

## **Programa de ECOTOXICOLOGÍA Y QUÍMICA AMBIENTAL**

**Carrera:** *Licenciatura en Biotecnología*

**Asignatura:** *Ecotoxicología y Química Ambiental*

**Núcleo al que pertenece:** *Complementario Electivo (Ciclo Superior de la Orientación Bioprocesos); Complementario Adicional (Ciclo Superior de la Orientación Genética Molecular)*<sup>1</sup>

**Profesoras:** *Andrea Guillade, Estefanía Achilli*

**Correlatividades previas:** *Genética Molecular, Ecología*

### **Objetivos:**

Que las/os alumna/os comprendan los parámetros importantes en los mecanismos de contaminación ambiental.

Que incorporen herramientas para la realización de ensayos ecotoxicológicos sobre diferentes organismos modelo.

Que puedan dimensionar los impactos de la contaminación en sus diferentes niveles: individual, poblacional, comunidad, bioma.

Que puedan analizar el impacto social y cultural de la contaminación y de las posibilidades de tratamiento desde la biotecnología.

Que apliquen estrategias experimentales sencillas para detección de contaminación en diferentes medios.

Que elaboren análisis de riesgo ambiental.

### **Contenidos mínimos:**

Introducción a la ecotoxicología. Conceptos de tóxicos, toxicidad aguda y crónica. Xenobióticos, dosis. Mecanismos de transporte de los contaminantes en los ecosistemas. Especiación y Biodisponibilidad. Bioacumulación, biomagnificación. Efectos de sustancias tóxicas en organismos a nivel individual y de población. Efectos sobre la genética de poblaciones. Bioindicadores y Biomarcadores: definición, especificidad, función en el análisis de riesgo ambiental. Biomonitorio. Ensayos de toxicidad. Toxicogenómica aplicada a la evaluación de riesgo ecológico.

---

<sup>1</sup> En plan vigente, Res CS N° 125/19. Para el plan Res CS N° 277/11, pertenece al Núcleo de Orientación. Para el Plan Res CS N° 181/03 pertenece al Núcleo Orientado.

**Carga horaria semanal:**

*6 horas semanales distribuidas en dos encuentros de 3 horas*

**Programa analítico:**

**Unidad 1.** Conceptos generales de ecología. Concepto de ecosistema. Estructuras tróficas. Microcosmos, mesocosmos y macrocosmos. Tipos básicos de ciclos biogeoquímicos. Factores reguladores de los ecosistemas. La actividad humana y su rol como factor limitante en los ecosistemas.

**Unidad 2.** Conceptos generales de ecotoxicología. Tipos de contaminación. Conceptos de tóxicos, toxicidad aguda y crónica. Xenobióticos. Clasificación de contaminantes: sustancias orgánicas e inorgánicas.

**Unidad 3.** Vías de entrada y destino de las sustancias contaminantes del ambiente. Partición de sustancias orgánicas en el ambiente: plaguicidas, descarga de afluentes líquidos.

**Unidad 4.** Ecotoxicología a nivel del individuo. Biomarcadores de exposición a sustancias tóxicas. Disruptores endócrinos. Determinación de la ecotoxicidad por medio de ensayos monoespecíficos. Ensayos de toxicidad en organismos unicelulares, plantas acuáticas, plantas terrestres y animales.

**Unidad 5.** Ecotoxicología a nivel de la población: efecto de las sustancias tóxicas en las poblaciones. Efecto sobre parámetros poblacionales. La relación con los contaminantes y la genética de poblaciones.

**Unidad 6.** Ecotoxicología a nivel de la comunidad: efecto de las sustancias tóxicas en comunidades naturales.

**Unidad 7.** Dinámica de contaminantes orgánicos y su relación con la biota. Bioconcentración, bioacumulación y biodisponibilidad.

**Unidad 8.** Ecotoxicología de plaguicidas y herbicidas de uso frecuente. Marco legal: regulaciones nacionales e internacionales sobre el uso de agroquímicos para el ingreso al mercado de alimentos y maderas.

**Unidad 9.** Biomonitorio. Organismos modelo para biomonitorio en diferentes medios. Monitoreo de efectos biológicos con ensayos de toxicidad. Monitoreo biológico de campo. Medición de parámetros químicos convencionales en descargas y cuerpos receptores.

**Unidad 10.** Evaluación de riesgo ecológico. Análisis de riesgo. Estimación de la exposición. Caracterización de riesgos.

**Unidad 11.** Toxicogenómica aplicada a la evaluación de riesgo ecológico. Marco conceptual. Técnicas y organismos modelo para evaluación de riesgo ambiental. Alcances y limitaciones.

### **Actividades de laboratorio**

**Trabajo práctico N° 1.** *Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga.*

Objetivos: Determinar la fitotoxicidad de muestras ambientales de agua sobre parámetros de la germinación y desarrollo de semillas de plantas terrestres.

