

# Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS  
TROPICALES Y SU CONSERVACIÓN**

***UNIVERSIDAD INTERNACIONAL MENÉNDEZ PELAYO***

Este documento puede utilizarse como documentación de referencia de esta asignatura para la solicitud de reconocimiento de créditos en otros estudios. Para su plena validez debe estar sellado por la Secretaría de Estudiantes UIMP.



## DATOS GENERALES

### Breve descripción

La Biogeografía es la disciplina de la Biología Evolutiva que se encarga de reconstruir los patrones de distribución, actuales e históricos, de los seres vivos e inferir los mecanismos responsables como migración, adaptación, extinción, o especiación. Tras una etapa histórica dominada por reconstrucciones narrativas o basadas en la parsimonia como criterio de inferencia biogeográfica, asistimos en la última década a una revolución con el desarrollo de nuevas herramientas analíticas basadas en modelos probabilísticos. Esto ha permitido por primera vez integrar la dimensión temporal en las reconstrucción de la historia evolutiva de especies o linajes, así cómo incorporar otros tipos de evidencia, como el registro fósil, reconstrucciones geológicas, la ecología de las especies, datos paleoclimáticos, etc. Por otro lado, la filogeografía, considerada a veces como una subdisciplina de la biogeografía, se encarga de estudiar los patrones y procesos biogeográficos que gobiernan la distribución espacial de los linajes a nivel infra-específico: poblaciones e individuos. Su desarrollo ha ido en paralelo al de la biogeografía, experimentando un gran avance en la última década, desde modelos basados en parsimonia hacia el examen de procesos evolutivos y ecológicos usando métodos de genética de poblaciones e inferencia filogenética dentro del marco estadístico de la "teoría de la coalescencia". Esto ha permitido ampliar el rango de preguntas e hipótesis que se pueden testar utilizando reconstrucciones biogeográficas y abre un excitante campo de investigación. En esta asignatura se estudian los fundamentos teóricos de la Biogeografía y su aplicación práctica, mediante ejemplos empíricos, de distintos métodos de reconstrucción biogeográfica, desde los basados en parsimonia hasta métodos semiparamétricos basados en frecuencias de eventos, a modelos probabilísticos que permiten incorporar estimas de tiempos de divergencia entre linajes. La asignatura tiene un enfoque fuertemente aplicado, con demostraciones prácticas (en la sesión de tarde) de cada método y sus asunciones teóricas impartidas en la sesión de la mañana. Los ejemplos prácticos estarán preferiblemente enfocados hacia regiones tropicales. El objetivo es permitir al estudiante familiarizarse con un campo en rápida expansión con aplicaciones prácticas en evaluación de la biodiversidad, biología de la conservación, diseño de modelos predictivos de cambio climático, etc

### Título asignatura

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

### Código asignatura

102609

### Curso académico

2022-23

### Planes donde se imparte

[MÁSTER UNIVERSITARIO EN BIODIVERSIDAD EN ÁREAS TROPICALES Y SU CONSERVACIÓN](#)

**Créditos ECTS**

4

**Carácter de la asignatura**

OBLIGATORIA

**Duración**

Cuatrimestral

**Idioma**

Castellano

# CONTENIDOS

## Contenidos

**INTRODUCCIÓN A LA BIOGEOGRAFÍA:** Introducción de conceptos en biogeografía. Biogeografía basada en patrones o de parsimonia ("cladistic"). Biogeografía basada en eventos ( $\zeta$ event-based"): Escenario vicariante: Ajuste de árboles basado en parsimonia. Escenario reticulado: Análisis de Dispersión-Vicarianza. Práctica: Ejemplo práctico: Reconstrucción de patrones biogeográficos en la fauna de México (Software TreeFitter). Ejemplo práctico: Meta-análisis de patrones biogeográficos en plantas amazónicas (Software DIVA).

**BIOGEOGRAFÍA PARAMÉTRICA - MODELO DEC:** Introducción. Ventajas sobre biogeografía cladista o de eventos. Integración de la incertidumbre filogenética: métodos semi-paramétricos (Bayes-DIVA). Integración de la dimensión temporal: Modelo DEC ("Dispersión, Extinción, Cladogénesis"). Modelación de escenarios geológicos o estratificados. Incorporación del registro fósil. Efectos recíprocos de la evolución del área biogeográfica y la diversificación de linajes. Modelo GeoSSE: Estima de tasas de especiación y extinción dependientes del rango geográfico. Práctica: Ejemplo práctico: Reconstruyendo la historia del género tropical *Psychotria* usando el modelo DEC; modelos dependientes de distancia, modelos estratificados y modelos con información fósil (Software Lagrange). Ejemplo práctico: Análisis de diversificación dependiente del área de distribución con GeoSSE: el caso del género *Hypericum* (Software Diversitree en R).

