



FACULTAD DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

# GUIA DOCENTE

CURSO 2024-25

## MÁSTER UNIVERSITARIO EN CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

### DATOS DE LA ASIGNATURA

**Nombre:**

TÉCNICAS AVANZADAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS MASAS DE AGUA CONTINENTALES

**Denominación en Inglés:**

Advanced techniques for determining the ecological status of inland water bodies

**Código:**

1160121

**Tipo Docencia:**

Presencial

**Carácter:**

Optativa

**Horas:**

	Totales	Presenciales	No Presenciales
<b>Trabajo Estimado</b>	30	22.5	7.5

**Créditos:**

Grupos Grandes	Grupos Reducidos			
	Aula estándar	Laboratorio	Prácticas de campo	Aula de informática
1.6	0	0.6	0.8	0

**Departamentos:**

CIENCIAS INTEGRADAS

**Áreas de Conocimiento:**

ZOOLOGIA

**Curso:**

1º - Primero

**Cuatrimestre**

Segundo cuatrimestre

## DATOS DEL PROFESORADO (\*Profesorado coordinador de la asignatura)

Nombre:	E-mail:	Teléfono:
* Juan Carlos Perez Quintero	jcperes@dbasp.uhu.es	*** **

### Datos adicionales del profesorado (Tutorías, Horarios, Despachos, etc... )

Área de conocimiento: Zoología

Departamento: Ciencias Integradas

Tutorías provisionales: Lunes, Martes, Miércoles (10-12) [depende del horario lectivo del profesor durante el curso 2023/24].

Despacho: Ex-P3-N4-10

Correo electrónico: jcperes@dbasp.uhu.es

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### 1. Descripción de Contenidos:

#### 1.1 Breve descripción (en Castellano):

El objetivo de esta asignatura es: 1) Conocer la Directiva Marco del Agua (DMA), el significado del "Estado Ecológico" (EE) de las masas de agua y su relación con la conservación de la biodiversidad acuática; 2) Identificar los indicadores biológicos o elementos de calidad propuestos por la DMA; 3) Conocer las técnicas de muestreo y de trabajo, básicas, empleadas en ecología acuática para la determinación del EE de las masas de agua continentales; 4) Adquirir las habilidades y los procedimientos teóricos y prácticos necesarios para evaluar el EE de las aguas continentales.

#### 1.2 Breve descripción (en Inglés):

The objective of this course is to: 1) Know the Water Framework Directive (WFD), the meaning of the "Ecological Status" (ES) of water bodies and its relationship with the conservation of aquatic biodiversity; 2) Identify the biological indicators or quality elements proposed by the WFD; 3) Know the basic sampling and working techniques used in aquatic ecology to determine the ES of inland water bodies; 4) Acquire the skills and theoretical and practical procedures necessary to assess the ES of inland waters.

### 2. Situación de la asignatura:

#### 2.1 Contexto dentro de la titulación:

En esta asignatura se analiza el estado general de las aguas continentales europeas, particularizando en la Península Ibérica, y se estudian las metodologías necesarias para determinar el Estado Ecológico de las mismas, según la Directiva Marco del Agua. El fin último de la asignatura es la adquisición de técnicas y metodologías necesarias para el análisis y la conservación de la diversidad de las aguas continentales. Para ello el temario se ha dividido en tres grandes bloques: (1) Introducción general a la Directiva Marco del Agua, (2) Indicadores biológicos del estado ecológico de las aguas superficiales. Autótrofos: fitoplancton, fitobentos y macrófitos; y (3) Indicadores biológicos del estado ecológico de las aguas superficiales. Heterótrofos: invertebrados bentónicos y peces.

#### 2.2 Recomendaciones

No hay requisitos específicos para cursar esta asignatura.

### 3. Objetivos (resultado del aprendizaje, y/o habilidades o destrezas y conocimientos):

Conocer la Directiva Marco del Agua.

Conocer y reconocer la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos, algas y macrófitos residentes en las aguas continentales europeas.

Introducir al alumno en el análisis del estado de conservación de los seres vivos de las aguas dulces. La IUCN.

Conocer las técnicas tradicionales y moleculares para capturar y recabar información de las entidades biológicas de nuestras aguas continentales.

#### 4. Competencias a adquirir por los estudiantes

##### 4.1 Competencias específicas:

**CE1:** Analizar y utilizar correctamente los métodos para el estudio de la biodiversidad.

**CE9:** Describir, analizar, evaluar, planificar, gestionar y restaurar el medio natural.

**CE11:** Reconocer la importancia de las variaciones espaciales y temporales en el análisis y la conservación de la biodiversidad.