Descripción de la actividad: El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca sativa L*) es una prueba estática de toxicidad aguda (120 h de exposición) en la que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. Como puntos finales para la evaluación de los efectos fitotóxicos, se determina la inhibición en la germinación y la inhibición en la elongación de la radícula y del hipocotilo. Se obtendrán muestras de agua del Río de la Plata. Se preparará una curva dosis-respuesta con al menos 6 diluciones de la muestra a analizar. Se expondrán tandas de semillas de lechuga a las distintas diluciones durante 120 hs, y luego se las pondrá a germinar, registrando para cada tanda el número de semillas germinadas, y la longitud del hipocotilo y la radícula. Se calculará la CL50 para las muestras analizadas.

**Trabajo práctico N° 2.** *Efecto de la lluvia ácida en hojas de Elodea.*

Objetivos: Determinar el efecto de la lluvia ácida sobre la fotosíntesis en plantas acuáticas.

Descripción de la actividad: La fotosíntesis es una función que puede verse afectada por algunos tóxicos capaces de detenerla o disminuirla. Asimismo, existen condiciones ambientales que pueden afectarla, como la acidez o alcalinidad del agua. La excesiva producción de compuestos oxidados como consecuencia de la quema de combustibles fósiles produce compuestos ácidos, que son arrastrados por la lluvia a cuerpos acuáticos. Este fenómeno, conocido como lluvia ácida, modifica el pH de la atmósfera, el suelo y el agua, y por lo tanto altera el normal funcionamiento de la fotosíntesis. Con este fin, se preparará agua con pH 6 y pH 4, y agua corriente, y se evaluará la fotosíntesis colocando secciones de elodea (*Egeria densa*) en dispositivos experimentales, midiendo indirectamente fotosíntesis en función de la producción de oxígeno bajo las diferentes condiciones ensayadas.

**Trabajo práctico N° 3.** *Efectos de plaguicidas sobre organismos animales blanco y no blanco: hormigas cortadoras de hojas y sus enemigos naturales (parasitoides específicos).*

Objetivos: Determinar la toxicidad de dos plaguicidas sobre hormigas cortadoras (*Acromyrmex lundii*) y sus parasitoides específicos (Diptera: Phoridae)

Descripción de la actividad: La sulfloramida y el fipronil son dos plaguicidas de uso corriente para el control de hormigas cortadoras de hojas. Se determinará la CL<sub>50</sub> de ambos plaguicidas sobre las hormigas y sus parasitoides. Para ello se colectarán hormigas cortadoras de caminos de forrajeo, se las acondicionará en cámaras de cría y se las someterá a diferentes concentraciones de cada uno de los plaguicidas. Se irá registrando la muerte y la aparición de parasitoides (los cuales surgen de los cuerpos muertos de las hormigas). Los parasitoides serán a su vez acondicionados y se registrarán varios parámetros de sus ciclos de vida (duración de estadios larvales y pupales, porcentaje de emergencia y longevidad de adultos). Por otro lado, otras muestras de hormigas se dejarán sin aplicar plaguicidas, permitiendo la aparición de pupas de parasitoides no tratados. A estas pupas se les aplicarán los mismos plaguicidas en las concentraciones establecidas, y se estimarán la CL<sub>50</sub>, así como parámetros de su desarrollo como supervivencia, tiempo de eclosión, viabilidad de los adultos y longevidad de los mismos. Se discutirán las consecuencias e implicancias de los plaguicidas sintéticos en las interacciones tróficas.

**Trabajo práctico N° 4.** *Monitoreo ambiental en la rivera de Quilmes.*

Objetivos: Elaborar un informe sobre toxicidad de aguas y suelos y una evaluación de riesgo ambiental en el ámbito del Río de la Plata en la localidad de Quilmes

Descripción de la actividad: Los estudiantes recabarán información sobre factores causantes de estrés ambiental, y caracterizarán el ecosistema en cuestión. A partir de esta información, realizarán la formulación del problema, elaborando un plan sobre la evaluación en sí, que incluye el muestreo, el análisis químico, el análisis de la toxicidad, la medición de las propiedades ambientales, el análisis de los datos y la modelación necesaria para estimar el riesgo. Se utilizarán muestras de agua y suelo de la rivera, aplicando diferentes métodos de muestreo. Una vez acondicionadas las muestras, se las someterá a al menos dos ensayos de toxicidad en plantas y animales. Los resultados de los análisis de laboratorio, junto con los de datos obtenidos de la búsqueda bibliográfica, serán utilizados para elaborar un informe de riesgo ambiental. Dicho informe será luego presentado por escrito y expuesto en clase como una instancia de evaluación final.

