



1. Identificación

1.1. De la asignatura

Curso Académico	2024/2025
Titulación	GRADO EN BIOLOGÍA
Nombre de la asignatura	BOTÁNICA EVOLUTIVA
Código	6236
Curso	CUARTO
Carácter	OBLIGATORIA
Número de grupos	1
Créditos ECTS	6.0
Estimación del volumen de trabajo	150.0
Organización temporal	1º Cuatrimestre
Idiomas en que se imparte	Inglés, Español

1.2. Del profesorado: Equipo docente

CARRION GARCIA, JOSE SEBASTIAN

Docente: **GRUPO 1**

Coordinación de los grupos: **GRUPO 1**

Coordinador de la asignatura

Categoría

CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD

Área

BOTÁNICA

Departamento

BIOLOGÍA VEGETAL

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

carrion@um.es <https://jscarrion.es/> Tutoría electrónica: **Sí**

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración: A **Día:** Miércoles **Horario:** 16:00-18:00 **Lugar:** 868884995, Facultad de Biología B1.4.059

Observaciones:
Se requiere cita previa a través del correo electrónico

Duración: A **Día:** Lunes **Horario:** 16:00-18:00 **Lugar:** 868884995, Facultad de Biología B1.4.059

Observaciones:
Se requiere cita previa a través del correo electrónico

MAGDY ABDALLAH AWAD, MAHMOUD

Docente: GRUPO 1

Coordinación de los grupos:

Categoría

INVESTIGADOR/A "SAAVEDRA FAJARDO"

Área

No consta

Departamento

BIOLOGÍA VEGETAL

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

mahmoud.magdy@um.es Tutoría electrónica: No

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

MORTE GOMEZ, MARIA ASUNCION

Docente: GRUPO 1

Coordinación de los grupos:

Categoría

CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD

Área

BOTÁNICA

Departamento

BIOLOGÍA VEGETAL

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

amorte@um.es https://aulavirtual.um.es/portal/site/6289_G_2024_N_N Tutoría electrónica: Sí

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración: A **Día:** Martes **Horario:** 09:30-11:30 **Lugar:** No consta

Observaciones:
Se requiere cita previa mediante correo electrónico en el caso de tutoría presencial.

Duración: A	Día: Jueves	Horario: 09:30-11:30	Lugar: No consta
-----------------------	-----------------------	--------------------------------	----------------------------

Observaciones:
Se requiere cita previa mediante correo electrónico en el caso de tutoría presencial.

ROS ESPIN, ROSA MARIA

Docente: GRUPO 1

Coordinación de los grupos:

Categoría

CATEDRATICOS DE UNIVERSIDAD

Área

BOTÁNICA

Departamento

BIOLOGÍA VEGETAL

Correo electrónico / Página web / Tutoría electrónica

rmros@um.es <http://webs.um.es/rmros/> Tutoría electrónica: Sí

Teléfono, horario y lugar de atención al alumnado

Duración: A	Día: Miércoles	Horario: 12:00-14:00	Lugar: 868884989, Facultad de Biología B1.4.017
-----------------------	--------------------------	--------------------------------	---

Observaciones:
No consta

Duración: A	Día: Martes	Horario: 12:00-14:00	Lugar: 868884989, Facultad de Biología B1.4.017
-----------------------	-----------------------	--------------------------------	---

Observaciones:
Las tutorías se concertarán mediante mensaje privado del Aula Virtual

2. Presentación

Entenderemos por Botánica Evolutiva el conjunto de conocimientos e investigaciones relativas a las pautas y procesos de evolución dentro de los organismos tradicionalmente estudiados por la botánica, es decir, los hongos, las cianobacterias, las algas eucariotas y los embriófitos. Como veremos, esta delimitación se ha vinculado a varios sistemas de reinos de organismos (Plantae, Chromista, Fungi, Protozoa, Protista, Protoctista, ¿) Por condicionantes históricos, el estudio de la evolución se ha concentrado casi exclusivamente en el registro animal. La evolución de plantas apenas recibe atención en los manuales sobre evolución más que de pasada o para hacer mención al paisaje en el que los animales se desenvolvían. Sin embargo, el registro fósil de plantas es amplísimo y proporciona una visión idénticamente interesante de los procesos evolutivos. Los primeros fotosintetizadores proceden de capas datadas del Arqueano Inferior, en torno a los 3500 Ma y algunos de los primeros eucariotas tienen una afinidad vegetal indiscutible, resultando clasificables entre las algas rojas y verdes. Las plantas colonizaron los ambientes terrestres como muy tarde en el Silúrico, hace unos 415 Ma, y en unos 75 Ma habían evolucionado desde formas rastreras arbustivas hasta árboles de más de 60 m de altura. Muy probablemente, las plantas terrestres existían ya en el Ordovícico superior. Las primeras plantas con semillas aparecen hace unos 380 Ma, mientras las plantas con flores retrasan su aparición hasta hace unos 140 Ma (Cretácico inicial), y las gramíneas no se originan hasta finales del Mesozoico o principios del

Cenozoico En comparación con los animales, las plantas tienen unos requerimientos limitados (agua, dióxido de carbono, nitrógeno, magnesio, potasio, fósforo, algunos oligoelementos, fotones, y ciertas pautas metabólicas necesarias para la fotosíntesis), y esto ha permanecido inalterado en el tiempo evolutivo. Muchas plantas presentan mecanismos asombrosos para verse las con el estrés ambiental, incluyendo dormición de semillas, mecanismos de supervivencia vegetativa tras los traumatismos físicos y químicos, etc. Por añadidura, las plantas no son tan sensibles como los animales al tamaño mínimo poblacional necesario para la supervivencia. Unos cuantos individuos pueden persistir durante larguísimos períodos de tiempo. Las plantas viven períodos de tiempo a veces extraordinariamente largos. Se ha demostrado que *Pinus longaeva*, por ejemplo, puede vivir hasta 11000 años. A diferencia del registro animal, también, hay muchas familias vivientes de plantas que han persistido, a menudo bajo formas morfológicamente idénticas, durante hasta 200 Ma.