**CE13:** Diagnosticar y solucionar problemas ambientales.

**CE14:** Desarrollar la capacidad para aplicar el método científico a los procesos ecológicos.

**CE18:** Restaurar ecosistemas afectados por actividades humanas.

**CE2:** Dirigir, redactar y ejecutar proyectos sobre la biodiversidad y su conservación.

**CE25:** Capacidad de resolución de problemas derivados de la pérdida de biodiversidad, conservación de especies animales o vegetales, o del cambio global.

**CE26:** Saber elaborar manuscritos científicos así como realizar lecturas críticas.

**CE27:** Manejar herramientas estadísticas.

**CE29:** Conocer en profundidad los procesos evolutivos que originan la diversidad.

**CE3:** Manejar las fuentes de información científica, tanto en bibliotecas convencionales como virtuales.

**CE31:** Conocer el papel de H. sapiens en la actual crisis de biodiversidad, tanto en el momento presente, como desde una perspectiva histórica.

**CE32:** Reflexionar sobre los mecanismos para frenar la pérdida de biodiversidad, que incorporen de manera explícita la naturaleza biológica y evolutiva humana.

**CE4:** Aplicar métodos y técnicas de Matemáticas, Estadística e Informática al estudio de la biodiversidad.

**CE10:** Aplicar los conocimientos sobre biodiversidad a problemas concretos de conservación.

#### 4.2 Competencias básicas, generales o transversales:

**CB10:** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

**CB6:** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

**CB7:** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

**CB8:** CB8 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios Básicas

**CB9:** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

**CG1:** Analizar y caracterizar de forma integrada los distintos elementos del medio natural, así como los procesos en que participan y los sistemas de relaciones en que se organizan.

**CG2:** Proponer y diseñar acciones y/o estrategias de gestión encaminadas a la conservación y recuperación de especies y espacios, así como a la restauración ambiental de ambientes degradados.

**CG4:** Resolver problemas y tomar decisiones relacionadas con la gestión de la Biodiversidad.

**CG5:** Manejar las principales herramientas científico-técnicas aplicables a la gestión de la Biodiversidad.

**CG3:** Diseñar y aplicar Instrumentos específicos para la Conservación de la Biodiversidad: planes de seguimiento y vigilancia; programas de conservación; planes de protección, defensa, mitigación o compensación frente a los efectos negativos de los impactos antropogénicos, etc.

### 5. Actividades Formativas y Metodologías Docentes

#### 5.1 Actividades formativas:

- Sesiones de teoría
- Sesiones prácticas en el aula de resolución de problemas y/o de estudio de casos
- Sesiones prácticas en campo: estudio de casos, obtención de datos y muestras in situ
- Actividades académicamente dirigidas presenciales: seminarios, debates, tutorías colectivas y otras presentaciones públicas

- Asistencia a seminarios y conferencias dirigidos o impartidos por otros expertos en biodiversidad
- Tutorías (genéricas y específicas para la preparación de la memoria y exposición del Trabajo Fin de Máster)
- Actividades académicamente dirigidas no presenciales: elaboración de trabajos y ensayos, resolución de problemas y casos prácticos, redacción de memorias, búsquedas de información, análisis de audiovisuales, etc.
- Trabajo autónomo del estudiante: preparación de clases y exámenes, lecturas, búsquedas autónomas y estudio en general

## 5.2 Metodologías Docentes:

- Método expositivo/Lección magistral con participación activa del alumno
- Sesiones de trabajo grupal o individual orientadas por el profesor: búsqueda de información y datos, realización de trabajos y problemas, resolución de casos prácticos, biblioteca, red, etc.
- Exposición individual o en grupo sobre temas de la asignatura con participación compartida
- Construcción significativa del conocimiento a través de la interacción entre tutor y alumno.
- Conjunto de pruebas orales o escritas en la evaluación inicial, formativa o sumatoria del alumno
- Trabajo autónomo del alumno, tanto individual, como en red con otros compañeros.

## 5.3 Desarrollo y Justificación:

## 6. Temario Desarrollado

### SESIONES TEÓRICAS

TEMA 1. Introducción. Una visión general de la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo; indicadores biológicos del estado ecológico de las aguas superficiales; categorías del estado ecológico; seguimiento del estado ecológico de las aguas superficiales; clasificación y presentación del estado ecológico; ámbito de actuación de la DMA; métodos biológicos para la evaluación del medio acuático; métodos ecológicos: algunos índices generales; factores que condicionan la toma de muestras: entorno abiótico y diversidad; términos operacionales; la vida en las aguas dulces.