### **Bibliografía (obligatoria y de consulta):**

- Begon, M., Townsend, C.R. and J.L. Harper (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems*. Bebon, M (4a. ed. - ) Hoboken, NJ: Wiley – Blackwell Editores
- Odum, E. P., & Warret, G. W. (2006). *Fundamentos de ecología: Odum, Eugene P (5a. ed. --)*. México D.F.: International Thomson Editores.
- Sánchez-Bain, A., Forget, G., Feola, G., y Ronco, A. (2004). *Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. CIID, Ottawa, ON, CA.
- Peña, Carlos E., Dean E. Carter y Felix Ayala-Fierro. 2001. *Toxicología Ambiental: Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental*. Distributed on the Internet via the Southwest Hazardous Waste Program website at <http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/>.
- Olsson, P. E., Borg, B., Brunström, B., Håkansson, H., & Klasson-Wehler, E. (1998). *Endocrine disrupting substances*. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency.
- Jørgen, S. (2004). *Chemical Pesticides: Mode of Action and Toxicology*. CRC Press, Washington.
- Di Marzio, W. D., & Sáenz, M. E. (2013). *Ecotoxicología*. Buenos Aires: Eudeba. 366p.

### **Organización de las clases:**

La asignatura está estructurada en actividades teóricas, trabajos prácticos y trabajos de laboratorio. Se incluirán además discusiones en clase de trabajos científicos en relación con las temáticas del curso.

Los trabajos prácticos se realizarán en grupos de entre 3 y 4 integrantes. Los trabajos prácticos 1 y 4 incluirán salida de campo para toma de muestras.

### **Modalidad de evaluación:**

El curso se organiza en 2 parciales y otras instancias de evaluación. Cada instancia parcial contemplará una fecha de recuperatorio.

Parcial 1: Unidades 1 a 5 inclusive (evaluación escrita individual), aporta 35 % de puntuación final.

Parcial 2: Unidades 6 a 11 inclusive (evaluación escrita individual), aporta 35 % de puntuación final.

Exposición TP final: Análisis de un problema concreto de contaminación con evaluación de riesgo ambiental y respectiva elaboración de informe, el cual será expuesto en el aula en forma grupal. Aporta 30 % de la nota final.

Evaluación del desempeño en actividades prácticas: participación en discusiones de trabajos científicos o artículos, búsqueda de información, análisis de resultados experimentales, desempeño en el laboratorio. Se evalúa como MB, B o R, y se corresponderá con el redondeo de la nota final (MB redondeo hacia arriba, B no se redondea, R se redondea hacia abajo).

### **Aprobación de la asignatura según Régimen de Estudios vigente de la Universidad Nacional de Quilmes:**

La aprobación de la materia bajo el régimen de regularidad requerirá: Una asistencia no inferior al 75 % en las clases presenciales previstas, y cumplir con al menos una de las siguientes posibilidades:

- (a) la obtención de un promedio mínimo de 7 puntos en las instancias parciales de evaluación y de un mínimo de 6 puntos en cada una de ellas.
- (b) la obtención de un mínimo de 4 puntos en cada instancia parcial de evaluación y en el examen integrador, el que será obligatorio en estos casos. Este examen se tomará dentro de los plazos del curso.

Los/as alumnos/as que obtuvieron un mínimo de 4 puntos en cada una de las instancias parciales de evaluación y no hubieran aprobado el examen integrador mencionado en el Inc. b), deberán rendir un examen integrador, o en su reemplazo la estrategia de evaluación integradora final que el programa del curso establezca, que el cuerpo docente administrará en los lapsos estipulados por la UNQ.

### **Modalidad de evaluación exámenes libres:**

En la modalidad de libre, se evaluarán los contenidos de la asignatura con un examen escrito, un examen oral e instancias de evaluación similares a las realizadas en la modalidad presencial. Los contenidos a evaluar serán los especificados anteriormente incluyendo demostraciones teóricas, laboratorios y problemas de aplicación.

## CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana	Tema/unidad	Actividad*				Evaluación
		Teórico	Práctico			
			Res Prob.	Lab.	Otros Especificar	
1	Unidad 1	X				
2	Unidad 2	X				
3	Unidad 3 y TP 1a	X	X	X	X	
4	Unidad 3 y TP 1b	X		X		
5	Unidad 4 y 5	X				
6	Unidad 5	X	X		X	
7	Parcial 1 – Unidad 6	X				X
8	Unidad 6 – TP 3a	X	X	X	X	
9	Unidad 7 – TP 4a	X	X	X	X	
10	Unidad 7 y 8	X			X	
11	Unidad 8 y 9	X				
12	Unidad 9 – TP 3b	X		X		
13	Unidad 10 – TP 4b	X		X		
14	Unidad 10 y 11	X				
15	Unidad 11	X			X	
16	Ejercicios y repaso – Parcial 2		X			X
17	Exposición Trabajo Final					X
18	Recuperatorios 1 y 2					X

Observaciones:

En Otras actividades se incluyen instancias de discusión de trabajos científicos relacionados con los temas de los trabajos prácticos y diseño de experimentos para cada uno.

Además, en las Unidades 5, 7, 8 y 11 se discutirán publicaciones científicas en relación a la temática abordada en las unidades respectivas.