ASIGNATURA / COURSE TITLE

GENÉTICA EVOLUTIVA

1.1. Código / Course number

16334

1.2. Materia / Content area

Orientación Científico-Profesional

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / Elective subject

1.4. Nivel / Course level

Grado / Bachelor (first cycle)

1.5. Curso / Year

4º / 4th

1.6. Semestre / Semester

1º / 1st (Fall semester)

1.7. Idioma / Language

Español. Se emplea también Inglés en material docente / In addition to Spanish, English is also extensively used in teaching material

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Se recomienda haber cursado con aprovechamiento las asignaturas de Historia de la Biología y Evolución, Estadística, Análisis de datos, Genética y Ecología / Students should be familiar with the notions acquired in Historia de la Biología y Evolución, Estadística, Análisis de datos, Genética and Ecología.

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / Minimum attendance requirement

La asistencia a clases de teoría, con aprovechamiento, es recomendable si se pretende el máximo rendimiento académico / Attendance is highly advisable.

La asistencia a las clases prácticas y a las sesiones dedicadas al estudio de casos es obligatoria / Attendance at practical classes and sessions devoted to case studies is mandatory.

1.10. Datos del equipo docente / Faculty data

Docente / Lecturer: **Joaquina de la Torre Escudero (Coordinadora)**
Departamento de / Department of: Biología
Facultad / Faculty: Ciencias
Despacho - Módulo / Office – Module: Edificio de Biología B-104 / A-201
Teléfono / Phone: +34 91 497 2604 / 8209
Correo electrónico/Email: joaquina@uam.es
Página web/Website: http://www.uam.es/joaquina
Horario de atención al alumnado/Office hours: de lunes a viernes previa cita por mail o teléfono / monday to friday. The appointment can be done by e-mail or phone.

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

OBJETIVOS GENERALES / GENERAL OBJETIVES

El principal objetivo del programa es mostrar el papel de la genética en el contexto de la biología evolutiva, analizar los principales mecanismos microevolutivos, y cómo interaccionan para generar cambio evolutivo. Se pretende proporcionar los fundamentos básicos de genética evolutiva no sólo a los futuros genetistas poblacionales, sino también a los futuros profesionales que tendrán la necesidad de aplicar los conceptos y técnicas desarrollados en otras áreas; en particular, la biología de la conservación, la genética humana y la genómica / The course aims to show the role of genetics in the area of evolutionary biology, focusing on the basic microevolutionary mechanisms and how they interact to create evolutionary change. The program is designed to provide a solid foundation in population genetics both for future population and evolutionary geneticists and for those who will be applying population genetics concepts and techniques to other areas; particularly in conservation biology, human genetics, and genomics.

1.- ADQUISICIÓN DE CONOCIMIENTOS / LEARNING OUTCOMES

- Conocer el desarrollo histórico de la genética evolutiva: aparición del pensamiento evolutivo en la biología, controversia entre el enfoque mendeliano y el enfoque biométrico como mecanismos explicativos de la herencia de los

caracteres, aparición del neodarwinismo y la teoría sintética en el campo de la genética de poblaciones, y finalmente, el surgimiento de la teoría neutra de la evolución molecular / To know the historical development of population genetics: the emergence of evolutionary thought in biology, the controversy between Mendelian and Biometric approaches as explanatory mechanisms of characters inheritance, the birth of neodarwinism and the synthetic theory in the field of population genetics and finally, the emergence of the neutral theory of molecular evolution.