TEMA 2. Técnicas de campo. Autótrofos y heterótrofos. Clasificación ecológica de los organismos de agua dulce; bacterias y hongos; algas: fitoplancton y fitobentos; estudio del fitoplancton de lagos y embalses; algunas técnicas utilizadas en el muestreo de fitoplancton en ríos; algas asociadas a sustratos: biofilms y algas bentónicas; los macrófitos; diversidad de las aguas continentales: los invertebrados; meiofauna y macroinvertebrados; protocolo de muestreo en ríos vadeables; rasgos biológicos de las especies; protocolo IBMWP; índice multimétrico específico de invertebrados bentónicos en ríos; introducción a los peces; valor indicador de la ictiofauna; estudio de los peces;

trabajo de campo: pesca eléctrica; pesca con redes y manipulación de peces; métricas usadas en los estudios de ictiofauna; índice de integridad biótica; caracterización de la estructura trófica de una comunidad íctica a partir de contenidos estomacales.

TEMA 3. Técnicas de laboratorio y ADN ambiental (ADNe). Técnicas de laboratorio; recuento y métodos moleculares; procedimientos no estándares para el monitoreo de fitoplancton; técnica de ADN ambiental: ¿qué es el ADNe?; ¿qué son los códigos de barra y los *metabarcoding* de ADN; Bioevaluación, en el campo: condiciones para trabajar con ADN, en el laboratorio: aspectos del trabajo con ADN; toma, conservación y extracción de ADNe del agua: estrategias de muestreo en estanques, lagos y ríos; características específicas de los taxones relacionados con el estudio del ADNe: diatomeas, plantas acuáticas, moluscos, oligoquetos, insectos, crustáceos, peces, anfibios, mamíferos; tipos de material fuente de ADN ambiental; ADNe acuático: filtración y precipitación; ADNe de sedimentos; ADNe de biofilms; ADNe de macroinvertebrados en general; manipulación de muestras de ADNe; condiciones para la extracción de ADN en laboratorio; plan de trabajo general con ADNe.

### **SESIÓN PRÁCTICA**

Práctica de campo: técnicas de muestreo, reconocimiento de taxones, aplicación de índices de calidad.

## **7. Bibliografía**

### 7.1 Bibliografía básica:

#### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA**

Balian, E.V., Lévêque, C., Segers, H. y Martens, K. (eds.) (2008). Freshwater animal diversity assessment. Springer.

Barrientos, J.A. (ed.) (2004). Curso práctico de Entomología. Asociación española de Entomología, Centro iberoamericano de la biodiversidad, Universitat Autònoma de Barcelona.

Chave, P. (2001). The EU Water Framework Directive. An Introduction. IWA Publishing.

DIRECTIVA 2000/ CE del Parlamento europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

Elosegi, A. y Sabater, S. (eds) (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA.

Gordon, N.D., McMahon, T.A., Finlayson, B.L., Gippel, C.J. y Nathan, R.J. (2004). Stream Hydrology. An Introduction for Ecologists. Wiley.

Hauer, F.R. y Lamberti, G.A. (eds.) (2007). Methods in Stream Ecology, vols. 1 y 2. Academic Press.

Hauer, F.R. y Lamberti, G.A. (eds.) (2017). Methods in Stream Ecology, Vol. 1 y 2. Academic Press.

Hughes, J.M.R. (2019). Freshwater Ecology and Conservation. Oxford University Press.

Kat B., Blackman, R., Bourlat, S., Hellström, M., Bakker, J., Bista, I., Bohmann, K, Bouchez, A. , Brys,

R., Katie Clark, K., Elbrecht, V., Fazi, S., Fonseca, V.G., Hänfling, B., Leese, F., Mächler, E., Mahon, A.R., Meissner, K., Panksep, K., Pawlowski, J., Paul Luis Schmidt, P.L, Seymour, M., Thalinger, B., Valentini, A., Woodcock, P., Traugott, M., Vasselon, V. y Deiner, K. (2021). A practical guide to DNA-based methods for biodiversity assessment. Pensoft. Ver referencias en el interior.

Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M. y Usseglio-Polatera, P. (2003). Invertébrés d' Eau douce. Systématique, biologie, écologie. CNRS Editions.

Varga, P. y Zardoya, R. (eds.) (2009). El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. IUBS, CYTED, CSIC, Ministerio de Economía y Competitividad y REDBES.