Las últimas décadas han sido de auténtica revolución en el escenario del pensamiento evolutivo. En particular, conviene destacar el advenimiento de teorías que rechazan o discuten aspectos cruciales del gradualismo filético, cuyo origen está en las propias ideas de Darwin (1859). Una de las escuelas alternativas propone que la especiación es un proceso rápido que ocurre episódicamente entre largos períodos de estasis (equilibrios puntuados: Eldredge & Gould 1972). Estas ideas han sido desarrolladas para sugerir que el cambio climático a largo plazo resultante de los cambios orbitales de la Tierra respecto al Sol, podría proporcionar los impulsos necesarios para los eventos de especiación rápida. Sin embargo, la mayor parte de esta discusión se ha centrado en torno a la evidencia aportada por los fósiles animales y, de nuevo, necesitamos revisar el registro de plantas para comprobar si el poder explicativo y las incertidumbres, las pautas y procesos son o no los mismos.

Desde una perspectiva experimental, también, corren tiempos de excitación intelectual. Los datos moleculares, las nuevas técnicas analíticas y un sinnúmero de experimentos ingeniosos y síntesis teóricas están poniendo en el paredón muchos principios que se consideraban bien asentados sobre las pautas de radiación adaptativa, la historia de la diferenciación geográfica entre especies, el flujo génico y las escalas espaciales de diferenciación genética entre poblaciones, los impactos de la hibridación y la poliploidía sobre la especiación, la adaptación, la expresión génica y la evolución cromosómica, la concordancia de la arquitectura del genoma entre taxa relacionados, las bases genéticas del aislamiento reproductor vía especialización sobre polinizadores, la evolución genética de ciertos aspectos del desarrollo floral, etc. Por ello, sería una desfachatez intentar capturar en un programa didáctico todo el pastiche de conceptos, ideas, experimentos y descubrimientos que comprende la moderna ciencia evolutiva. En este sentido, parece más pragmático ofrecer un documento que adopte la perspectiva que resulte mejor conocida por el profesor responsable de la asignatura, en este caso el registro fósil.

3. Condiciones de acceso a la asignatura

3.1. Incompatibilidades

No constan

3.2. Requisitos

No constan

3.3. Recomendaciones

No existen recomendaciones para esta asignatura.

4. Competencias

4.1. Competencias básicas

- CB1: Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
- CB2: Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- CB3: Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CB4: Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CB5: Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

4.2. Competencias de la titulación

- CG1: Adquirir capacidad de análisis y síntesis.
- CG2: Desarrollar capacidad de organización y planificación
- CG3: Comunicarse oralmente y por escrito en la lengua nativa
- CG4: Conocer una lengua extranjera
- CG5: Resolver problemas
- CG6: Tomar decisiones
- CG7: Trabajo en equipo
- CG11: Razonamiento crítico
- CG12: Compromiso ético
- CG13: Aprendizaje autónomo
- CG17: Motivación por la calidad
- CG18: Sensibilidad hacia temas medioambientales
- CG19: Desarrollar habilidades de investigación
- 1: Diferenciar distintos niveles de organización en el sistema vivo.
- 3: Identificar evidencias paleontológicas
- 4: Identificar organismos y evidencias de su actividad
- 6: Clasificar, evaluar y utilizar recursos naturales
- 7: Aplicar análisis filogenéticos
- 8: Identificar y utilizar bioindicadores
- 9: Construir cartografías temáticas
- 17: Recoger, utilizar, conservar y observar especímenes
- 23: Analizar e interpretar el comportamiento de los seres vivos
- 25: Describir, analizar, evaluar y planificar el medio físico en su relación con los seres vivos
- 26: Identificar problemas ambientales y facilitar soluciones

- 27: Recoger, identificar y utilizar muestras, poblaciones y comunidades
- 28: Gestionar, conservar y restaurar poblaciones y ecosistemas
- 30: Interpretar y crear diseños relacionados con el paisaje
- 32: Recoger información, planificar experimentos e interpretar los resultados
- 36: Aplicar las normas de calidad y seguridad en la actividad desarrollada en el laboratorio biológico y en el medio natural.