**BIOGEOGRAFÍA PARAMÉTRICA - MODELO DEC (continuación):** Expandiendo el modelo DEC: Integración de dispersión entre áreas singulares en DEC: expansión de rango versus dispersión por salto (J-likelihood). Extensión de los modelos de cladogénesis en DEC. (BioGeoBEARS). Aumentando el número de áreas de análisis en DEC utilizando herramientas bayesianas: ("data-augmentation approach"). Modelo de  $\zeta$ Dispersión-Extinción $\zeta$  (Bay-Area). Práctica: Ejemplo práctico: Re-análisis del dataset de *Psychotria* con BioGeoBEARS; similitudes y diferencias (Software BioGeoBEARS). Ejemplo práctico: Reconstrucción de la historia biogeográfica del género *Cercis* (Software BayArea).

**BIOGEOGRAFÍA BAYESIANA. FILOGEOGRAFÍA.:** Biogeografía paramétrica Bayesiana (Modelo BIB: "Bayesian-Island-Biogeography"). Aplicación en escenarios continentales: la disyunción Rand Flora.

Extensión del modelo BIB para incorporar factores abióticos. Escenarios bayesianos estratificados con estima temporal. Aplicación de BIB en Filogeografía: Modelos bayesianos de difusión en BEAST: modelos dependientes de distancia, modelo GLM, escenarios con estratificación temporal. Práctica: Ejemplo práctico: BIB en Biogeografía: estimación de tasas de colonización en animales y plantas endémicos del archipiélago canario (Software RevBayes). Ejemplo práctico: BIB en Filogeografía: estimación de tasas de migración y mutación en virus humanos (Software BEAST 2.0). **FILOGEOGRAFÍA:** Introducción: Las "Tres Vías" de la Filogeografía. Parsimonia Estadística (TCS, NCA) - Aproximación Bayesiana (BPEC). Filogeografía Estadística. Escenarios simulados versus Observados (Migrate, Mesquite, IMA). Incorporación del medio físico (SPLATCHE). Approximate Bayesian Computing: (ABC, HABC). Práctica: Ejemplo práctico: Construcción de redes de haplotipos por parsimonia (Software TCS) e inferencia bayesiana (Software BPEC R). Ejemplo práctico: Examen de historias demográficas y escenarios poblaciones con ABC en un linaje (Software DIY-ABC) y en

múltiples linajes (Software MsBayes)

## COMPETENCIAS

### Generales

CG1 - Adquirir conocimientos fundamentales y herramientas necesarias para la investigación aplicada en el ámbito de la biodiversidad

CG2 - Aprender el uso de nuevas tecnologías para afrontar los problemas relacionados con la biodiversidad y su conservación en los países más diversos del mundo

CG3 - Poseer una visión integradora que permita una mejor comprensión de los procesos que inciden en la pérdida de biodiversidad

CG5 - Elaborar proyectos con posibilidades de financiación tanto por instituciones publicas como privadas

CG4 - Dominar habilidades para comunicar conocimientos y conclusiones a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

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 - 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

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

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.

### Transversales

CT3 - Desarrollar actitudes de ética y responsabilidad profesional, así como el respeto a la diversidad cultural

CT4 - Desarrollar la capacidad de síntesis, organización, argumentación y análisis de la información

CT5 - Aprender a trabajar en equipos multidisciplinares y asumir funciones de liderazgo en trabajos colectivos

CT6 - Aprender a diseñar y organizar el propio trabajo, fomentando la iniciativa y el espíritu emprendedor

CT7 - Capacidad de convivencia y trabajo en grupo en condiciones adversas

CT8 - Organización de expediciones y trabajo de campo

CT9 - Capacidad de comunicación con los actores sociales en el campo de la conservación (comunidades indígenas, autoridades, investigadores, tomadores de decisiones, propietarios de terrenos, etc...)