## 7.2 Bibliografía complementaria:

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

Álvarez, R.M., Oscoz, J. y Larraz, M.L. (2012). Guía de campo. Moluscos acuáticos de la Cuenca del Ebro. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Angelier, E. (2002). Ecología de las aguas corrientes. Editorial Acribia.

Araya, M. y Cubillos, L. (2002). El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. *Gayana*, 66: 161-179.

Bailey, R.C., Linke, S. y Yates, A.G. (2014). Bioassessment of freshwater ecosystems using the Reference Condition Approach: comparing established and new methods with common data sets. *Freshwater*

*Science*, 33: 1204-1211.

Baker, C., Thompson, J.R. y Simpson, M. (2009). Hydrological dynamics I: surface waters, flood and sediment dynamics. En: E. Maltby y T. Barker (eds.) *The Wetlands Handbook*. Wiley-Blackwell.

Barlett, J.M.S. y Stirling, D. (2003). A short history of the polymerase chain reaction. *PCR Protocols*, 226: 3-6.

Becker, B., Moretti, M.S. y Callisto, M. (2009). Length-dry mass relationships for a typical shredder in Brazilian streams (Trichoptera: Calamoceratidae). *Aquatic Insects*, 31: 227-234.

Beltram, G. (2018). Karst wetlands. En: C.M. Finlayson, G.R. Milton, R.C. Prentice y N.C. Davidson (eds.) *The Wetland Book II: Distribution, Description and Conservation*. Springer.

Benke, A.C., Huryn, A.D., Smock, L.A. y Wallace, J.B. (1999). Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. *Journal of the North American Benthological Society*, 18: 308-343.

Bowden, W.B., Glime, J.M. y Riis, T. (2017). Macrophytes and Bryophytes. En: F.R. Hauer y G.A. Lamberti (eds.) *Methods in Stream Ecology*, Vol. 1: 243-271. Academic Press.

Brezonik, P.L., Brouhard, R.W., Finlay, J.C., Griffin, C.G., Olmanson, L.G., Anderson, J.P., Arnold, W.A. y Hozalski, R. (2019). Color, chlorophyll a, and suspended solids effects on Secchi depth in lakes: implications for trophic state assessment. *Ecological Applications*, 29. Article e01871.



Burgos, M.D. (2010). Atlas de organismos planctónicos en los humedales de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.

Catalogue of Life: 2019 Annual Checklist. Disponible en: [www.catalogueoflife.org](http://www.catalogueoflife.org). Se accedió en enero de 2020.

Chapman, A.D. (2009). Number of living species in Australia and the World. Report for the Australian Biodiversity Information, Canberra.

Cirujano, S., Meco, A., García, P. y Chirino, M. (2014). Flora acuática española.

Hidrófitos vasculares. Real Jardín Botánico, CSIC.

Confederación hidrográfica del Júcar (2009). Clave de identificación de invertebrados de agua dulce, v.1.0. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C. y LaRoe, E.T. (1985). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. FWS/OBS 79/31. U.S. Fish and Wildlife Service.

Cummins, K.W. (2016). Combining taxonomy and function in the study of stream macroinvertebrates. *Journal of Limnology*, 75: 235-241.

Danés, C. (coord.) (sin año). Manual para la identificación de las presiones y análisis del impacto en aguas superficiales. Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría para el territorio y la biodiversidad.

Datry, T., Bonada, N. y Boulton, A. (2017). Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. Academic Press.

De Sostoa, A., Maceda, A., Figuerola, B., Canyelles, A., Cardoso, C., Monroy, M. y Caiola, n. (2011). Desarrollo y aplicación de un índice de integridad biótica para la cuenca del Ebro basado en el uso de los peces como indicadores biológicos. Ministerio de Medio Ambiente, Confederación Hidrográfica del Ebro.

Doadrio, I. (ed.) (2002). Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Ministerio de Medio Ambiente.

Durán, C. (2009). Guías de campo. Peces de la Cuenca del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Dzieszko, P. y Zwoliński, Z. (2015). Trophid diversity of Poznań Lakeland lakes. *Limnological Review*, 15: 61-69.

Duarte, S., Bärlocher, F., Pascoal, C. y Cassio, F. (2016). Biogeography of aquatic hyphomycetes: current knowledge and future perspectives. *Fungal Ecology*, 19: 169-181.

Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z.I., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prierur-Richard, A.H., Soto, D., Stiassny, M.L.J. y Sullivan C.A. (2006). Freshwater biodiversity: importance,

threats, status and conservation challenges. *Biological Review*, 81: 163-182.

