



## ESCUELA DE VERANO UNLP 2018

### 1. Denominación del Curso:

“**INCRUSTACIONES BIOLÓGICAS MARINAS Y BIOINVASIONES.  
MÉTODOS DE CONTROL**”

### 2. Docentes a cargo:

- Docente Coordinador por la UNLP: **Dra. Miriam Cristina Pérez:** Jefe de Trabajos Prácticos, Zoología General, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

Profesional Principal del CONICET.

- Docente invitado de otra universidad argentina o extranjera: **Dr. Rodolfo Elías:** Profesor Adjunto, dedicación exclusiva, ordinario, de la asignatura Ecología Bentónica del área Ecología Marina del Departamento de Ciencias Marinas de la Universidad Nacional de Mar del Plata

- Otros docentes colaboradores:

**Dra. Evangelina Schwindt:** Investigador Independiente del CONICET- Instituto de Biología de Organismos Marinos (IBIOMAR-CONICET).

**Dr. Guillermo Blustein:** Profesor Adjunto, Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Investigador Independiente del CONICET.

**Mg. Analía Cristina PAOLA:** Ayudante Diplomado, Zoología General, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Profesional Adjunto del CONICET.

**Dr. Diego Ruiz:** Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario, Curso de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP- (**A cargo de la Asistencia Técnica**)

### 3. Fundamentación:

Las incrustaciones biológicas o *biofouling* son el resultado de la fijación y crecimiento de micro y/o macroorganismos sobre cualquier sustrato sumergido natural o artificial. Si bien el biofouling es un proceso natural, cuando el asentamiento de organismos ocurre sobre estructuras sumergidas fabricadas por el hombre (portuarias, “off-shore”, cascos de embarcaciones, tuberías de transporte, granjas marinas, centrales de producción de

energía, etc.) interfiere con sus actividades ocasionando graves pérdidas económicas. El *biofouling* también puede favorecer el traslado de especies en los cascos de barcos, de un continente a otro. Esta introducción de especies exóticas o invasoras puede provocar daños irreparables en los ecosistemas marinos. A su vez, la presencia de contaminantes en las áreas portuarias, es un factor importante que afecta de forma directa la comunidad del *biofouling*.

Todos los perjuicios que se han descrito conducen a la necesidad de estudiar el *biofouling* e implementar métodos de control para dar soluciones sustentables a las industrias alcanzadas por esta problemática.

El único método probadamente efectivo para prevenir el *biofouling* marino es la utilización de pinturas antiincrustantes, por cierto muy cuestionadas por su impacto negativo sobre los ambientes acuáticos. Es por ello que tanto a nivel mundial como local las líneas de investigación están enfocadas a la búsqueda de compuestos naturales o sintéticos inspirados en compuestos que ocurren en la naturaleza y que tienen propiedades antifouling, como una alternativa sustentable a la utilización de compuestos tóxicos en la formulación de pinturas antiincrustantes.

El curso que se propone plantea un enfoque interdisciplinario a la problemática de las incrustaciones biológicas y las especies introducidas. Se pondrá el foco en los métodos de control más utilizados, su impacto y las nuevas tendencias en relación con el cuidado del medio ambiente. Los contenidos son generales y a su vez básicos por lo que resultarán accesibles y de interés para alumnos con formación en diferentes áreas del conocimiento.

#### **4. Objetivos:**

- Definir la problemática de las incrustaciones biológicas
- Relacionar las incrustaciones biológicas con las bioinvasiones y la contaminación
- Definir las pautas para poder implementar un sistema de control adecuado de las incrustaciones biológicas
- Conocer los métodos actuales de control de las incrustaciones biológicas
- Discutir las tendencias que sean más amigables con el medio ambiente
- Desarrollar los conceptos de especies introducidas y los métodos de control
- Discutir casos de intervención en problemas reales de biodeterioro provocado por las incrustaciones biológicas o las bioinvasiones

## **5. Perfil del estudiante:**

Los contenidos desarrollados a lo largo del curso podrán ser de utilidad para Profesionales, Docentes de Nivel Medio/Terciario y Alumnos de Posgrado con formación en las áreas de Ciencias Naturales, Ciencias Exactas e Ingeniería Química y de Materiales.