- Tomar conciencia de las motivaciones biológicas que hay detrás de los modelos matemáticos teóricos, del interés de éstos a la hora de definir el contexto genético del proceso evolutivo y de sus principales aportaciones / To become aware of the biological motivation behind the theoretical models, of their role in drawing the genetic context of the evolutionary process, and of their main contributions.
- Comprender la importancia de la variabilidad genética para que exista evolución. Conocer los principios básicos de la genética de poblaciones necesarios para entender el origen, la cantidad y la distribución de la variación genética presente en las poblaciones y el destino de esta variación en el espacio y en el tiempo / To understand how important is genetic variability for evolutionary change to occur. To know the fundamental principles of population genetics concerning with the origin, amount, and distribution of genetic variation present in populations and the fate of this variation through space and time.
- Conocer el concepto de población mendeliana y su importancia en el estudio del cambio evolutivo / To know the concept of mendelian population and its relevance in analysing evolutionary change.
- Conocer los factores que afectan a la relación entre frecuencias génicas y genotípicas, poniendo especial énfasis en analizar esta relación en condiciones de apareamiento aleatorio. Entender los efectos del apareamiento no aleatorio y sus causas / To know the factors affecting the relationship between allele frequencies and genotype frequencies, with special emphasis on random mating. To understand the effects of non-random mating and its causes.
- Entender el concepto de desequilibrio de ligamiento, sus causas y su estimación, porqué es importante y para qué se utiliza / To understand the concept of linkage disequilibrium, its causes and measurement, why it matters, and how it is used.
- Conocer los fundamentos de la teoría neutra de la evolución molecular / To know the foundations for the neutral theory of molecular evolution.
- Entender el concepto de coalescencia y su importancia en el análisis molecular evolutivo / To understand the concept of coalescence and its relevance for the analysis of molecular data.
- Conocer los principios básicos de las herramientas analíticas utilizadas en la reconstrucción de filogenias a partir de datos moleculares / To know the principles of the major methods for inferring phylogenies from molecular data.

- Conocer las implicaciones de la genética cuantitativa desde una perspectiva evolutiva / To know the implications of quantitative genetics from an evolutionary perspective.
- Tomar conciencia de la complejidad del escenario evolutivo y de la importancia del factor histórico / To be aware of the complexity of the evolutionary scenario and the importance of history.
- Conocer cómo los conceptos básicos de la genética evolutiva pueden utilizarse en distintos campos de genética aplicada, como por ejemplo, en la mejora genética de organismos de interés comercial o doméstico, para abordar problemas relativos a la conservación de especies amenazadas, para entender por qué determinadas enfermedades afectan con más probabilidad a unos grupos humanos que a otros, o para entender la historia evolutiva y la migración de nuestra especie a lo largo del planeta / To learn about how basic concepts of evolutionary genetics can be used in different fields of applied genetics, e.g. to implement breeding programs in species of commercial or domestic interest, or for developing conservation strategies for endangered species, or to understand why certain diseases show higher incidence in some human groups than in others, or to understand human evolutionary history and migration across the planet.

2.- ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS Y DESTREZAS / COMPETENCES AND SKILLS

El objetivo del curso es proporcionar la base suficiente y necesaria en genética evolutiva para que el estudiante sea capaz de: / The aim of the course is to provide enough background in population genetics so that students were able:

- Usar con propiedad el lenguaje y la terminología utilizada en el ámbito de la genética evolutiva / To properly use both the language and terminology as regards of evolutionary genetics.
- Valorar y discutir textos científicos y divulgativos relacionados con la genética evolutiva / To assess and discuss both scientific and popular science papers on evolutionary genetics.
- Buscar y encontrar información relativa a cualquier aspecto de la genética evolutiva / To look for and find information related to any aspect of evolutionary genetics.
- Utilizar herramientas y programas informáticos básicos para analizar la estructura genética de una población y realizar inferencias filogenéticas / To use basic informatic tools for the analysis of the genetic structure of a population and phylogenetic inference.
- Presentar los resultados y conclusiones de los trabajos desarrollados durante el curso en formato de trabajo científico / To present the results and conclusions obtained in the works proposed during the course according to the format of a scientific paper.

Con formato: Español (alfab. internacional)

1.12. Contenidos del programa / Course contents

TEORÍA / THEORY

El programa proporciona una introducción a la genética de poblaciones y evolutiva, una disciplina que cada vez tiene más importancia en la Biología. Por un lado, siempre ha jugado un papel central en la biología evolutiva, pero además, en la actualidad, está proporcionando gran parte de las herramientas analíticas necesarias para abordar muchos aspectos relativos a la genómica y a la biología de la conservación / The program provides an introduction to population and evolutionary genetics, a discipline of increased importance to modern biology. On the one hand, it has always played a central role in evolutionary biology. But besides, nowadays, it is providing the basic analytical methods for many aspects of genomics, as well as conservation biology.

GENÉTICA EVOLUTIVA / EVOLUTIONARY GENETICS

Con formato: Español (alfab. internacional)

Tema 1.- INTRODUCCIÓN. Genética de poblaciones. Esbozo histórico. Los modelos matemáticos: características y limitaciones. El impacto de los estudios moleculares en el análisis de las relaciones de parentesco. Las herramientas de la genómica: presente y perspectivas de futuro.