4.3. Competencias transversales y de materia

- Comprensión de las pautas y procesos de la evolución biológica
- Comprensión de las pautas y procesos de evolución en organismos fotosintéticos y fúngicos
- Conocimiento del registro fósil de plantas y sus implicaciones en la disparidad morfológica actual
- Capacidad para relacionar la diversidad vegetal actual con los procesos geobiológicos del pasado
- Desarrollo de habilidades para la conexión entre las escalas temporales y espaciales del cambio ambiental y biótico
- Capacidad para extraer corolarios ambientalistas desde el registro paleoecológico
- Comprensión de los mecanismos asociados a la aparición de nuevos proyectos orgánicos en plantas y hongos
- Comprensión de la importancia de las extinciones en masa y regionales en las pautas biogeográficas actuales
- Discriminación del papel del hombre como agente modulador de cambios en los ecosistemas
- Ser capaz de expresarse correctamente en lengua castellana en su ámbito disciplinar
- Comprender y expresarse en un idioma extranjero en su ámbito disciplinar, particularmente el inglés
- Ser capaz de gestionar la información y el conocimiento en su ámbito disciplinar, incluyendo saber utilizar como usuario las herramientas básicas en TIC
- Considerar la ética y la integridad intelectual como valores esenciales de la práctica profesional
- Capacidad para trabajar en equipo y para relacionarse con otras personas del mismo o distinto ámbito profesional
- Desarrollar habilidades de iniciación a la investigación

5. Contenidos

5.1. Teoría

Tema 1: Aproximación a los principios de evolución biológica

Nociones predarwinistas: dogmas creacionistas y esencialismo, catastrofismo, actualismo, lamarckismo Darwin, Wallace y la selección natural Darwinismo social Saltacionismo, mutacionismo y establecimiento de las leyes de la herencia Elementos conceptuales de la Síntesis Moderna Plasticidad fenotípica Adaptación Especies y especiación, hibridación y poliploidía Paisajes adaptativos y morfoespacios Contingencia y determinismo Reconsideración de la Síntesis Moderna Sistemática y filogenia Circunscripción científica de la ¿botánica evolutiva¿ Fuentes de la evidencia sistemático-filogenética El registro fósil y sus métodos de reconstrucción

Tema 2: El registro fósil y sus métodos de reconstrucción

Tafonomía, tipos de fósiles vegetales. Relojes biológicos. Modelos filogenéticos.

Tema 3: Primeros eventos evolutivos

Aspectos históricos sobre el origen y evolución de las primeras formas de vida Primeros ambientes Experimentos de síntesis prebiótica Hipótesis del ζ mundo RNA ζ Alternativas al escenario acrecionista Exobiología Registro arqueano y evolución de la fotosíntesis Endosimbiosis y origen de los eucariotas, la reproducción sexual y la meiosis Acritarcos y radiación proterozoica Adquisición de la estructura multicelular Filogenia y delimitación de los grandes grupos de organismos

Tema 4: Evolución de hongos y organismos fúngicos

Definiciones y grupos principales de organismos ζ fúngicos ζ Relaciones filogenéticas en hongos ameboides, pseudohongos y hongos verdaderos Convergencias en el hábito Origen de los hongos desde coanoflagelados Radiación de arqueomicotas y conquista del medio terrestre Posición de los microsporidios Origen de Neomycota Registro fósil de ascomicetos y basidiomicetos Micorrizas Líquenes Especiación fúngica en un contexto experimental

Tema 5: Adaptaciones evolutivas al estilo de vida micorrícico

Bases genéticas de la evolución micorrícica Adaptaciones Perspectivas molecular y genómica

Tema 6: Origen, diversificación y tendencias evolutivas en algas y organismos relacionados

Definiciones ζ Algas ζ procarióticas: cianobacterias y cloroxibacterias Hipobraditelia y versatilidad ecológica en cianobacterias Endosimbiosis y origen de los grupos de algas eucarióticas Aspectos evolutivos, registro fósil y filogenias en glaucófitos, cloraracniófitos, euglenófitos, criptófitos, haptófitos, heterocontófitos, rodófitos, clorófitos, dinoflagelados y apicomplejos Morfoespacios acuáticos y paisajes adaptativos

Tema 7: La conquista del aire. Origen y evolución inicial de los embriófitos

Adaptaciones a la vida terrestre Origen de los embriófitos: ideas sobre el ancestro, escenarios adaptativos, evidencias paleobotánicas y paleoecológicas de la terrestrialización Evolución de los primeros briófitos y traqueófitos Cooksonioides Paleobiogeografía

Tema 8: Radiación devónico-carbonífera de traqueófitos y aparición de los primeros bosques

Tendencias en la evolución estelar, foliar y de ciclos vitales Teoría de los telomas e hipótesis heterocrónicas Relaciones en riniófitos, zosterofilófitos y trimerófitos Evolución de micrófilas y esporangios adaxiales: origen de licófitos Bosques carboníferos de licófitos rizomórficos Origen y diversificación de los esfenófitos Posición filogenética de psilotáceas Helechos: innovaciones morfológicas Homosporia y heterosporia Aspectos paleoecológicos en los sistemas forestales del Carbonífero Superior

Tema 9: Origen de la semilla y diversificación de los espermatófitos

Precisiones conceptuales y aspectos taxonómicos Semillas devónicas y reproducción hidraspérmica Progimnospermas y ancestro de los espermatófitos Importancia filogenética de las pteridospermas: Lyginopteridales y la elaboración del ápice nucelar Medullosales, Callistophytales y evolución de la platispermia Flora glosopteridácea de Gondwana Caytoniales y otras pteridospermas mesozoicas Registro fósil y origen de cícadas, ginkgos y coníferas Enigmas evolutivos en gnetófitos Cicadeoidófitos Síntesis de las relaciones filogenéticas en gimnospermas Cambios ambientales y paleoecológicos durante el Mesófitico

Tema 10: Origen y diversificación de angiospermas

Definiciones Paradigma ranaliano Cronología de la aparición: evidencia fósil y relojes moleculares Area de origen y expansión posterior Registro precretácico Contexto físico e hipótesis adaptativas Interacciones bióticas Fitogeografía del Cretácico Superior Especulaciones sobre el ancestro angiospérmico y el origen de la flor y el carpelo: teorías euántica, pseudántica y euántica modificada; gamoheterotopía, relaciones con plantas productoras de Classopollis, Gigantopteridales, auge y declive del concepto cladístico de antófito, teoría de Frohlich Genes MADS-box y origen evolutivo de la flor Sistemas de clasificación Controversias en torno al origen del endospermo triploide y la doble fecundación Perspectivas de la investigación

