

1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: Experimentación en Mesocosmos en Ecología Acuática

Carácter de la asignatura: Optativa

Cátedra- Departamento: Cátedra de Acuicultura-Departamento de Producción Animal.

Carrera: Licenciatura en Ciencias Ambientales

Período lectivo: 2026 -2030

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Duración: Otra (3 semanas)

Profesor responsable de la asignatura: Dra. Ing. Agr. María Boveri

Equipo docente: Docentes de la cátedra de Acuicultura

Carga horaria para el estudiante: TREINTA Y DOS (32) horas – DOS (2) créditos.

Correlativas requeridas:

Aprobada: Ecología acuática

Modalidad: Taller

3. FUNDAMENTACIÓN

La experimentación es la forma en que la ciencia descubre las relaciones causales entre variables. Los métodos comparativos y los estudios de correlación aportan evidencia sobre concomitancias y coocurrencias, pero no permiten testear hipótesis y definir procesos de causa y efecto. Para eso existen los experimentos: actos u operaciones llevados a cabo bajo las condiciones definidas por el investigador, con el objeto de descubrir cierto principio o efecto desconocido, o testear, establecer o ilustrar alguna verdad conocida o sospechada. Los métodos experimentales que estudian mecanismos (entendiendo por "mecanismo" un apropiado nivel de explicación que provee una relación causal del funcionamiento de un conjunto de variables) permiten extrapolar los resultados más allá del sistema en el cual fueron probados, y la generalización de los resultados es uno de los mayores objetivos de la ciencia. La comprensión de las relaciones causales es un elemento importante que permite la aplicación de las conclusiones que surgen de los resultados a otras situaciones en el tiempo o en el espacio.

La experimentación reduccionista consiste en el progresivo aislamiento de componentes de un sistema funcional y su testeo binario (si / no) en las condiciones más controladas posibles que ofrezca el laboratorio. Este abordaje, adecuado para las ciencias exactas, resulta poco apropiado para las ciencias de síntesis, como es la Ecología, ya que aleja completamente el trabajo de la complejidad propia de los sistemas naturales reales. En el otro extremo, para experimentar con ecosistemas reales, la escala temporal y la escala espacial plantean serias limitaciones prácticas. Trabajar más cerca de la realidad con ecosistemas enteros (en este caso, lagos o ríos) enfrenta problemas operativos y de costos que hace esta estrategia extremadamente difícil de implementar, cuando no impracticable.

Una alternativa para estudiar, manipular y experimentar con ecosistemas reales es recrearlos en sistemas

artificiales de menor escala, que permiten un grado de control y replicabilidad imposibles de obtener en los sistemas naturales o sólo alcanzables a un costo prohibitivo. En eso consiste la experimentación en mesocosmos.

"Mesocosmos" significa mundo de tamaño intermedio. Los mesocosmos son contenedores que alojan sistemas bajo estudio. Estos sistemas, creados o encerrados, reproducen los ecosistemas que quieren estudiarse. Idealmente, los mesocosmos actúan como modelos a escala de los ecosistemas. Por otra parte, permiten abarcar una porción del ambiente de tal manera que ese medio y lo que en él habita conforman un sistema discreto, que puede ser observado y muestreado a lo largo del tiempo. En Ecología Acuática, los mesocosmos permiten observar un ecosistema durante un tiempo suficiente como para caracterizar flujos de nutrientes, transferencias de energía e interacciones tróficas. Como los mesocosmos permiten la manipulación de sistemas en réplicas, son una poderosa herramienta para el estudio de procesos que ocurren en la escala del ecosistema.

Los mesocosmos ofrecen una alternativa ubicándose en el intermedio del continuo entre los sistemas completamente naturales y los sistemas completamente artificiales. Poseen algunas de las características de los sistemas naturales, especialmente por su relativa complejidad y por la falta de intervención una vez aplicado el tratamiento. Son artificiales porque se construyen o se aíslan para el estudio en consideración y porque, al igual que en laboratorio, se procura estandarizar los valores iniciales de las variables físico-químicas o biológicas, a la vez que están expuestos al ambiente natural de fotoperíodo, temperaturas, precipitación y otros factores.