Lesson 1.- INTRODUCTION. Population genetics. Historical background. Mathematical models: features and limitations. The impact of molecular studies in the analysis of kinship. The tools of genomics: present and future prospects.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Tema 2.- VARIABILIDAD Y COMPOSICIÓN GENÉTICA DE LAS POBLACIONES. Origen, detección y medida de la variabilidad. Poblaciones mendelianas y concepto de acervo genético. Composición genética de una población: Frecuencias génicas y genotípicas. Factores que modifican las frecuencias génicas y genotípicas: Sistemas de cruzamiento, agentes microevolutivos sistemáticos y dispersivos.

Lesson 2.- VARIABILITY AND GENETIC COMPOSITION OF POPULATIONS. Variability: Origin, detection and measurement. Mendelian populations and gene pool. Genetic composition of a population: allelic and genotype frequencies. Factors that modify the allelic and genotype frequencies: mating systems, systematic and dispersive microevolutionary agents.

Tema 3.- ANÁLISIS GENÉTICO DE POBLACIONES EN EQUILIBRIO. El principio de Hardy-Weinberg para un locus. Importancia conceptual, histórica y práctica del principio de HW. Equilibrio genético en un sistema multilocus. Ligamiento y recombinación. Desequilibrio gamético: estimación, causas, e interés práctico. Desequilibrio de ligamiento y arquitectura genética. El sistema HLA en humanos.

Lesson 3.- GENETIC ANALYSIS OF POPULATIONS IN EQUILIBRIUM. The Hardy-Weinberg equilibrium for one locus. Conceptual, historical and practical importance of the principle of HW. Genetic equilibrium in a multilocus system. Linkage and recombination. Gametic disequilibrium: estimation, causes and practical interest. Linkage disequilibrium and genetic architecture. The HLA system in humans.

Tema 4.- LOS SISTEMAS DE APAREAMIENTO. Tipos de cruzamiento. Los cruzamientos no aleatorios. Endogamia: concepto, estimación y consecuencias. Endogamia y caracteres recesivos raros. Sistemas regulares de endogamia.

Lesson 4.- MATING SYSTEMS. Mating types. Non-random mating. Inbreeding: concept, estimation and consequences. Inbreeding and rare recessive traits. Regular systems of inbreeding.

Tema 5.- MUTACIÓN Y MIGRACIÓN. La Mutación como fuente de variabilidad genética. Tipos de mutación. Tasas de mutación. Potencial evolutivo de la mutación: modelos básicos. Dispersión, migración y flujo génico. Modelo insular de migración. Papel de la migración en la estructura genética de las poblaciones.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Lesson 5.- MUTATION AND MIGRATION. Mutation as a source of genetic variability. Types of mutation. Mutation rates. Evolutionary potential of mutation: basic models. Dispersal, migration and gene flow. Island model of migration. Role of migration in the genetic structure of populations.

Tema 6.- EL AZAR EN EL CONTEXTO EVOLUTIVO. Efecto del muestreo en poblaciones finitas. Modelo de deriva genética de Wright-Fisher y aproximación por difusión de Kimura. Consecuencias evolutivas del proceso de deriva genética. Deriva genética y endogamia. Efecto Wahlund. Tamaño censal y tamaño efectivo. Equilibrios deriva-migración-mutación. Estructuración genética. Medida de la diferenciación genética entre poblaciones: Estadísticos F- de Wright y medidas de distancia genética.

Lesson 6.- CHANCE IN THE EVOLUTIONARY CONTEXT. Effect of sampling in finite populations. The Wright-Fisher model of random genetic drift. Kimura's diffusion approximation. Evolutionary consequences of genetic drift. Genetic drift and inbreeding. Wahlund effect. Census size and effective size. Drift-migration-mutation balance. Genetic structure. Measure of genetic differentiation among populations: Wright's F- Statistics and genetic distance.

Tema 7.- LOS COMPONENTES DE LA EVOLUCIÓN ADAPTATIVA. Evolución neutra vs. Evolución adaptativa. Principios básicos de Genética Cuantitativa. Selección y Evolución: heredabilidad y respuesta a la selección. El contexto del suceso adaptativo: características y limitaciones.

Lesson 7.- COMPONENTS OF ADAPTIVE EVOLUTION. Adaptive evolution *vs* neutral evolution. Basic principles on Quantitative Genetics. Selection and Evolution: heritability and selection response. The adaptive event: characteristics and limitations.

