad</p>
4	<p>Efectos biológicos de los contaminantes: de lo “omic” a lo “eco”</p> <p>4.1. Bioindicadores vs Indicadores ecológicos y Biomonitores</p> <p>4.2. Rutas de exposición y modos de acción de tóxicos ambientales</p> <p>4.2.1. Barrera de la membrana celular</p> <p>4.2.2. Incorporación, distribución, desintoxicación y eliminación</p> <p>4.3. Biomarcadores de exposición y de efecto.</p> <p>4.3.1. Nivel molecular: genotoxicidad, proteómica</p> <p>4.3.2. Nivel bioquímico: metabolómica, estrés oxidante, alteración enzimática.</p> <p>4.3.3. Nivel fisiológico: neurotoxicidad, cronotoxicidad, disrupción endócrina, metabolismo y balance energético.</p> <p>4.3.4. Nivel poblacional: estudios demográficos, enfermedades</p> <p>4.3.5. Nivel comunidad y ecosistema: interacciones tróficas, relaciones depredador-presa, índices ecológicos, índices de integridad biótica.</p>
5	<p>Estado actual de la Ecotoxicología en México</p> <p>5.1. ¿Ecotoxicología para qué? Campo de acción de los estudios ecotoxicológicos en México.</p> <p>5.2. Estado del conocimiento de la Ecotoxicología en México.</p> <p>5.2.1. Necesidades de aplicación de los estudios toxicológicos y ecotoxicológicos: Gestión y manejo integral de sistemas.</p> <p>5.2.2. Estudios de Evaluación de Riesgo Ambiental.</p> <p>5.2.3. Estudio de la vulnerabilidad de sistemas.</p> <p>5.3. Marco legal de gestión de contaminantes y de la contaminación en México.</p> <p>5.3.1. Acuerdos internacionales, leyes y normas federales relacionadas con la gestión de tóxicos.</p> <p>5.3.2. Instrumentos de gestión de contaminantes y sitios contaminados.</p>

<b>Estrategias didácticas</b>	
	Lecturas
	Trabajo en equipo
	Aprendizaje basado en problemas
	Exposición oral

<b>Evaluación del aprendizaje</b>	
	Elaboración de ensayos
	Exposición de temas
	Trabajos y tareas
	Participación en clase
	Asistencia

<b>Perfil profesiográfico del docente</b>	
---	--

<b>Título o grado</b>	Posgrado en Ciencias Biológicas, Ciencias de la Tierra o áreas afines con especialidad en el tema de estudio. Nivel mínimo de Maestría.
<b>Experiencia docente</b>	Amplia experiencia profesional comprobable en el área de la Ecotoxicología y estudio de los efectos de contaminantes en los ecosistemas. Mínimo con dos años de experiencia en el área. Experiencia docente de al menos dos años a nivel superior.
<b>Otras características</b>	Que el docente se dedique a la investigación en esta disciplina, con experiencia comprobable en el tema. Haber tomado el curso de formación docente de la ENCIT.

<b>Bibliografía básica</b>
Amiard-Triquet C., Amiard J.C. and Rainbow P.S. (2013). Ecological Biomarkers: Indicators of ecotoxicological effects. Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida. USA.
Ankley G., Miracle A., Perkins E.J. and Daston G.P. (2008). Genomics in Regulatory Ecotoxicology: applications and challenges. Taylor and Francis Group. Boca Raton Florida. USA.
Arapis G., Goncharova N. and Baveye P.B. (Eds.). (2006). Ecotoxicology, Ecological Risk Assessment and Multiple Stressors. Springer. The Netherlands.
Gagne F. (2014). Biochemical Ecotoxicology. Principles and Methods. Elsevier. USA.
Mendrick D.J. and Mattes W.B. (Eds). (2008). Essential Concepts in Toxicogenomics. Human Press, E.U.A.
Walker CH., Hopkin SP., PEakall BD. (2012) Principles of ecotoxicology 4 <sup>th</sup> Edition. Taylor & Francis.
Newman M.C. and Unger M.A. (2014). Fundamentals of Ecotoxicology. 4 <sup>th</sup> edition. Lewis Publisher. Boca Raton, Florida, USA.
Nielsen J., Jewett M.C. (2007). Metabolomic. A powerful tool in systems biology. Springer. Berlin.
Sparling D.W. (2016). Ecotoxicology Essentials: Environmental contaminants and their biological effects on animals and plants. 1 <sup>st</sup> edition. Elsevier. London, UK.
Van Leeuwen C.J. and Vermeire T.G. (Eds). (2007). Risk Assessment of Chemicals. An Introduction. Springer. The Netherlands.

<b>Bibliografía complementaria</b>
Amiard-Triquet C., Amiard J.C. and Mouneyrac C. (2015). Aquatic Ecotoxicology. Advancing tools for dealing with emerging risks. Elsevier Inc. Academic Press, San Diego California. USA.
Clements W.H. and Newman M.C. 2002. Community Ecotoxicology. Wiley and Sons. Chichester, England, UK.
Devillers J. (2009). Ecotoxicology Modelling. Springer. London-Nueva York.
Gupta R.C. (Edit). (2014). Biomarkers in Toxicology. Elsevier. London, UK.
Jorgensen S.E. (2016). Ecotoxicology and chemistry applications in environment management. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.
Nikinmaa, M. (2014). An Introduction to Aquatic Toxicology. Elsevier Inc. Oxford, UK.
Pain-Devin S.; C. Cossu-Leguille; A. Geffard; L. Giambérini; T. Jouenne; L. Minguez; B. Naudin; M. Parant; F. Rodius; P. Rousselle; K. Tarnowska; C. Daguin-Thiñebaut; F. Viard; S. Devin. (2014). Towards a better understanding of biomarker response in field survey: A case study in eight populations of zebra mussels. <i>Aquatic Toxicology</i> . 155: 52-61.
Spiro T.G., Purvis-Roberts K.L., Stigliani W.M. (2012). Chemistry of the Environment. 3 <sup>rd</sup>



edition. University Science Books, Canada.
van Gestel, C.A.M., Jonker M.J., Kammenga J.E., Laskowski R. and Svendsen C. 2010. Mixture Toxicity: Linking approaches from ecological and human toxicology. SETAC. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.
Walker C.H. (2011). Organic Pollutants. An ecotoxicological perspective. Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida. USA.
Walker C. H., Sibly R. M., Hopkin S.P. and Peakall D.B. (2012). Principles of Ecotoxicology. 4 <sup>th</sup> edition. Taylor and Francis Group. Boca Raton, Florida. USA.