Tema 11: Eventos durante el Cenozoico

Cambios ambientales durante el Terciario Distribución geográfica de la vegetación paleógena Evolución de gramíneas Declive de los bosques y expansión neógena de la vegetación xerofítica Evolución de las plantas C4 y CAM Paleofitogeografía del Mioceno y crisis del Mesiniense Origen de la vegetación mediterránea europea Filogeografía desde marcadores moleculares Cambios de vegetación durante el Tardiglacial y Holoceno Individualismo de la respuesta vegetal al cambio climático Inercia y respuestas tipo umbral Fuego y pastoreo en la vegetación mediterránea

Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica

El proyecto Paleoflora y Paleovegetación Ibéricas durante los últimos 66 millones de años Evolución de floras peninsulares Extinciones y supervivencias taxonómicas Extinción filogenética en el continente europeo vs la Península Ibérica

Tema 13: Extinción y supervivencia en la evolución de plantas

Definición, significado y causas de la extinción en masa Diferencias entre el registro animal y vegetal: eventos Frasnense-Fameniense, Permo-Trías, Triásico-Jurásico, K-T Fósiles vivientes en el registro vegetal Extinción y ciencia de la complejidad

Tema 14: Pautas y procesos de evolución vegetal: hacia un modelo geobiológico

Pautas de cambio evolutivo en el registro fósil de plantas Discusión de los controles posibles: inducción abiótica y extrínseca, influencia climática de la variación orbital, cambios tectónicos Causas de la correlación entre los eventos superpluma y los episodios de innovación vegetal Conclusiones y perspectivas

Tema 15: Conexiones entre la evolución de plantas vasculares y la evolución y paleoecología humanas

Conexiones diacrónicas, pautas y procesos de evolución humana y vegetal Evolución y paleoecología humanas en Africa y fuera de Africa Primeros eventos: Sahelanthropus, Orrorin, Ardipithecus De Australopithecinos a Homo sapiens Extinción neandertal Factores ambientales

Tema 16: Colapsos culturales y cambio ecológico

Casuísticas de cambio ecológico inducidas por dinámicas humanas y consecuencias socioeconómicas cifradas en el registro arqueológico Colapso argárico en el sureste peninsular Otros colapsos culturales y ecocidios: Mayas, Anasazi, Jemer (Angkor), Rapanui, Groenlandia Colapsos contemporáneos

Tema 17: Evolución de plantas, paleoarte y educación

Conexiones entre el registro fósil, la investigación paleobotánica, la difusión y la educación de la paleobiología a través del arte y la ilustración científica Ejemplos derivados del trabajo del Grupo ECCE HOMO, Universidad de Murcia

Tema 18: Retos durante el Antropoceno

Corolarios conservacionistas de la paleoecología cuaternaria con énfasis en el continente europeo Implicaciones del concepto de refugio e hidrefugio en territorios templados y áridos, en Eurasia y Africa

Tema 19: Botánica Evolutiva y Medicina Evolutiva

Ejemplos de investigación con metodología evolutiva que producen corolarios en medicina integrativa Modelos evolutivos para patologías humanas con énfasis en hipótesis adaptacionistas

5.2. Prácticas

- **Práctica 1: PRÁCTICA 1. SÍNDROMES DE REPRODUCCIÓN EN ANGIOSPERMAS**

El objetivo es la búsqueda de explicaciones para la transformación evolutiva en casos de ancestro común, o de hipótesis adaptativas cuando lo evidente sea la homoplasia. Hay un par de casos que suelen resultar atractivos por tratarse de familias con peculiaridades morfológicas y síndromes polinizadores muy particulares. El primero viene representado por las apocináceas. El segundo por las aristoloquiáceas o alternativamente, las aráceas. La comparación, por ejemplo, entre especies como *Vinca minor* y *Periploca angustifolia* nos lleva a contemplar la transformación de la corona en una compleja estructura nectarífera, la concrecencia del androceo en un ginostegio y la cohesión del contenido polínico de dos lóculos adyacentes en una másula (*Periploca*) o polinio (*Asclepias*), con la posibilidad de que, en el translador, un viscidio se asocie a una másula (*Periploca*) o a dos polinios (*Asclepias*). Se notará también la presencia común de látex, la protandria, flores pentámeras, perianto diclamídeo, androceo isostémono con estambres epipétalos, anteras sagitadas, biloculares e introrsas, gineceo sincárpico dicarpelar, placentación axial, fruto en bifolículo y semillas comosas. La fórmula floral es casi idéntica, excepto en la soldadura de las anteras de asclepiadáceas. Se dibujarán también los diagramas florales, incluyendo la forma y posición de los nectarios.