Elósegi, A. y Díez, J. (2009). La vegetación terrestre asociada al río: el bosque de ribera. En: Elósegi, A. y S. Sabater (eds.) Conceptos y técnicas en ecología fluvial (311-321). Fundación BBVA.

- Feijoó, C. y Menéndez, M. (2009). La biota de los ríos: los macrófitos. En: Elóseguy, A. y Sabater, S. (eds.) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*: 243-251. Fundación BBVA.
- Feio, M.J., Filipe, A.F., García-Raventós, A., Ardura, A., Calapez, A.R., Pujante, A.M., Mortágua, A., Múrria, C., Díaz-de-Quijano, D., Martins, F.M.S., Duarte, S., Sáinz, M., Cordeiro, R., Rivera, S.F., Väisänen, L.O.S.,
- Fonseca, A., Gonçalves, V., García-Vázquez, E., Vieites, D., Ivanova, E.A., Costa, F.O., Barquín, J., Rojo, V., Vierna, J., Fais, M., Suárez, M., Nieminen, M., Hammers-Wirtz, M., Kolmakova, O.V., Trusova, M.Y.,
- Beja, P., González, R., Planes, S. y Almeida, S.F.P. (2020). Advances in the use of molecular tools in ecological and biodiversity assessment of aquatic ecosystems. *Limnetica*, 39: 419-440.
- Ficetola, G.F., Miaud, C., Pompanon, F. y Taberlet, P. (2008). Species detection using environmental DNA from water samples. *Biology Letters*, 4: 423-425.
- Flor-Arnau, N., Real, M., González, G., Cambra, J., Moreno, J.L., Solá, C. y Munné, A. (2015). Índice de Macrófitos Fluviales (IMF), una nueva herramienta para evaluar el estado ecológico de los ríos mediterráneos. *Limnetica*, 34: 95-114.
- Friedrich, G., Chapman, D. y Beim, D. (1996). The use of biological material. En: D. Chapman (ed.) *Water quality assessments. A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring*.
- UNESCO/WHO/UNEP.
- García, P., Fernández, R. y Cirujano, S. (2009). *Habitantes del agua. Macrófitos*. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Garrido, J., Benetti, C.J. y Pérez, A. (2012). *Id-Tax. Catálogo y claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Gómez, N., Donato, J.C., Giorgi, A., Guasch, H., Mateo, P. y Sabater, S. (2009). La biota de los ríos: los microorganismos autótrofos. En: Elóseguy, A. y S. Sabater (eds.) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (219-242). Fundación BBVA.
- Granado-Lorencio, C. (1996). *Ecología de peces*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Granado-Lorencio, C. (2000). *Ecología de comunidades; el paradigma de los peces de agua dulce*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Guiry, M.D. (2012). How many species of algae are there? *Journal of Phycology*, 48: 1057-1063.
- Gulis, V. y Bärlocher, F. (2017). Fungi: Biomass, Production, and Community Structure. En: F.R. Hauer y G.A. Lamberti (eds.) *Methods in Stream Ecology*, vols. 1 y 2 (177-192). Academic Press.
- Gurnell, A.M., Corenblit, D., García de Jalón, D., González del Tanago, M., Grabowski, R.C., O' Hare,