Tema 8.- MODELOS BÁSICOS DE SELECCIÓN. Eficacia biológica: concepto y estimación. Unidades y niveles de selección. Conflictos entre niveles. Modelos generales de selección cigótica (un locus). Equilibrios estables e inestables. Equilibrio mutación-selección: lastre genético. Selección para varios loci. Intensidad de la selección y arquitectura genética: recombinación y epistasia. Efecto del ligamiento sobre caracteres neutros.

Lesson 8.- BASIC SELECTION MODELS. Fitness: concept and estimation. Units and levels of selection. Conflicts between levels. General models of zygotic selection (one locus). Stable and unstable equilibria. Mutation-selection balance: genetic load. Selection for several loci. Selection intensity and genetic architecture: recombination and epistasis. The effect of linkage on neutral characters.

Tema 9.- RESPUESTA A LA SELECCIÓN Y PROCESOS ADAPTATIVOS. La adaptación como un proceso poligénico. Las topografías adaptativas de Wright. Efecto de la selección sobre caracteres cuantitativos. Teorema fundamental de la selección natural. La complejidad de la selección natural en sistemas altamente interactivos. Redes de interacción y maquinarias multiproteicas. Optimo fenotípico y Optimo adaptativo. Modos de selección: Selección direccional, estabilizadora y diversificadora. Modelos de selección con eficacia biológica relativa variable. Selección sexual.

Lesson 9.- RESPONSE TO SELECTION AND ADAPTIVE PROCESSES. Adaptation as a polygenic process. Wright's adaptive topographies. Effect of selection on quantitative traits. Fundamental theorem of natural selection. The complexity of natural selection in highly interactive systems. Interaction networks. Adaptive and phenotypic optima. Modes of selection: directional, stabilizing and diversifying selection. Selection models with variable relative fitness. Sexual selection.

Tema 10.- DIFERENCIACIÓN Y ADAPTACIÓN DE POBLACIONES. Acción conjunta de varios factores de cambio genético: equilibrios. Estructura de las poblaciones. Topografías adaptativas y modelo del equilibrio transitorio.

Lesson 10.- POPULATION DIFFERENTIATION AND ADAPTATION. Interactions between evolutionary forces: equilibria. Population structure. Wright's shifting balance theory.

Tema 11.- CONTEXTO ECOLÓGICO Y GENÉTICO DE LA ESPECIACIÓN. Modelo general: la especiación en el contexto evolutivo. ¿Qué es una especie? Condiciones ecológicas

y genéticas que promueven la especiación. Barreras de aislamiento reproductivo pre- y post-cigóticas. Reforzamiento. La base genética de las barreras reproductivas. Genes de especiación: características y funciones. Diferencias cromosómicas y aislamiento post-cigótico. Incompatibilidad citoplasmática. Diferenciación genética durante la especiación. Tasas de especiación. Consecuencias de la especiación.

Lesson 11.- GENETIC AND ECOLOGICAL CONTEXT OF SPECIATION. General model: speciation in the evolutionary context. What is a species? Ecological and genetic conditions that promote speciation. Reproductive isolation barriers: pre-and post-zygotic. Reinforcement. The genetic basis of reproductive barriers. Speciation genes: features and functions. Chromosomal differences and post-zygotic isolation. Cytoplasmic incompatibility. Genetic differentiation during the speciation. Speciation rates. Consequences of speciation.

Tema 12.- LA TEORÍA NEUTRA DE LA EVOLUCIÓN MOLECULAR. Principios básicos del neutralismo. El neutralismo y la divergencia evolutiva entre especies: Relojes moleculares. Tasas de evolución y restricciones funcionales. Las tasas de sustitución en zonas codificadoras: sustituciones sinónimas y no sinónimas. Las tasas de sustitución en las diferentes regiones del gen. Selección a nivel molecular. Teoría casi neutra de la evolución molecular. El principio de coalescencia y sus aplicaciones. Un ejemplo clásico: Los árboles de inversiones en *Drosophila*.

Lesson 12.- THE NEUTRAL THEORY OF MOLECULAR EVOLUTION. Basic principles of neutralism. Neutralism and evolutionary divergence between species: molecular clocks. Rates of evolution and functional constraints. Substitution rates in coding regions: synonymous and nonsynonymous substitutions. Substitution rates in different regions of the gene. Selection at the molecular level. Nearly neutral theory of molecular evolution. Coalescence and its applications. A classic example: Inversion trees in *Drosophila*.