El propósito de este curso es introducir a los estudiantes en los conceptos básicos de la experimentación en Ecología en general, y en Ecología Acuática en particular. Como prefacio, tocará aspectos epistemológicos del método científico, el diseño experimental y la construcción del conocimiento. En su parte práctica, se trabajará en la construcción y el mantenimiento del sistema experimental de mesocosmos orientados a la investigación del funcionamiento de ecosistemas acuáticos, tanto del ambiente pelágico como del litoral, con miras a la preparación y ejecución de una experiencia real. Además, se tratarán las cuestiones relativas a la obtención, cuidado y disposición de los componentes necesarios para el armado de la comunidad y del ambiente. También se estudiarán las variables que pueden ser consideradas como tratamientos y cómo decidir la magnitud o intensidad de los mismos. Finalmente, se abordarán la toma de muestras de las variables objeto de análisis y de las variables de referencia, y la organización de los datos.

La participación en este taller posibilitará a los alumnos tomar contacto directo con las técnicas empleadas habitualmente en Ecología Acuática, familiarizándolos con sus aplicaciones y limitaciones. En este sentido, este curso contribuye con el cumplimiento de objetivos de la carrera (en particular, desarrollar la investigación científica), con la construcción del perfil del graduado (generación de los conocimientos ambientales) y con la consecución de los alcances del título (generar conocimientos y técnicas mediante la actividad científica; identificar los factores de estrés que operan sobre los ecosistemas y caracterizar sus efectos sobre la estructura y el funcionamiento de los mismos).

4. OBJETIVOS

El **objetivo general** de esta asignatura es que los estudiantes entiendan y aprecien la utilidad de los sistemas experimentales de gran escala, y adquieran habilidades para diseñar y planificar experiencias en mesocosmos.

Son **objetivos específicos** que los estudiantes:

- manejen las metodologías de determinación de parámetros físico - químicos in situ, utilizando instrumental de campo, y en laboratorio.
- realicen muestreos de zooplancton, fitoplancton y macroinvertebrados a escala de mesocosmos.
- adquieran responsabilidad para el correcto uso de productos químicos y su descarte.
- se concienticen sobre la importancia del bienestar de los animales experimentales (peces).
- conozcan las técnicas básicas para el procesamiento de muestras comunes en ecología acuática.
- organicen los datos extraídos luego de un ensayo experimental y extraigan información.
- utilicen análisis estadísticos básicos y saquen conclusiones acordes.

5. CONTENIDOS

NOCIONES BÁSICAS DE LA INVESTIGACIÓN EN MESOCOSMOS

- El método científico y la construcción del conocimiento en las ciencias naturales. Experimentación. Diseño de experiencias.
- Montaje de un sistema experimental. Particularidades. ¿Cómo asemejarse a un sistema natural? Condiciones iniciales, desarrollo y cierre.

BUENAS PRÁCTICAS

- Bienestar animal: cuidados y mantenimiento de peces de experimentación. Generación de las condiciones físico-químicas necesarias para la supervivencia de los mismos, alimentación según el estadio de desarrollo. Transporte y manipulación de peces.
- Utilización de productos químicos: normas de seguridad en el laboratorio y campo, protocolo de disposición final de desechos químicos.

MUESTREO EN CAMPO EXPERIMENTAL -MESOCOSMOS

- Técnicas de muestreo, determinación y análisis de las principales variables físico-químicas del sistema acuático: profundidad, temperatura, pH, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, transparencia, turbidez, y material en suspensión. Uso de equipos a campo.
- Técnicas de muestreo de seres vivos: muestreo de zooplancton, fitoplancton, perifiton y zoobentos. Implantación de macrófitas. Cálculo del PVI (porcentaje de volumen infestado).

ANÁLISIS EN LABORATORIO

- Técnicas básicas para el procesamiento de muestras de sólidos en suspensión, nutrientes, clorofila- a, perifiton, biomasa de macrófitas, zooplancton, macroinvertebrados y peces.

PROCESAMIENTO DE DATOS Y RESULTADOS

- Organización de los datos relevados. Planteo para el análisis. Estimación de

descriptores. Procedimientos estadísticos básicos para el análisis. Valor de las conclusiones.

6. METODOLOGÍA DIDÁCTICA y FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA

Esta asignatura tiene la modalidad de taller práctico presencial, y se realizará en el campo experimental e instalaciones de la Cátedra de Acuicultura, así como también se contará con las instalaciones del Laboratorio del Departamento de Producción Animal.

Los alumnos trabajarán en la preparación, puesta en funcionamiento, monitoreo y muestreo de un sistema experimental de mesocosmos.

Las jornadas estarán conducidas por un docente con la asistencia de ayudantes para realizar un seguimiento continuo de la práctica y el aprendizaje de cada estudiante. Es por este motivo que el cupo de alumnos se reduce a 10 por taller.