- M.T. y Szewczyk, M. (2016). A conceptual model of vegetation-hydrogeomorphology interactions within river corridors. *River Research and Applications*, 32: 142-163.
- Harris, G.P. y Heathwaite, L. (2012). Why is achieving good ecological outcomes in rivers so difficult? *Freshwater Biology*, 57: 91-107.
- Hauer, F.R. y Resh, V. (2006). Macroinvertebrates. En: Hauer, R. y Lamberti, G. (eds.): *Methods in stream ecology*: 435-463. Academic Press.
- Hering, D., Johnson, R.K., Kramm, S., Schmutz, S., Szoszkiewicz, K. y Verdonshot, P.M. (2006). Assessment of European streams with diatoms, macrophytes, macroinvertebrates and fish: a comparative metric-based analysis of organism response to stress. *Freshwater Biology*, 51: 1757-1785.
- Herrera, T., Gavira, O. y Blanco, F. (2009). Habitantes del agua. Odonatos. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de medio Ambiente, Junta de Andalucía.
- Hutchinson, G. (1957). *A Treatise on Limnology, Vol. I: Geography, physics and chemistry*. John Wiley and Sons.
- Hyslop, E.J. (1980). Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- IUCN Freshwater Fish Specialist Group. Disponible en: <https://www.iucnffs.org>. Se accedió en Enero de 2020.
- Joosten, H. y Clarke, D. (2002). *Wise Use of Mires and Peatlands*. International Mire Conservation Group and International Peat Society. NHBS.
- Kalff, J. (2002). *Limnology: inland water ecosystems*. Ed. Benjamin Cummings.
- International Agency for Research on Cancer, Volume 88 (2006). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-ter-Butoxypropan-2-ol*. World Health Organization, France.
- Kriska, G. (2009). *Freshwater invertebrates in Central Europe*. Springer.
- Kwok-Shing, M., Nakao, M. y Hyodo, S. (2020). Field application of an impound protocol for environmental DNA extraction, purification, and measurement using Sterivex filter. *Nature Research. Scientific Reports*, 10: 21531. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77304-7>.
- Laramie, M.B., Pilliod, D.S., Goldberg, C.S. y Strickler, K.M. (2015). Environmental DNA sampling protocol-filtering water to capture DNA from aquatic organisms. Chapter 13 of Section A, *Biological Science, Book 2, Collection of Environmental Data*. Ver referencias en el interior.
- Lincoln, R., Boxshall, G. y Clark, P. (1998). *A Dictionary of Ecology, Evolution and Systematics*. Cambridge University Press.
- Lowe, R.L. y La Liberte, G.D. (2017). Benthic Stream Algae: Distribution and Structure. En: F.R.

Hauer y G.A. Lamberti (eds.) *Methods in Stream Ecology*, Vol. 1: 193-221. Academic Press.

Mährlein, M., Pätzig, M., Brauns, M. y Dolman, A.M. (2016). Length-mass for lake macroinvertebrates corrected for back-transformation and preservation effects. *Hydrobiologia*, 768: 37-50.

McGarvey, D.J., Falke, J.A., Li, H.W. y Li, J.L. (2017). Fish Assemblages. En: Hauer, R. y Lamberti, G. (eds.): *Methods in stream ecology*: 321-353. Academic Press.

Merritt, R.W. y Cummins, K.W. (eds.) (1996). *An introduction of the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt.

Merritt, R.W. y Cummins, K.W. (2006). Trophic relationships of macroinvertebrates. En: Hauer, R. y Lamberti, G. (eds.): *Methods in stream ecology*: 585-609. Academic Press.

Méthot, G., Hudon, C., Gagnon, P., Pinel-Alloul, B., Armellin, A. y Tourville, A.M. (2012). Macroinvertebrate size-mass relationships: how specific should they be? *Freshwater Science*, 31: 750-764.

Millán, A., Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Picazo, F., Carbonell, J.A., Lobo, J.M. y Ribera, I. (2014). *Atlas de los Coleópteros acuáticos de España peninsular*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio

Ambiente.

Ministerio de Medio Ambiente (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Macrófitos. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Ministerio de Medio Ambiente (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Fitobentos (microalgas bentónicas). Confederación Hidrográfica del Ebro.

Ministerio de Medio Ambiente (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Fitoplancton. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Ministerio de Medio Ambiente (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Ictiofauna. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Ministerio de Medio Ambiente (2005). Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua. Invertebrados bentónicos. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de muestreo de fitoplancton en lagos y embalses. Código: IPS-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de cálculo del índice de polusensibilidad específica. Código: M-LE-FP-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de muestreo y laboratorio de flora acuática (organismos fitobentónicos) en ríos. Código: M-R-D-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (Macrófitos). Código: M-L-OFM-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de muestreo y

laboratorio de macrófitos en ríos. Código: ML-R-M-2015.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de cálculo del Índice Biológico de Macrófitos en ríos en España. Código: IBMR-2015.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de cálculo del Índice IBMWP. Código: IBMWP-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de muestreo y laboratorio de fauna bentónica de invertebrados en ríos vadeables. Código: ML-Rv-I-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos. Código: ML-L-I-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2013). Protocolo para el cálculo del Índice IBCAEL en lagos. Código: IBCAEL-2013.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015). Protocolo de cálculo del Índice Multimétrico Específico del tipo de invertebrados bentónicos en ríos. Código METI-2015.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015). Protocolo de muestreo de fauna ictiológica en ríos. Código ML-R-FI-2015.

Mitsch, W.J., Gosselink, J.G., Anderson, C.J. y Zhang, L. (2009). Wetland Ecosystems. John Wiley and Sons.

Munné, A. y Prat, N. (sin año). La diagnosis y mejora de los ecosistemas fluviales mediante la Directiva Marco del Agua.