## **6. Contenidos:**

### **UNIDAD I: INCRUSTACIONES BIOLÓGICAS**

Definición y reseña histórica. Secuencia de formación. Influencia de los factores abióticos. Acción del “fouling” sobre los objetos sumergidos. Biodeterioro. Epibiosis. Principales organismos incrustantes, ciclos de vida y mecanismos de fijación. Metodología para su estudio. Colecta, cultivo y mantenimiento de organismos de la comunidad incrustante. Ensayos de laboratorio (toxicidad, asentamiento y recuperación). Criterios de elección de potenciales agentes antiincrustantes (índice terapéutico, relación estructura-actividad SAR). Bioensayos de laboratorio con pinturas antiincrustantes. Ensayos de campo: evaluación de la performance antifouling de pinturas comerciales y experimentales. Presentación y discusión de casos prácticos.

### **UNIDAD II: ASPECTOS ECOLÓGICOS DEL FOULING**

Conceptos básicos sobre ecología de comunidades bentónicas marinas: diversidad, estructura, atributos y relaciones interespecíficas. Descripciones fisonómico-estructurales. Sucesión: concepto, definición determinista y probabilística. Sucesión en sustratos duros. Biofouling como un proceso. Sucesión primaria y secundaria. El rol de las perturbaciones en la sucesión. Modelos de sucesión. Patches. Modos de colonización. Estacionalidad. Variable punto final de la sucesión. Ingenieros ecosistémicos. Metodologías de estudio, antecedentes en la costa de Argentina en ensayos de campo y laboratorio.

### **UNIDAD III: BIOINVASIONES ACUÁTICAS MARINAS**

Especies exóticas e invasoras. Conceptos. Cuando, por qué y dónde ocurrirán las invasiones: algunos procesos que median las invasiones. Etapas del proceso de invasión. Consecuencias de las invasiones biológicas. Mecanismos de dispersión. Vectores de introducción de especies acuáticas con énfasis en buques y zonas hotspots. Impacto de las invasiones biológicas. Situación de las invasiones biológicas acuáticas en Argentina

y su relación a otras regiones del mundo. Normativas nacionales e internacionales relacionadas a la prevención de invasiones biológicas acuáticas y necesidades. Evaluación de riesgo de invasiones biológicas. Proyecto de Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras.

#### **UNIDAD IV: CONTAMINACIÓN MARINA**

Contaminación y polución; vías de ingreso de contaminantes y polucionantes al medio. Medición, compartimiento biológico, nivel de organización necesario para determinar el impacto ambiental.

Efectos directos e indirectos, crónicos y de pulso. Bioensayos. Efectos de contaminantes a distintos niveles de organización, desde moleculares a ecosistémicos. Los ejemplos de aplicación en comunidades bentónicas de Mar del Plata, el intermareal, el submareal y su relación con el fouling.

#### **UNIDAD V: CONTROL DE LAS INCRUSTACIONES BIOLÓGICAS**

Métodos de control no preventivos (limpieza, ultrasonido, electroquímicos). Métodos preventivos: pinturas antiincrustantes. Clasificación y mecanismos de acción: matriz soluble e insoluble, autopulimentables (*self polishing coatings*), fluoropolímeros y siliconas. Pigmentos antiincrustantes tradicionales. Biocidas de refuerzo (*boosters*). Antifoulants alternativos: metabolitos secundarios de organismos marinos, valorización de metabolitos secundarios de plantas terrestres. Nuevas tendencias: superficies súper-hidrofóbicas, nano/micro-texturas, enzimas, productos de base biotecnológica. Otros métodos de control. Casos de estudio: distintos abordajes para la reducción del contenido de cobre en formulaciones antiincrustantes.

**7. Modalidad:** Presencial.

**8. Carga Horaria:** 30 horas.

#### **9. Metodología:**

El curso se encuentra organizado en cinco unidades temáticas, que se desarrollarán a lo largo de 30 horas reloj. Cada Unidad tendrá una duración de seis horas. Se consideran además 10-15 horas no presenciales para la realización de un trabajo monográfico, o la

resolución de un problema integrador, o un caso de estudio real, para la aprobación del curso.

- Tipo de actividades teóricas y prácticas: Clases y exposiciones teóricas y teórico-prácticas. Debate y resolución de alguna problemática puntual.
- Estrategias de enseñanza-aprendizaje: Dictado de clases teóricas a través del uso de cañón de proyección y pizarrón, la resolución de problemas, el análisis de lecturas de temáticas actuales y relevantes, la resolución de cuestionarios y vista de material.