Durante los encuentros se realizará una introducción expositiva del docente a cargo para poner en contexto lo que se realizará durante la parte práctica de la clase. En esta introducción se intenta que los alumnos recuerden, repasen y evacúen sus dudas de conceptos vistos durante la materia obligatoria correlativa (Ecología Acuática), que luego aplicarán en las tareas.

Es esperable que el taller se organice siguiendo el siguiente orden:

1. Introducción teórica sobre el método científico, obtención del conocimiento. Sistemas experimentales, ventajas y desventajas. Comparación con otros sistemas.
2. Reconocimiento del área de trabajo, medidas de seguridad, ubicación de las herramientas, seres vivos, etc. Bienestar animal.
3. Demostración de ejemplos de ensayos llevados adelante por la cátedra. Planteo de los objetivos del ensayo a llevar a cabo.
4. Montaje y puesta a punto del sistema experimental. Los estudiantes realizarán el acondicionamiento de las unidades experimentales y de cada uno de sus componentes.
5. Comienzo del ensayo. Los estudiantes participarán de todas las actividades pertinentes al inicio del ensayo.
6. Desarrollo del ensayo. Monitoreo y muestreo de las variables de interés. Los estudiantes realizarán el monitoreo y muestreo de variables físico-químicas y biológicas de las unidades experimentales. En este punto se proveerá información acerca de los protocolos de manejo y desecho de productos químicos.
7. Ejercicio de ejemplo de resultados obtenidos, análisis y conclusiones. Se trabajará con datos brindados por el docente.
8. Evaluación final.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE PROPUESTAS:

* acondicionamiento de cada una de las unidades experimentales: se trabajará en la nivelación, limpieza y verificación de todas las piezas necesarias.

Con el objetivo de que valoren y conozcan la rigurosidad con la que se debe trabajar en sistemas experimentales deberán asegurarse la igualdad de todas las unidades

experimentales durante las condiciones iniciales. Trabajarán en su disposición, la distribución del medio experimental y de los componentes que lo integran de manera homogénea.

* preparación del medio experimental y cada uno de sus componentes vivos.

Los estudiantes medirán las condiciones del medio experimental (parámetros como turbidez, temperatura, pH, oxígeno, volumen, etc.) y los seres vivos (mediciones de fitoplancton, macrófitas, zooplancton y peces). Será necesario que apliquen conceptos teóricos como concentración y dilución, densidad, hábito de las macrófitas, diversidad del zooplancton y requerimiento de los peces.

*utilización de instrumental técnico.

Los estudiantes utilizarán una sonda limnológica, redes de muestreo e instrumentos de medición. Para cada actividad a realizar con instrumental se hará un repaso teórico y metodológico para que aprendan vinculando los conocimientos y también copiando y repitiendo el modo de uso.

*práctica de procesamiento de muestras

Los estudiantes aplicarán las técnicas de laboratorio correspondientes a distintas variables comunes en ecología acuática. Se trabajará en conjunto con el laboratorio del Departamento de Producción Animal. Se hará foco en el rigor metodológico y en mostrar técnicas adicionales a las visitas en la materia obligatoria (Ecología Acuática de la LiCiA).

*ejercicio de análisis de resultados.

Los estudiantes organizarán los datos (relevados o provistos por un docente), calcularán medidas de tendencia central y dispersión. Para el análisis estadístico se utilizará el programa INFOSTAT con el cual realizarán un análisis de varianza, comprobarán los supuestos (test de normalidad y homogeneidad de varianzas) y realizarán un posterior test de tukey para encontrar aquellas diferencias significativas.

7. EVALUACIÓN

Programa de evaluación

La evaluación se efectuará sobre la base de tres fuentes de información:

1. Evaluación formativa de la adquisición de habilidades y pericias del contenido procedimental.

Dada la importancia de conocimientos prácticos para este taller, la evaluación de este contenido se considera primordial. Se espera que los estudiantes sean capaces de utilizar instrumentos limnológicos y demostrar el dominio de los conocimientos necesarios para su aplicación. Se aplicarán técnicas de simulación y evaluación

continúa.

Se apreciará también el cuidado puesto en el trabajo, la prolijidad, puntualidad y otras características valiosas para la práctica experimental.