Muñoz, I., Romani, A.M., Rodrigues-Capítulo, A., González, J. y García-Berthou, E. (2009). Relaciones tróficas en el ecosistema fluvial. En: Elosegi y Sabater (eds.) Conceptos y técnicas en ecología fluvial (347-

366). Fundación BBVA.

National Human Genome Research Institute. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Iniciador-o-cebador>. Se accedió en Enero de 2020.

Oscoz, J. (2009). Guía de campo. Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Oscoz, J., Galicia, D. y Miranda, R. (eds.) (2011). Identification guide of freshwater macroinvertebrates of Spain. Springer.

Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J.L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuellar, P., Moyá, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, Toro, M. y Vidal-Abarca, M.R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica*, 21: 115-133.

Pawlowski, J., Apothéloz-Perret-Gentil, L., Mächler, E. y Altermatt, F. (2020). Environmental DNA applications in biomonitoring and bioassessment of aquatic ecosystems. Federal Office for the Environment. Ver referencias en el interior.

Pedroche, F.F. (2009). Clorobiontes. En: Varga, P. y Zardoya, R. (eds.) El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos. IUBS, CYTED, CSIC, Ministerio de Economía y

Competitividad y REDBES: 66-73.

Posch, T., Loferer-Kröbber, M., Gao, G., Alfreider, A., Penthaler, J. y Psenner, R. (2001). Precision of bacterioplankton biomass determination: a comparison of two fluorescent dyes, and of allometric

and linear volume-to-carbon conversion factor. *Aquatic Microbial Ecology*, 25: 55-63.

Rodicio, M.R. y Mendoza, M.C. (2004). Identificación bacteriana mediante secuenciación del ARNr 16S: fundamentos, metodología y aplicaciones en microbiología clínica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 22: 238-245.

Rodríguez-Ezpeleta, N., Moreira, D. y Ruiz-Trillo (2012). Protistas: Amebozoa, Rhizaria, Excavata, Hacrobia, Heterokonta y Alveolata. En: Varga, P. y Zardoya, R. (eds.) *El árbol de la vida: sistemática y evolución de los seres vivos*. IUBS, CYTED, CSIC, Ministerio de Economía y Competitividad y REDBES: 42-55.

Romaní, A.M., Artigas, J., Camacho, A., Graça, M.A.S. y Pascoal, C. (2009). La biota de los ríos: los microorganismos heterótrofos. En: Elosegi y Sabater (eds.) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*: 169-268. Fundación BBVA.

Quevauviller, P., Borchers, U., Thompson, K.C. y Simonart, T. (2008). *The Water Framework Directive. Ecological and chemical status monitoring*. Wiley.

Rees, H.C., Maddison, B.C., Middleditch, D.J., Patmore, J.R.M. y Gough, K.C. (2014). Review: the detection of aquatic animal species using environmental DNA- a review of eDNA as a survey tool in ecology.

*Journal of Applied Ecology*, 51: 1450-1459.

Rodríguez-Capítulo, A., Muñoz, I., Bonada, N., Gaudes, A. y Tomanova, S. (2009). La biota de los ríos: los invertebrados. En: Elosegi y Sabater (eds.) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (253-270). Fundación

BBVA.

Romaní, A.M., Artigas, J., Camacho, A., Graça, M.A.S. y Pascoal, C. (2009). La biota de los ríos: los microorganismos heterótrofos. En: Elosegi y Sabater (eds.) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*. Fundación

BBVA.

Schmidt, C., Morard, R., Romero, O. y Kucera, M. (2018). Diverse Internal Symbiont Community in the Endosymbiotic Foraminifera *Pararotalia calcariformata*: Implications for Symbiont Shuffling Under Thermal Stress. *Frontiers in Microbiology*, 9: 1-11.

Schnurr, P. y Grant, D. (2015). Factores affecting algae biofilm growth and lipid production: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52: 418-429.

Sigee, D.C. (2019). Phytoplankton, attached algae, and biofilms. En: J.M.R. Hugues (ed.) *Freshwater Ecology and Conservation*. Oxford Biology.

Snyder, D.E. (2003). Electrofishing and its harmful effects on fish. U.S. Department of the Interior y

U.S. Geological Survey.

Stubbington, R. (2012). The hyporheic zone as an invertebrate refuge: a review of variability in space, time, taxa and behaviour. *Marine and Freshwater Research*, 63: 293-311.

Suárez, M.L, Mellado, A., Sánchez-Montoya, M.M. y Vidal-Abarca, M.R. (2005). Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. *Limnetica*, 24: 305-318.

