Guía docente de la asignatura

Filogeografía y Filogenia Molecular (M58/56/1/88)

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 29/06/2025

Máster	Máster Universitario en Genética y Evolución
MÓDULO	Módulo Docente. Especialidad Evolutiva
RAMA	Ciencias
CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO	Escuela Internacional de Posgrado

Semestre	Segundo	**Créditos**	4	**Tipo**	Optativa	**Tipo de enseñanza**	Presencial

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Haber cursado el Módulo docente genérico.

En el caso de utilizar herramientas de IA para el desarrollo de la asignatura, el estudiante debe adoptar un uso ético y responsable de
las mismas. Se deben seguir las recomendaciones contenidas en el documento de "Recomendaciones para el uso de la inteligencia
artificial en la UGR" publicado en esta
ubicación: https://ceprud.ugr.es/formacion-tic/inteligencia-artificial/recomendaciones-ia#contenidoo

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Reconstrucción filogenética. Homología y similitud. Alineamiento de secuencias. Métodos basados en distancias. Métodos basados en parsimonia. Selección de modelos de evolución molecular. Máxima verosimilitud. Análisis bayesiano. Métodos para valorar la confianza en las hipótesis filogenéticas. El método comparativo. Análisis filogeográfico.

COMPETENCIAS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:39
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661 Pág. 1 de 9

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Adquirir una compresión sistemática de los distintos campos de estudio de la Genética y de la Biología evolutiva y un dominio en las habilidades y métodos de investigación propios de estas disciplinas científicas y de sus aplicaciones.
- CG02 - Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinares, los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas relacionados con el área de estudio de las distintas ramas de la Genética y de la Biología evolutiva.
- CG03 - Desarrollar habilidades de análisis y síntesis de la información científica, incluyendo capacidades de comprensión, razonamiento y crítica científica, así como de expresión oral, debate y argumentación lógica.
- CG04 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de investigación y artículos científicos.
- CG05 - Formular con cierta originalidad hipótesis razonables.
- CG06 - 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.
- CG07 - 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.
- CG08 - Desarrollar habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG09 - Aplicar el método científico en la investigación.
- CG10 - Trabajar eficazmente en equipo.
- CG11 - Trabajar de forma organizada y planificada.
- CG12 - Demostrar motivación por la calidad.
- CG13 - Tener creatividad.
- CG14 - Incrementar la conciencia social y solidaria, así como el sentido ético de la ciencia y de sus aplicaciones.
- CG15 - Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la investigación.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:39
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661 Pág. 2 de 9

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE28 - Comprender y saber aplicar los conceptos, principios, teorías y modelos de la evolución, tanto a nivel organísmico, como molecular y genómico.
- CE29 - Adquirir un conocimiento profundo y detallado de la terminología y de los conceptos básicos y fundamentales que vertebran la Biología Evolutiva.
- CE30 - Entender el proceso evolutivo desde una perspectiva multidisciplinar.
- CE31 - Comprender y saber aplicar los conocimientos adquiridos sobre la composición y evolución de los genomas.
- CE32 - Manejar herramientas informáticas para hacer análisis evolutivos.
- CE33 - Desarrollar destrezas prácticas en la metodología experimental y de análisis de datos utilizada para el estudio de los procesos evolutivos.
- CE34 - Comprender la importancia de los conflictos genéticos y su relación con la evolución.
- CE35 - Aplicar conceptos de Biología evolutiva para la reconstrucción filogenética.
- CE36 - Comprender cómo actúan los mecanismos evolutivos a diferentes escalas espaciotemporales.
- CE37 - Comprender y saber explicar la importancia de la variación genética en el origen y perpetuación de las especies.
- CE38 - Tener habilidades para el reconocimiento de procesos coevolutivos en la naturaleza.
- CE39 - Comprender la importancia de la evolución recíproca en aspectos aplicados como la biología de la conservación.
- CE40 - Analizar y juzgar críticamente distintas hipótesis relacionadas con la historia de la vida.
- CE41 - Adquirir una visión espacio-temporal de los grandes hitos de la historia de la vida y su correlación con los cambios mayores en el sistema Tierra.
- CE42 - Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la biología evolutiva, incluyendo a la biología de la conservación.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT02 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- CT03 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados

COMPETENCIAS

COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:39
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661 Pág. 3 de 9

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.

COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Adquirir una compresión sistemática de los distintos campos de estudio de la Genética y de la Biología evolutiva y un dominio en las habilidades y métodos de investigación propios de estas disciplinas científicas y de sus aplicaciones.
- CG02 - Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinares, los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas relacionados con el área de estudio de las distintas ramas de la Genética y de la Biología evolutiva.
- CG03 - Desarrollar habilidades de análisis y síntesis de la información científica, incluyendo capacidades de comprensión, razonamiento y crítica científica, así como de expresión oral, debate y argumentación lógica.
- CG04 - Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de investigación y artículos científicos.
- CG05 - Formular con cierta originalidad hipótesis razonables.
- CG06 - 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.
- CG07 - 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.
- CG08 - Desarrollar habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CG09 - Aplicar el método científico en la investigación.
- CG10 - Trabajar eficazmente en equipo.
- CG11 - Trabajar de forma organizada y planificada.
- CG12 - Demostrar motivación por la calidad.
- CG13 - Tener creatividad.
- CG14 - Incrementar la conciencia social y solidaria, así como el sentido ético de la ciencia y de sus aplicaciones.
- CG15 - Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la investigación.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE28 - Comprender y saber aplicar los conceptos, principios, teorías y modelos de la evolución, tanto a nivel organísmico, como molecular y genómico.
- CE29 - Adquirir un conocimiento profundo y detallado de la terminología y de los conceptos básicos y fundamentales que vertebran la Biología Evolutiva.
- CE30 - Entender el proceso evolutivo desde una perspectiva multidisciplinar.
- CE31 - Comprender y saber aplicar los conocimientos adquiridos sobre la composición y

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661
06/05/2026 - 10:39
Pág. 4 de 9

evolución de los genomas.
- CE32 - Manejar herramientas informáticas para hacer análisis evolutivos.
- CE33 - Desarrollar destrezas prácticas en la metodología experimental y de análisis de datos utilizada para el estudio de los procesos evolutivos.
- CE34 - Comprender la importancia de los conflictos genéticos y su relación con la evolución.
- CE35 - Aplicar conceptos de Biología evolutiva para la reconstrucción filogenética.
- CE36 - Comprender cómo actúan los mecanismos evolutivos a diferentes escalas espaciotemporales.
- CE37 - Comprender y saber explicar la importancia de la variación genética en el origen y perpetuación de las especies.
- CE38 - Tener habilidades para el reconocimiento de procesos coevolutivos en la naturaleza.
- CE39 - Comprender la importancia de la evolución recíproca en aspectos aplicados como la biología de la conservación.
- CE40 - Analizar y juzgar críticamente distintas hipótesis relacionadas con la historia de la vida.
- CE41 - Adquirir una visión espacio-temporal de los grandes hitos de la historia de la vida y su correlación con los cambios mayores en el sistema Tierra.
- CE42 - Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la biología evolutiva, incluyendo a la biología de la conservación.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Mostrar interés por la calidad y la excelencia en la realización de diferentes tareas.
- CT02 - Tener un compromiso ético y social en la aplicación de los conocimientos adquiridos.
- CT03 - Ser capaz de trabajar en equipos interdisciplinarios para alcanzar objetivos comunes desde campos expertos diferenciados

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

El alumno sabrá/comprenderá:

- Conceptos de biología evolutiva para la reconstrucción filogenética.
- Los procedimientos de reconstrucción filogenética y filogeográfica.
- Valorar de forma crítica los procedimientos de reconstrucción filogenética.

El alumno será capaz de:

- Aplicar conceptos de biología evolutiva para la reconstrucción filogenética
- Aplicar la metodología más actual para establecer hipótesis filogenéticas y/o filogeográficas
- Valorar estadísticamente las hipótesis filogenéticas
- Utilizar los programas informáticos que se emplean habitualmente en la reconstrucción filogenética y en el análisis filogeográfico.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:39
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661 Pág. 5 de 9

TEÓRICO

- Tema 1. Introducción a la reconstrucción filogenética. Definición de relaciones de ascendencia- descendencia. Tipos de caracteres. Cladística. Parsimonia. Codificación de caracteres. Polarización. Cladogramas y filogramas.
- Tema 2. Conceptos básicos de evolución molecular. Tipos de datos en análisis filogenéticos moleculares. Árboles génicos y árboles de especies. Coalescencia. Métodos de inferencia filogenética.
- Tema 3. Secuencias de ADN. Bases de datos de secuencias de ADN. Búsqueda de secuencias similares en bases de datos. BLAST. Alineamiento múltiple. Regiones repetidas, tasas de sustitución y gaps. Algoritmos de alineamiento múltiple. Softwares de alineamiento.
- Tema 4. Modelos de sustitución nucleotídica. Distancias observadas y esperadas. Modelos de sustitución nucleotídica. Selección de modelos evolutivos de secuencias.
- Tema 5. Inferencia filogenética basada en métodos de distancia. Matrices de distancias y algoritmos de agrupamiento. Evaluación de la fiabilidad de los árboles obtenidos.
- Tema 6. Inferencia filogenética basada en parsimonia. Metodología, cálculo de la longitud de un árbol. Búsqueda de árboles óptimos.
- Tema 7. Inferencia filogenética basada en métodos de máxima verosimilitud. Concepto de máxima verosimilitud y cálculo de la probabilidad de un alineamiento para un árbol dado. Búsqueda del árbol más verosimil. Estima de los parámetros del modelo.
- Tema 8. Inferencia filogenética basada en métodos Bayesianos.- Introducción a los fundamentos del método. Probabilidad posterior de un árbol. Aproximaciones por "Markov Chain Monte Carlo".
- Tema 9. Visualización y exploración de filogenias. Formas de representar una filogenia. Topología y longitudes de ramas.
- Tema 10. Confianza en la filogenia. Bootstrap, jackknifing, probabilidad posterior, aLRT. Test de incongruencia. Test de tasas relativas. Datación.
- Tema 11. Rastreo de caracteres en una filogenia. Método comparado. Reconstrucción de estados ancestrales.
- Tema 12. Introducción a la filogeografía.- Genealogias de genes. Coalescencia. Variación genética en el espacio. Flujo génico y migración. Vicarianza y dispersión. Aislamiento por distancia. Genealogías y redes de haplotipos. Reticulación.