Se utilizará una rúbrica como herramienta de evaluación que especifique los criterios con los que los alumnos serán evaluados. Estará disponible en la plataforma virtual tanto para los docentes como para los estudiantes. Se espera que los estudiantes realicen una autoevaluación de los contenidos prácticos.

2. Evaluación formativa del contenido conceptual.

Se utilizará la herramienta de portafolio para obtener evidencias del avance de cada estudiante a lo largo del taller y poder ajustar lo necesario. El portafolio será entregado por los estudiantes semanalmente hasta completar el curso. Se espera que los estudiantes registren lo realizado en cada encuentro y su vínculo con los objetivos del curso.

Se entregarán preguntas guía para su elaboración. El portafolio servirá para sondear en qué medida los

objetivos del curso se están cumpliendo y poder reforzar aquellos conceptos menos aprendidos.

Se devolverá semanalmente la corrección del portafolio.

3. Evaluación final escrita domiciliaria e individual del contenido teórico-práctico e integrador.

Se utilizará la herramienta de cuestionario de resolución domiciliaria con preguntas que abarcan todo el contenido del curso incluyendo el contenido teórico y práctico.

Los resultados de esta evaluación serán comunicados con una semana de demora a través de la plataforma virtual.

Para aprobar la asignatura son requisitos:

- 1) El cumplimiento del 75% de asistencia a las actividades de la asignatura.
- 2) La aprobación de las evaluaciones propuestas con una calificación individual final de cuatro (4) o más puntos (al menos el 60% de los contenidos, competencia o capacidades las fijadas como objetivos) en cada una de las instancias señaladas.

El estudiante que no cumpla con los requisitos establecidos quedará en condición de “Libre” como única condición alternativa.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Bibliografía fundamental

- Berg G. M., P. M. Glibert y C. C. Chen. 1999. Dimension effects of enclosures on ecological processes in pelagic systems. *Limnol. Oceanogr.* 44(5): 1331-1340.
- Bottrell H.H., A. Duncan, Z.M. Gliwicz, E. Grygierek, A. Herzig, A. Hillbricht-Ilkowska, H. Kurasawa, P. Larson y T. Weglenska. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool.* 24: 419-456.
- Carpenter, S. R. 1996. Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology. *Ecology* 77(3): 677-680.
- Canfield D.F. Jr., Shireman J.V., Colle D.E., Haller W.T., Watkins C.E. II y Maceina M.J. 1984. Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: importance of

aquatic macrophytes. Canadian journal of Fisheries and Aquatic Science, 41,497-501.

- C.I.C.U.A.L. Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales (resol CD 4685/17). Reglamento para el cuidado y uso de animales para enseñanza, investigación y servicios vinculados con la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires y solicitud de aval para el trabajo con animales (Resoluc. CD 1476/2019).
- Drenner, R. W. y A. Mazumder 1999. Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology: comment. Ecology 80 (3): 1081-1085.
- Dunham, A. E. y S. J. Beaupre. 1998. Ecological experiments: Scale, phenomenology, mechanism, and the ilusion of generality. In Resetarits Jr., W. J. & J. Bernardo (eds.) Experimental ecology, Issues and perspectives. Oxford University Press, New York: 27-49.
- Frost, T. M.; D. L. DeAngelis; S. M. Bartell; D. J. Hall y S. H. Hurlbert. 1988. Scale in the design and interpretation of aquatic community research. In Carpenter (ed.) Complex interactions in lake communities. Springer-Verlag, New York. 229-258.
- Ives A. R., J. Foufopoulos, E. D. Klopfer, J. L. Klug y T. M. Palmer. 1996. Bottle or big-scale studies: how do we do ecology? Ecology 77: 681-685.
- Lawler S. P. 1998. Ecology in a bottle: Using microcosms to test theory. In Resetarits Jr., W. J. & J. Bernardo (eds.) Experimental ecology, Issues and perspectives. Oxford University Press, New York.
- Maceina M. y J.V. Shireman. 1980. The use of a recording fathometer for determination of distribution and biomass of Hydrilla. Journal of Aquatic Plant Management. 18. 34- 39.
- Morin P. J. 1998. Realism, precision, and generality in experimental ecology. In Resetarits Jr., W. J. & J. Bernardo (eds.) Experimental ecology, Issues and perspectives. Oxford University Press, New York.
- Resetarits Jr., W.J. y J. Bernardo (eds.) 1998. Experimental Ecology, Issues and perspectives. Oxford University Press, New York. 50-70.
- Spivak A. C., Vanni, M. J., y E. M. Mette. 2011. Moving on up: can results from simple aquatic mesocosm experiments be applied across broad spatial scales? Freshwater Biology, 56(2), 279-291.
- Universidad de Buenos Aires. Reglamento para el cuidado y uso de animales de laboratorio en la universidad de buenos aires (CUBACUAL).