#### **10. Forma de Evaluación y fecha límite de presentación:**

- Certificado de asistencia: concurriendo al 80% de las clases del curso.
- Certificado de aprobación (acreditación del curso): 80% de asistencia + un trabajo monográfico o la resolución de un problema integrador (30 días).

#### **11. Bibliografía:**

##### **Destinada a los alumnos:**

1. Antifouling technology—past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings (Review Article). Yebra DM, Kiil S, Dam-Johansen K.. Prog. Org. Coat. 2004; 50:75–104.
2. Modern approaches to marine antifouling coatings (Review Article). Chambers, L.; Stokes, K.; Walsh, F.; Wood, R. Surf. Coat. Technol. 2006, 201, 3642–3652.
3. Marine paints: The particular case of antifouling paints (Review Article). Elisabete Almeida, Teresa Diamantino, Orlando de Sousa. Progress in Organic Coatings 59 (2007) 2–20.
4. Natural products as antifouling compounds: recent progress and future perspectives; MINI-REVIEW. Pei-Yuan Qian, Ying Xu, Nobushino Fusetani. Biofouling Vol. 26, No. 2 (2010) 223–234.
5. Terrestrial plants: a potent source for isolation of eco-friendly antifouling compounds (Conference Article). Sawant, S.S.; Wagh, A.B. Proc. of US-Pacific Rim Workshop on Emerging Nonmetallic Materials for the Marine Environment, US Office of Naval Research Publishers (1997) 3.37-3.52p.
6. Antifouling paints based on marine natural products from Colombian Caribbean. M. Santos, C. Puentes, K. Carreño, J. Gómez León, M. Stupak, M. García, M. Pérez, G. Blustein. International Biodeterioration & Biodegradation 83 (2013) 97-104.

7. Antifouling Activity of Celastroids Isolated from Maytenus Species, Natural and Sustainable Alternatives for Marine Coatings Miriam Pérez, Marianela Sánchez, Mirta Stupak, Mónica García, María T. Rojo de Almeida, Juan C. Oberti, Jorge A. Palermo, Guillermo Blustein. *Ind. Eng. Chem. Res.* 53 (2014) 7655–7659.
8. Marine fouling invasions in ports of Patagonia (Argentina) with implications for legislation and monitoring programs, Schwindt et al. *Marine Environmental Research* 99: 60-68.
9. Effect of the invader *Boccardia proboscidea* (Polychaete: Spionidae) on the richness, diversity, and structure of the SW Atlantic epilithic intertidal community, ELÍAS et al. *Marine Pollution Bulletin* 91 (2015): 530–536.
10. ELÍAS, R. & E.A. VALLARINO, 2012. Capítulo V. Contaminación Marina en Mar del Plata. En: Turismo, Ambiente y Sociedad. Ordoqui, J.; Furlan, A. y Hernández, F. (Eds). Gráfica Tucumán SRL. Pp. 121-144. ISBN: 978-987-544-395-2.

**Destinada a los docentes:**

1. Advances in marine antifouling coatings and technologies, C. Hellio and D. M. Yebra. Woodhead Publishing Limited; Cambridge, 2009.
2. PINTURAS. J. Caprari y J. Martín Martínez. RED CYTED VIII.D. EDITORES, 2003; Alicante, España.
3. Toward a better understanding of the native non-native status of *Mytilus* mussels in the Southwestern Atlantic: comparing pre-European middens and modern populations. Savoya et al. *Journal of Coastal Research* 2015, 31 (3): 742- 748.
4. No longer a Pristine Confine of the World Ocean. A survey of Exotic Marine Species in the Southwestern Atlantic, ORENSANZ et al. 2002; *Biological Invasions* 4: 115-143.7.
5. Jenkins S.R. and G. M. Martins. Succession on Hard Substrata In: *Biofouling* Eds. Simone Dür and Jeremy C. Thomason. Blackwell Publishing Ltd. 2010, 456 pp.
6. Railkin, A. I. Biofouling as process. In: *Marine Biofouling: colonization processes and defenses*. CRC Press , 2005, 303 pp.

**12. Contacto del profesor Coordinador:**

Dra. Miriam Cristina Pérez: [biofouling@cidepint.gov.ar](mailto:biofouling@cidepint.gov.ar);