En contraste con este caso, en el que las similitudes se deben a la existencia de un parentesco común, la comparación de *Aristolochia baetica* y *Arisarum vulgare* nos sirve, casi metafóricamente, para ilustrar la convergencia. En principio, ésta se evidencia con claridad porque la naturaleza de los órganos a comparar no es la misma (flor en aristoloquiáceas, inflorescencia en aráceas). Hay que decir que ambas especies también se encuentran disponibles en la zona costera de Murcia en la época del año en que se desarrolla la docencia de Botánica Evolutiva. La flor de *Aristolochia baetica* se comparará, pues, con la inflorescencia de *Arisarum vulgare*. En ambos casos existe un síndrome polinizador que consiste en la retención eventual de los insectos dentro de una estructura reproductora que adopta la configuración de un trampa. Nótese la concurrencia común de proteroginia, la existencia de una urna petaloidea (cáliz en *Aristolochia*, espata en *Arisarum*), la ausencia de néctar y corola, la simplificación del androceo (ginostemo de *Aristolochia*) y de las flores masculinas (*Arisarum*). Cabe anotar también las profundas diferencias en los tipos foliares, gineceo (hexacarpelar con ovario ínfero en *Aristolochia*, ovario súpero en *Arisarum*), frutos (cápsula basicida hexavalvar en *Aristolochia*, baya en *Arisarum*).

A efectos de justificar relaciones filogenéticas, se pueden encontrar otros casos de estudio.

Relacionado con:

- Tema 1: Aproximación a los principios de evolución biológica
- Tema 9: Origen de la semilla y diversificación de los espermatófitos
- Tema 10: Origen y diversificación de angiospermas
- Tema 11: Eventos durante el Cenozoico
- Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica
- Tema 14: Pautas y procesos de evolución vegetal: hacia un modelo geobiológico

■ Práctica 2: PRÁCTICA 2. SÍNDROMES ADAPTATIVOS

Enfoque adaptativo resaltando por contraste la existencia de variación no explicable por selección natural. Se utilizarán con prevalencia ejemplos de angiospermas. Por ejemplo, el estudio de la morfología floral de *Viola arborescens* permite apreciar el significado adaptativo de la configuración espacial de las piezas florales en la polinización a través de insectos nectarívoros: singenesia en anteras con conectivo desarrollado, nectarios estaminales dirigidos hacia un espolón, contrastes de colores en los pétalos, etc. La frecuente cleistogamia en *Viola* es un aspecto que puede ser señalado, así como la incidencia de la autogamia sobre las poblaciones de la especie en cuestión. En la época de la práctica, suele existir material en flor para hacer un breve paseo adaptativo a través de diferentes especies con inflorescencias pseudánticas: asteráceas, dipsacáceas, globulariáceas, *Muscari neglectum*, *Lavandula dentata*, *Bougainvillea*, *Teucrium*, etc.

El parasitismo, si es posible, ofrece buenas oportunidades: haustorios de *Cuscuta epithimum*, semillas de *Viscum*, etc. También sobre los síndromes polinizadores, conviene traer al laboratorio varias especies de angiospermas anemógamas (*Ulmus minor*, *Urtica urens*, *Parietaria judaica*, *Acer negundo*, *Phragmites australis*), a fin de observar la frecuencia de estigmas plumosos y desarrollados, dehiscencia estaminal violenta, polen pequeño y porado, etc). Los síndromes de dispersión por autocoria (*Echium*, *Erodium*), anemocoria (*Ulmus*, *Acer*, *Nerium*), epizocoria (*Torilis*, *Daucus*, *Xanthium*, *Hordeum*), endozocoria (*Malus*, *Pyrus*) y mirmecocoria (*Ricinus*, *Euphorbia*) resultan fácilmente ilustrables. Otro caso puede ser la comparación de *Artemisia* con alguna asterácea entomófila (*Senecio linifolius*, *Crepis vesicaria*), o de *Sanguisorba* con

alguna rosácea también entomófila. Estudiando *Artemisia*, por ejemplo, cabe notar la reducción de las dimensiones del capítulo, flores y polen, así como, sobre todo, el hecho de que la escultura microequinada de este último sólo se pueda apreciar al MEB, mientras que resulta muy conspicua en las asteráceas entomófilas.

Otra opción directa es trabajar con adaptaciones morfológicas y anatómicas a la aridez. Se pueden encontrar rasgos entre las algas (zigóspora de muchas zignematáceas, oogonios de caráceas), briófitos (filidios recurvados con pelos y papilas como en *Syntrichia*, perisporios gruesos de potiáceas, estrategias itinerantes de vida corta como en la cleistocarpia de *Phascum*), pteridófitos (frondes pelosas como las de *Cosentinia vellea*), gimnospermas (xeromorfismo en *Ephedra fragilis*), y desde luego en angiospermas: morfología crasicaule (*Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, *Carpobrotus*), hojas carnosas (*Sedum*, *Aloe*, *Suaeda*), linear-revolutas (*Thymus*, *Rosmarinus*), o escumiformes (*Thymelaea*, *Tamarix*), indumentos farinosos (*Atriplex*), pelos peltados (*Helianthemum squamatum*) o candelabriformes (*Verbascum*), hojas transformadas en espinas, cladodios (*Opuntia*), cutículas gruesas, estomas hundidos en criptas, mesófilos pluriestratificados, etc.