8.2. Bibliografía complementaria

- APHA (American Public Health Association). 1995. Standard methods for the examination of the water and wastewater. 19th ed. American Public Health Association. Washington DC. 1000 pp.
- Boveri M. B. y R. Quirós. 2007. Cascading trophic effects in pampean shallow lakes: results of a mesocosm experiment using two coexisting fish species with different feeding strategies. In Shallow Lakes in a Changing World (pp. 215-222). Springer, Dordrecht.
- Boveri M. B. y P. M. Binder. 2015. Fish as links between pelagic and littoral zones: feeding strategy of "Sabalito"(*Cyphocharax voga*) in a mesocosm experiment. Panamerican Journal of Aquatic Sciences, 10(4), 297-308.
- Carpenter S. R. y J. F. Kitchell 1993. The trophic cascade in lakes. Cambridge University Press, Cambridge.

- Carpenter S.J. Kitchell y J. Hodgson 1985. Cascading trophic interactions and lake productivity. *Bioscience* 35: 634-639.
- Haney J. F. y D. J. Hall. 1973. Sugar-coated Daphnia: a preservation technique for Cladocerans. *Limnol Oceanogr* 18:331–333.
- He H., Qian, T., Shen R., Yu J., Li K., Liu Z. y E. Jeppesen. 2022. Piscivore stocking significantly suppresses small fish but does not facilitate a clear-water state in subtropical shallow mesocosms: A biomanipulation experiment. *Science of the Total Environment*, 842, 156967.
- Lazzaro X. 1997. Do the trophic cascade hypothesis and classical biomanipulation approaches apply to tropical lakes and reservoirs? *Verh. Internat. Ver. Limnol.* 26: 719-730
- Lopretto E. y G. Tell. 1995. Ecosistemas de aguas continentales. Metodología para su estudio. Tomos I, II, y III. Sur. La Plata.
- Mamani A., M.L. Koncurat y M. Boveri. 2019. Combined effects of fish and macroinvertebrate predation on zooplankton in a littoral mesocosm experiment. *Hydrobiologia*, 829, 19-29.
- Mamani A., Baralic L., Nasta L., Rao F., y M. Boveri. 2022. Effects of two different predators on zooplankton in vegetated patches of shallow eutrophic lakes: a mesocosm simulation. *Hydrobiologia*, 1- 11.
- Power M. E.; W. E. Dietrich y K. O. Sullivan. 1998. Experimentation, observation, and inference in river and watershed investigations. In Resetarits Jr., W.J. & J. Bernardo (eds.) *Experimental Ecology, Issues and perspectives*. Oxford University Press, New York. 113-132.
- Riebesell U., Lee K., y J.C. Nejstgaard. 2010. Pelagic mesocosms. Guide to best practices in ocean acidification research and data reporting, edited by: Riebesell, U., Fabry, V., Hansson, L., and Gattuso, J.- P., Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 81-98.
- Rosso J. J. 2006. Peces Pampeanos, guía y ecología. Ed. LOLA.
- Stewart R. I., Dossena M., Bohan D. A., Jeppesen E., Kordas R. L., Ledger M. E., Meerhoff M., Moss B., Mulder C., Shurin J. B., Suttle B., Thompson R., Trimmer M. y G. Woodward. 2013. Mesocosm experiments as a tool for ecological climate-change research. *Advances in ecological research*, 48, 71- 181.
- Vanni M. J., C. D. Layne y S. E. Arnott. 1997. Top-down trophic interactions in lakes: effects of fish on nutrient dynamics. *Ecology* 78(1): 1-20.
- Werner E. E. 1998. Ecological experiments and a research program in community ecology. In Resetarits Jr., W.J. & J. Bernardo (eds.) *Experimental Ecology, Issues and perspectives*. Oxford University Press, New York. 3-26.



Anexo Resolución Consejo Directivo

Hoja Adicional de Firmas

1821 Universidad de Buenos Aires

Número:

Referencia: Anexo de la actualización del programa de la asignatura optativa "Experimentación de Mesocosmos en Ecología Acuática" - carrera de Licenciatura en Ciencias Ambientales - EX-2023-02334671- -UBA-DMESA#SSA_FAGRO

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.