PRÁCTICO

- Práctica 1. Introducción a las herramientas informáticas necesarias. Tipos de ficheros y conversión de formatos. Trabajo con diferentes sistemas operativos y aplicaciones en

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/ 06/05/2026 - 10:39
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661 Pág. 6 de 9

servidores.
- Práctica 2. Obtención de secuencias de DNA y proteínas. Alineamiento múltiple. Selección de bloques.
- Práctica 3. Reconstrucción filogenética basada en parsimonia.
- Práctica 4. Reconstrucción filogenética basada en distancias genéticas.
- Práctica 5. Máxima verosimilitud aplicada a la reconstrucción filogenética
- Práctica 6. Métodos bayesianos.
- Práctica 7. Visualización y exploración de filogenias.
- Práctica 8. Datación y rastreo de caracteres.
- Práctica 9. Filogeografía y redes de haplotipos.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- Baum DA, Smith SD. 2012. Tree Thinking. W. H. Freeman
- Bromham L. 2016. An introduction to molecular evolution and phylogenetics. Oxford University Press.
- Felsenstein J. 2004. Inferring phylogenies. Sinauer Associates, Inc.
- Hall BG. 2008. Phylogenetic trees made easy. 2a ed. Sinauer.
- Lemey P, Salemi M, Vandamme AM. 2009. The phylogenetic handbook: a practical approach to DNA and protein phylogeny. 2a de. Cambridge University Press.
- Morrone JJ. 2008. Evolutionary biogeography: an integrative approach with case studies. Columbia University Press.
- Nei M, Kumar S. 2000. Molecular Evolution and Phylogenetics Oxford UP.
- Page RDM, Holmes EC. 1998. Molecular evolution: a phylogenetic approach. Blackwell Publishing Company .
- Warnow T. 2017. Computational Phylogenetics. Cambridge University Press.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Avise JC. 2000. Phylogeography. Harvard university Press.
- Avise JC. 2004. Molecular markers, natural history, and evolución. Sinauer
- Kitching IJ, Forey PL, Humphries CJ, Williams DM. 1998. Cladistics: the theory and practice of parsimony analysis. Oxford Univiversity Press.

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661
06/05/2026 - 10:39
Pág. 7 de 9

- Paradis E. 2012. Analysis of phylogenetics and evolution with R. 2nd ed. Springer.
- Posada D, Crandall KA. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. Bioinformatics 14.: 817-818.
- Swofford DL. 1993. PAUP: phylogenetic analysis using parsimony. Champaign, Illinois Natural History Survey. Illinois.
- Wiley EO, Siegel-Causey D, Brooks DR, Funk VA. 1991. The compleat cladist: a primer of phylogenetic procedures.

ENLACES RECOMENDADOS

http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/software.html

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Sesiones de discusión y debate
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD05 Seminarios
- MD06 Ejercicios de simulación
- MD07 Análisis de fuentes y documentos
- MD09 Realización de trabajos individuales

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Se propone un sistema de evaluación continua en el que se valorará:

1. Asistencia y Participación (10%)

a. Las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.
b. La actitud del alumno en el aula durante las Prácticas con ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

2. Comentario de artículos (30%)

Propuestos por el profesor y/o por el alumnado. Se podrá trabajar tanto en horas presenciales en clase como en horas no presenciales. Igualmente, se valorará la capacidad del alumno para la elaboración de trabajos e informes.

3. Trabajos finales (60%)

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661
06/05/2026 - 10:39
Pág. 8 de 9

Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en las actividades propuestas por el profesorado (alineamiento de secuencias, árboles filogenéticos, análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

El alumno podrá solicitar un examen de los contenidos teóricos y prácticos de la materia.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El alumno podrá solicitar un examen de los contenidos teóricos y prácticos de la materia.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): Gestión de servicios y apoyos (https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad).

Firma (1): Universidad de Granada
CIF: Q1818002F

Firmado electrónicamente según arts. 15, 17 y 41.1 del Reglamento de Adm. Electrónica de la Universidad de Granada (BOJA nº 85 de 6 de mayo de 2021)
Este documento firmado digitalmente puede verificarse en https://sede.ugr.es/verifirma/
Código seguro de verificación (CSV): 81D9E526519A1FB41E3360F845386661
06/05/2026 - 10:39
Pág. 9 de 9