Relacionado con:

- Tema 1: Aproximación a los principios de evolución biológica
- Tema 3: Primeros eventos evolutivos
- Tema 4: Evolución de hongos y organismos fúngicos
- Tema 5: Adaptaciones evolutivas al estilo de vida micorrízico
- Tema 6: Origen, diversificación y tendencias evolutivas en algas y organismos relacionados
- Tema 7: La conquista del aire. Origen y evolución inicial de los embriófitos
- Tema 8: Radiación devónico-carbonífera de traqueófitos y aparición de los primeros bosques
- Tema 9: Origen de la semilla y diversificación de los espermatófitos
- Tema 10: Origen y diversificación de angiospermas
- Tema 11: Eventos durante el Cenozoico
- Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica
- Tema 13: Extinción y supervivencia en la evolución de plantas
- Tema 15: Conexiones entre la evolución de plantas vasculares y la evolución y paleoecología humanas
- Tema 16: Colapsos culturales y cambio ecológico

■ Práctica 3: PRÁCTICA 3. POLEN, ESPORAS Y NPPs

Esta práctica se condiciona a la existencia de una buena colección de preparaciones micropaleontológicas permanentes. Entre las criptógamas, algunos microfósiles idóneos para esta actividad son las colonias de *Botryococcus*, zigósporas de zignematáceas (*Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia*), desmidiáceas (*Closterium*); cianobacterias (*Rivularia*), clamidósporas de glomales (*Glomus*), ascósporas (*Gelasinospora*, Sordariáceas), basidiósporas (*Tilletia*), u otros microfósiles fúngicos (*Polyadosporites*, *Diadosporites*, *Fusiformisporites*), esporas de pteridófitos (*Equisetum*), etc.

Entre los tipos polínicos, podríamos utilizar material cuaternario del Tardiglaciario que incluyera *Quercus*, *Pinus*, *Betula*, *Corylus*, *Juniperus*, *Poaceae*, *Artemisia* y *Ephedra*. Este es un período de grandes cambios en la vegetación, generalmente debidos a la dinámica climática episódica del proceso de deglaciación. Otra posibilidad es incluir una secuencia larga que cubra el final del último episodio glaciario y el comienzo del Holoceno. Finalmente, es probable que en las preparaciones aparezcan microfósiles de afinidad biológica desconocida o dudosa, como *Pseudoschizaea*, Tipos 128, 119, 984, 985 (Van Geel et al 1989, Carrión & Van Geel 1999). Estos deben ser incluidos en el ejercicio, porque su valor paleoecológico está en muchos casos bien establecido.

Relacionado con:

- Tema 9: Origen de la semilla y diversificación de los espermatófitos
- Tema 10: Origen y diversificación de angiospermas

- Tema 11: Eventos durante el Cenozoico
- Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica
- Tema 13: Extinción y supervivencia en la evolución de plantas
- Tema 14: Pautas y procesos de evolución vegetal: hacia un modelo geobiológico
- Tema 15: Conexiones entre la evolución de plantas vasculares y la evolución y paleoecología humanas

■ Práctica 4: PRÁCTICA 4. INFERENCIA PALEOECOLÓGICA

En esta actividad se propone la interpretación de resultados paleoecológicos como palinogramas, antracogramas, estudios realizados con análisis multivariante para evaluar cambios climáticos, paleolimnológicos, presencia de fuego, herbivoría, deforestación, interacción competitiva entre especies forestales, cambios en los niveles tróficos, erosión del entorno de un ecosistema lacustre, etc. También se podrán observar los sesgos tafonómicos que impone el registro fósil de cada uno de los sistemas de investigación paleobotánica.

Relacionado con:

- Tema 11: Eventos durante el Cenozoico
- Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica
- Tema 14: Pautas y procesos de evolución vegetal: hacia un modelo geobiológico
- Tema 15: Conexiones entre la evolución de plantas vasculares y la evolución y paleoecología humanas
- Tema 16: Colapsos culturales y cambio ecológico
- Tema 18: Retos durante el Antropoceno

■ Práctica 5: PRÁCTICA 5. ARBOLES FILOGENÉTICOS

El objetivo de esta práctica es aprender a construir árboles filogenéticos para estudiar relaciones evolutivas entre especies. También se introducirá la técnica de *relojes moleculares* para estimar la divergencia entre especies. Se impartirán unas breves nociones teóricas sobre la construcción e interpretación de árboles filogenéticos en base a secuencias de ADN y las herramientas bioinformáticas más utilizadas. El alumno aprenderá a buscar y encontrar secuencias de ADN en bases de datos como el National Center for Biotechnology Information (NCBI). Después se procesarán y tratarán esas secuencias de ADN para realizar alineamientos múltiples y construir árboles filogenéticos utilizando el programa bioinformático MEGA. Finalmente, se estimarán fechas de divergencia entre especies en base a calibraciones obtenidas en <http://timetree.org/>. Las secuencias de ADN utilizadas para esta práctica se corresponderán con regiones genómicas comúnmente usadas como códigos de barras moleculares, tales como el espaciador transcrito interno (ITS, por sus siglas en inglés Internal Transcribed Spacer) para hongos y la maturasa K (matK) o la subunidad grande de la ribulosa bifosfato carboxilasa / monooxigenasa (rbcL) para plantas.

Relacionado con:

- Tema 1: Aproximación a los principios de evolución biológica
- Tema 2: El registro fósil y sus métodos de reconstrucción
- Tema 6: Origen, diversificación y tendencias evolutivas en algas y organismos relacionados
- Tema 8: Radiación devónico-carbonífera de traqueófitos y aparición de los primeros bosques

■ Práctica 6: PRÁCTICA 6. PALEOARTE Y PALEOBOTÁNICA

Somos animales visuales y está acreditado por las ciencias neurológicas que buena parte del aprendizaje se incardina en la comprensión visual de estructuras, pautas y procesos, lo cual es muy conveniente en ciencias evolutivas. En esta práctica se

practicará el dibujo científico artístico sobre fotografías o ejemplares de plantas fósiles, con fines de precisión taxonómica y rasgos útiles para la discriminación paleoecológica de los especímenes. Se pondrá énfasis en macrofósiles del Paleozoico y Mesozoico.