Towsend, C.R. y Hildrew, A.G. (1994). Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwater Biology*, 31: 265-275.

Tomás Giménez, P. (2009). Guía visual de campo. Macrófitos de la Cuenca del Ebro. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Confederación Hidrográfica del Ebro.

Traunspurger, W. y Majdi, N. (2017). Meiofauna. En: Hauer, R. y Lamberti, G. (eds.): *Methods in stream ecology*: 273-295. Academic Press.

Uraagua (2008). Protocolos de muestreo y análisis de organismos fitobentónicos en ríos y valoración del estado según la Directiva 2000/60/CE.

Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R. y Cushing, C.E. (1980). The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37: 130-137.

Vidal-Abarca, M.R., Suárez, M.L., Gómez, R., Sánchez, M.M. y Ramírez-Díaz, L. Práctica 7 de la asignatura Limnología: la diversidad de los organismos acuáticos: las algas bentónicas y los macrófitos como

ejemplos de productores primarios. Universidad de Murcia.

Wang, Z., Gerstein, M. y Snyder, M. (2009). RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics. *Nature Reviews Genetics*, 10: 57-63.

Werter-Schultes, F. (2012). *European non-marine molluscs, a guide for species identification*. Planet Poster Editions.

Wiens, J.A. (2002). Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*, 47: 501-515.

Wrona, F.J., Culp, J.M. y Davies, R.W. (1982). Macroinvertebrate subsampling: a simplified apparatus and approach. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 39: 1051-1054.

Zamora, L., Vila, A. y Naspleda, J. (2009). La biota de los ríos: los peces. En: Elóseguy, A. y Sabater, S. (eds.) *Conceptos y técnicas en ecología fluvial*: 271-291. Fundación BBVA.

## 8. Sistemas y criterios de evaluación

### 8.1 Sistemas de evaluación:

- Pruebas de evaluación escrita (examen) de teoría
- Pruebas de evaluación escrita (examen) de prácticas
- Evaluación continua de la asistencia y aprovechamiento de las actividades formativas presenciales
- Trabajos escritos realizados por el estudiante
- Exposición oral de ejercicios, temas y trabajos
- Aprovechamiento de Actividades Prácticas (elaboración de memorias de prácticas)

### 8.2 Criterios de evaluación relativos a cada convocatoria:

#### 8.2.1 Convocatoria I:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (asistencia y trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

#### 8.2.2 Convocatoria II:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (asistencia y trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

#### 8.2.3 Convocatoria III:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

#### 8.2.4 Convocatoria extraordinaria:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

### 8.3 Evaluación única final:

#### 8.3.1 Convocatoria I:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).



Evaluación continua (trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

#### 8.3.2 Convocatoria II:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

#### 8.3.3 Convocatoria III:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

#### 8.3.4 Convocatoria Extraordinaria:

Examen de teoría: 70% de la calificación (hasta un 7,0).

Evaluación continua (trabajo de curso): 30% de la calificación (hasta un 3,0).

**9. Organización docente semanal orientativa:**

Fecha	Grupos Grandes	G. Reducidos				Pruebas y/o act. evaluables	Contenido desarrollado
		Aul. Est.	Lab.	P. Camp	Aul. Inf.		
17-02-2025	6	0	0	6	0	Control de firmas, sesión de teoría con debates intercalados y otras actividades a desarrollar	Tema 1 teoría (días 1-2 [lunes y martes]), Tema 2 teoría (días 3-4 [miércoles y jueves]), Práctica de campo (día 5 [viernes]). Total créditos teóricos: 8, total créditos campo: 6.
24-02-2025	6	0	4.5	0	0	Control de firmas, sesión de teoría con debates intercalados y otras actividades a desarrollar	Tema 2 teoría (día 6 [lunes]), Tema 3 teoría (días 7-8-9 [martes, miércoles y jueves]). Total créditos teóricos: 8.
03-03-2025	0	0	0	0	0		
10-03-2025	0	0	0	0	0		
17-03-2025	0	0	0	0	0		
24-03-2025	0	0	0	0	0		
31-03-2025	0	0	0	0	0		
07-04-2025	0	0	0	0	0		
21-04-2025	0	0	0	0	0		
28-04-2025	0	0	0	0	0		
05-05-2025	0	0	0	0	0		
12-05-2025	0	0	0	0	0		
19-05-2025	0	0	0	0	0		
26-05-2025	0	0	0	0	0		
02-06-2025	0	0	0	0	0		

**TOTAL                    12                    0                    4.5                    6                    0**