### Específicas

CE1 - Adquirir una formación especializada en el marco científico y técnico del estudio de la biodiversidad en biotas tropicales

CE3 - Dominar los conocimientos fundamentales y específicos para diseñar y ejecutar proyectos profesionales y de investigación teniendo en cuenta el contexto de los países en que se ejecutaría

CE4 - Dominar los conocimientos fundamentales y específicos para diseñar y ejecutar planes de uso y gestión del territorio que se integren en la filosofía del desarrollo sostenible

CE5 - Saber planificar y gestionar los usos de las biotas tropicales asegurando su sostenibilidad ambiental, equilibrando los usos e intereses con la preservación de sus características naturales

CE6 - Adquirir los conocimientos fundamentales y específicos para desarrollar su actividad profesional en el ámbito de la consultoría y asesoramiento a la Administración y a las empresas

## PLAN DE APRENDIZAJE

### Actividades formativas

Clases teóricas y/o prácticas (36,6 horas - 100% presencialidad)

Análisis de casos (33,3 horas - 10% presencialidad)

Preparación de materiales (16,6 horas - 10% presencialidad)

Trabajo autónomo (57,5 horas - 0% presencialidad)

Realización de talleres prácticos (33,3 horas - 100% presencialidad)

Presentación oral de los trabajos (1,6 horas - 100% presencialidad)

Tutorías (12,5 horas - 100% presencialidad)

### Metodologías docentes

Cada tema se introducirá mediante una sesión teórica de mañana de 4 horas, con dos interrupciones, seguidas de la sesión práctica en el laboratorio necesaria para completar el trabajo correspondiente al tema (3 o 4 horas). Las sesiones prácticas incluirán el uso de ordenadores y software específico. En estas sesiones se expondrán los fundamentos para la aplicación de estos programas y los alumnos dispondrán de unos conjuntos de datos con los que realizar los diferentes análisis; los ejemplos prácticos estarán enfocados preferiblemente en regiones tropicales. Se formarán grupos de trabajo que realizarán el flujo de trabajo completo, analizarán los datos y presentarán los resultados en formato de artículo científico, que será discutido por estudiantes y profesorado, de tal forma que pueda evaluarse no sólo el resultado final, sino el planteamiento de hipótesis y la claridad expositiva.



## **SISTEMA DE EVALUACIÓN**

### **Descripción del sistema de evaluación**

Evaluación del Trabajo Personal (ponderación mínima 30% y máxima 70%)

Evaluación del Informe final (ponderación mínima 20% y máxima 40%)

Evaluación de las presentaciones orales (ponderación mínima 30% y máxima 70%)

## PROFESORADO

### Profesor responsable

**Sanmartín Bastida, Isabel**

*Científico Titular*

*Real Jardín Botánico (RJB)*

*Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*

### Profesorado

**Riina Olivares, Ricarda**

*Investigadora contratada*

*Real Jardín Botánico (RJB)*

*Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*

**Sánchez Mesequer, Andrea**

*Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva*

*Real Jardín Botánico (RJB)*

*Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*

## HORARIO

### Horario

30/01/2023

9:30 - 11:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 12:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Andrea Sánchez Meseguer

Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

31/01/2023

9:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Ricarda Riina Olivares

Investigadora contratada  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

01/02/2023

9:30 - 11:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 12:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Ricarda Riina Olivares

Investigadora contratada  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Andrea Sánchez Meseguer

Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

02/02/2023

9:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

03/02/2023

9:30 - 11:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 12:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Ricarda Riina Olivares

Investigadora contratada  
Real Jardín Botánico (RJB)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Andrea Sánchez Meseguer

Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

06/02/2023

9:30 - 12:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Andrea Sánchez Meseguer

Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

12:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Ricarda Riina Olivares

Investigadora contratada  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

07/02/2023

9:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular

Real Jardín Botánico (RJB)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

08/02/2023

9:30 - 11:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular

Real Jardín Botánico (RJB)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Ricarda Riina Olivares

Investigadora contratada

Real Jardín Botánico (RJB)

Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

09/02/2023

9:30 - 11:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Andrea Sánchez Meseguer

Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

10/02/2023

9:30 - 11:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Isabel Sanmartín Bastida

Científico Titular  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

11:30 - 12:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Ricarda Riina Olivares

Investigadora contratada  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)



12:30 - 13:30

Distribución espacio-temporal de las especies: técnicas analíticas

Andrea Sánchez Meseguer

Investigadora postdoctoral Juan de la Cierva  
Real Jardín Botánico (RJB)  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

## **BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES RELACIONADOS**

### **Bibliografía**

Aula Virtual del CSIC (<http://www.aulavirtual.csic.es/>)