Contaremos con la colaboración de personal docente de la Facultad de Bellas Artes, los cuales colaboran con el grupo de Investigación ECCE HOMO de la Facultad de Biología.

Relacionado con:

- Tema 2: El registro fósil y sus métodos de reconstrucción
- Tema 8: Radiación devónico-carbonífera de traqueófitos y aparición de los primeros bosques
- Tema 9: Origen de la semilla y diversificación de los espermatófitos
- Tema 15: Conexiones entre la evolución de plantas vasculares y la evolución y paleoecología humanas
- Tema 17: Evolución de plantas, paleoarte y educación

■ **Práctica 7: VISITA AL MUSEO PALEONTOLÓGICO DE ELCHE**

En esta práctica haremos un recorrido por el tiempo geológico a través de la observación y discusión de fósiles vegetales dispuestos en el Museo Paleontológico de Elche. La visita supone un día de trabajo y genera documentación que luego será discutida en Seminarios y Clases Teóricas. La mayoría de los fósiles son del Paleozoico y Mesozoico, pero hay también algunos interesantes del Cenozoico. Observaremos también fósiles de animales y se comentarán en un contexto paleoambiental y paleoecosistémico, con la colaboración del Staff del Museo.

La realización de las prácticas de campo que necesitan desplazamiento en autobús queda condicionada a la disponibilidad presupuestaria de la Universidad de Murcia para ese fin. En caso de no poder ser realizadas, serán sustituidas por otras actividades digitales o presenciales

Relacionado con:

- Tema 1: Aproximación a los principios de evolución biológica
- Tema 2: El registro fósil y sus métodos de reconstrucción
- Tema 3: Primeros eventos evolutivos
- Tema 6: Origen, diversificación y tendencias evolutivas en algas y organismos relacionados
- Tema 7: La conquista del aire. Origen y evolución inicial de los embriófitos
- Tema 8: Radiación devónico-carbonífera de traqueófitos y aparición de los primeros bosques
- Tema 9: Origen de la semilla y diversificación de los espermatófitos
- Tema 10: Origen y diversificación de angiospermas
- Tema 11: Eventos durante el Cenozoico
- Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica
- Tema 13: Extinción y supervivencia en la evolución de plantas
- Tema 17: Evolución de plantas, paleoarte y educación

■ **Práctica 8: CAMPO. Visita a zonas con vegetación forestal mediterránea: Sierra España, Sierras del Noroeste de Murcia o Norte de Alicante.**

El campo permite la realización de un buen número de actividades en grupo, cuya culminación o discusión puede tener lugar al final de la jornada. En esta asignatura, una perspectiva de contingencia histórica subyacerá a cualquier explicación, especialmente si se analizan procesos de coevolución

NOTA: La realización de las prácticas de campo que necesitan desplazamiento en autobús queda condicionada a la disponibilidad presupuestaria de la Universidad de Murcia para ese fin.

Relacionado con:

- Tema 11: Eventos durante el Cenozoico
- Tema 12: Paleoflora y Paleovegetación Ibérica
- Tema 14: Pautas y procesos de evolución vegetal: hacia un modelo geobiológico
- Tema 15: Conexiones entre la evolución de plantas vasculares y la evolución y paleoecología humanas
- Tema 16: Colapsos culturales y cambio ecológico
- Tema 18: Retos durante el Antropoceno
- Tema 19: Botánica Evolutiva y Medicina Evolutiva

6. Actividades Formativas

Actividad Formativa	Metodología	Horas	Presencialidad
4.1: Prácticas de laboratorio		12.0	100.0
4.3: Prácticas de campo		10.0	100.0
AF1: Exposición teórica / Clase magistral.		30.0	100.0
AF2: Tutoría ECTS o trabajos dirigidos.		2.0	100.0
AF3: Resolución de problemas y Seminarios		5.0	100.0
AF5: Trabajo autónomo del alumno. Estudio y preparación de contenidos teóricos y prácticos, lectura, búsqueda y consulta bibliográfica, sistematización de contenidos, resolución de casos, planteamientos prácticos, resolución de problemas, preparación de trabajos o seminarios, exposiciones, preparación de informes, preparación de exámenes, etc.		90.0	0.0
AF9: Evaluación: exámenes, exposiciones, entrevistas, controles, etc., ante la presencia del profesor o un tribunal evaluador, con la finalidad de evaluar el grado de logro y las competencias adquiridas.		1.0	100.0
	Totales	150,00	

7. Horario de la asignatura

<https://www.um.es/web/estudios/grados/biologia/2024-25#horarios>

8. Sistemas de Evaluación

Identificador	Denominación del instrumento de evaluación	Criterios de Valoración	Ponderación
SE2	Pruebas orales (exámenes). Pruebas orales realizadas por los alumnos para mostrar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos.	<p>El examen servirá para tratar de definir no sólo el nivel de comprensión de los conocimientos básicos, sino también el del esfuerzo realizado, la participación y grado de desarrollo de aptitudes no específicamente memorísticas, como la capacidad crítica, de relación de ideas, fundamentación de argumentos, claridad expositiva y coherencia en los planteamientos dialécticos del tema evolutivo considerado Un examen oral permite una evaluación inmediata y nos indica mejor el grado de formación conseguido, al darnos la oportunidad de aumentar o no la dificultad de las preguntas según la capacidad del alumno para responder</p> <p>Se incluirán preguntas relacionadas con todas las actividades, incluyendo sesiones de prácticas y salidas al campo o museos</p> <p>Habrá inclinación por preguntas breves y directas, puesto que las dotes retóricas se ven muy reducidas en un contexto que suele resultar estresante para el alumno El examen incluirá contenidos analizados y trabajados en las clases prácticas y seminarios</p>	80.0
SE3	Informes escritos, trabajos, memorias, proyectos, cuadernos de prácticas, etc.: trabajos escritos con independencia de que se realicen individual o grupalmente.	Participación en seminarios y actividades que puedan surgir en el desarrollo de tareas de prácticas, campo.	10.0
SE5	Ejecución de tareas prácticas. Actividades de laboratorio, de campo, de gabinete y en aulas de informática para mostrar el saber hacer en la disciplina correspondiente	Asistencia y participación.	10.0

9. Fechas de exámenes

<https://www.um.es/web/estudios/grados/biologia/2024-25#examenes>

10. Resultados del Aprendizaje

No se ha encontrado nada que migrar

11. Bibliografía

Grupo: GRUPO 1

Bibliografía básica

- [Carrión JS, Fernández S, Fuentes N \(Eds\). 2006. Paleoambientes y Cambio Climático. Quaderna. Fundación Séneca, Agencia Regional de Ciencia y Tecnología, Murcia](#)
- [Carrión JS. 2003. Evolución Vegetal. Diego Marín Editor, Murcia](#)
- [Devesa JA, Carrión JS. 2012. Angiospermas. Apuntes sobre su origen, clasificación y diversidad. Ministerio de Medio Ambiente, Servicio Publicaciones de la Universidad de Córdoba.](#)
- https://www.paleofloraiberica.org/paleoflora_y_paleovegetación_ibérica

Bibliografía complementaria

- ARTÍCULOS, CAPÍTULOS DE LIBRO Y OTRAS REFERENCIAS WEB SERÁN PROPORCIONADAS EVENTUALMENTE DETRÁS DE CADA LECCIÓN TEÓRICA, CLASE PRÁCTICA, SEMINARIO O TUTORÍA
- [Bennett, K.D. 1997. Evolution and ecology. The pace of life. Studies in ecology. Cambridge University Press, Cambridge.](#)
- [Carrión JS, Leroy S. 2010. Iberian floras through time: land of diversity and survival. Review of Palaeobotany and Palynology 162. VOLUMEN ESPECIAL](#)
- [Carrión JS, Navarro C, Munuera M, Sáez F, Guerra J, Cano MJ. 1997. Manual descriptivo de cormófitos. Diego Marín Editor, Murcia](#)
- [Friis EM, Crane PR, Pedersen KR. 2012. Early flowers and angiosperm evolution. Cambridge University Press](#)
- Gensel, P.G. & Edwards, D. 2001. Plants invade the land. Evolutionary and environmental perspectives. Critical Moments & Perspectives in Paleobiology and Earth history. Columbia University Press, New York.
- [Gould, S.J. 2002. The structure of evolutionary theory. Belknap, Harvard.](#)
- [Niklas, K.J. 1997. The evolutionary biology of plants. University of Chicago Press, Chicago.](#)
- [Stewart, W.N. & Rothwell, G.W. 2000. Paleobiology and the evolution of plants. Cambridge University Press, Cambridge.](#)
- [Taylor TN, Taylor EL & Krings M. 2009. Paleobotany: The biology and evolution of fossil plants, 2ª ed. Elsevier Academic Press, Burlington.](#)
- Thomas, BA. & Spicer, RA. (1987) The evolution and palaeobiology of land plants. Croom Helm. London.
- [White M. 1998. The greening of Gondwana. The 400 million year story of Australian Plants. Kangaroo Press. Sidney.](#)
- [Willis, K.J. & McElwain. 2002. The evolution of plants. Oxford University Press.](#)
- [THE PALEOBIOLOGY DATABASE](#)

12. Observaciones

NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV; <http://www.umes/adyv/>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016 El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad :

Esta asignatura se encuentra vinculada de forma directa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): nº15 Vida y Ecosistemas Terrestres, nº 13 Acción por el Clima y nº 14 Vida Submarina

NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES

Aquellos estudiantes con discapacidad o necesidades educativas especiales podrán dirigirse al Servicio de Atención a la Diversidad y Voluntariado (ADYV - <https://www.um.es/adyv>) para recibir orientación sobre un mejor aprovechamiento de su proceso formativo y, en su caso, la adopción de medidas de equiparación y de mejora para la inclusión, en virtud de la Resolución Rectoral R-358/2016. El tratamiento de la información sobre este alumnado, en cumplimiento con la LOPD, es de estricta confidencialidad.

REGLAMENTO DE EVALUACIÓN DE ESTUDIANTES

El artículo 8.6 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) prevé que "salvo en el caso de actividades definidas como obligatorias en la guía docente, si el o la estudiante no puede seguir el proceso de evaluación continua por circunstancias sobrevenidas debidamente justificadas, tendrá derecho a realizar una prueba global".

Se recuerda asimismo que el artículo 22.1 del Reglamento de Evaluación de Estudiantes (REVA) estipula que "el o la estudiante que se valga de conductas fraudulentas, incluida la indebida atribución de identidad o autoría, o esté en posesión de medios o instrumentos que faciliten dichas conductas, obtendrá la calificación de cero en el procedimiento de evaluación y, en su caso, podrá ser objeto de sanción, previa apertura de expediente disciplinario".