Tema 13.- RECONSTRUCCIÓN DE FILOGENIAS. Las herramientas moleculares y el análisis de relaciones evolutivas. Terminología y conceptos básicos. Algoritmos de reconstrucción filogenética: Métodos de distancia, de máxima parsimonia y de máxima verosimilitud. Inferencia Bayesiana.

Lesson 13.- PHYLOGENY RECONSTRUCTION. Molecular tools and the analysis of evolutionary relationships. Terminology and Fundamentals. Phylogenetic reconstruction algorithms: Methods of distance, maximum parsimony and maximum likelihood. Bayesian inference.

Con formato: Español (alfab. internacional)

PRÁCTICAS EN AULA / PRACTICAS DE LABORATORIO - BIOINFORMÁTICA
CLASSROOM PRACTICALS / LABORATORY PRACTICALS - BIOINFORMATICS

MÓDULO 1. Efecto del muestreo en poblaciones pequeñas: deriva genética y endogamia / Effect of sampling in small populations: genetic drift and inbreeding.

MÓDULO 2. Estructura genética de una población fragmentada: Utilización del "estadístico F" de Wright y medidas de distancia genética / Genetic structure of fragmented populations: Using Wright's "F-statistics" and measures of genetic distance.

MÓDULO 3. Introducción a la reconstrucción filogenética / Introduction to phylogenetic reconstruction.

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Español (alfab. internacional)

Con formato: Español (alfab. internacional)

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

BIBLIOGRAFIA

- BARTON, N.H., BRIGGS, D.E.G., EISEN, J.A., GOLDSTEIN, D.B. AND PATEL, N.H. 2009. Evolution. Cold Spring Harbour Press.
- COYNE, J.A. & ORR, H.A. 2004. Speciation. Sinauer Associates.
- FALCONER, D.S. & MACKAY, T.F.C. 2001. Introducción a la genética cuantitativa. Acribia S.A.
- FONTDEVILA, A. & MOYA. A. 1999. Introducción a la genética de poblaciones. Editorial Síntesis.
- FONTDEVILA, A. & MOYA. A. 2003. Evolución. Origen, adaptación y divergencia de las especies. Editorial Síntesis.
- FREEMAN, S. & HERRON, J.C. 2002. Análisis evolutivo. Prentice-Hall.
- FUTUYMA, D.J. 1998. Evolutionary Biology. Sinauer Associates.
- FUTUYMA, D.J. 2009. Evolution. Sinauer Associates.
- HARTL, D.L. 2000. A primer of population genetics. Sinauer Associates.
- HARTL, D.L. & CLARK, A.G. 2007. Principles of population genetics. Sinauer Associates.
- HEDRICK, P.W. 2011. Genetics of populations. Jones & Bartlett.
- RIDLEY, M. 2004. Evolution. Blackwell Publishing.
- STEARNS, S.C. & HOEKSTRA, R.F. 2005. Evolution. An introduction. Oxford University Press.
- TEMPLETON, A.R. 2006. Population genetics and microevolutionary theory. John Wiley & Sons.

URL (direcciones de Internet)

- Curso de Genética de poblaciones - Washington University - Biology Department (Prof. Alan Templeton)
- Evolutionary Genetics Lecture Notes - (Joe Felsestein - Department of Genome Sciences, University of Washington)
- Evolution at NYU - New York University (College of Arts and Sciences)
- Population and Evolutionary Genetics (Department of Plant Sciences, North Dakota State University - Fargo)
- The Talk.Origin Archive: Biology and Evolutionary Theory
- La genética de poblaciones - por Antonio Barbadilla, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Qué es y qué no es la heredabilidad
- La Selección Natural: Cómo funciona la Evolución - Una entrevista con Douglas Futuyma
- evoldir - puedes encontrar información sobre cursos y conferencias, ofertas de becas pre- y posdoctorales, y ofertas de trabajo.
- European Society for Evolutionary Biology - Sociedad Europea para el desarrollo y divulgación de la teoría evolutiva. Publica la revista Journal of Evolutionary Biology
- Sociedad Española de Biología Evolutiva - puedes encontrar recursos sobre Biología Evolutiva clasificados por temas. Publica el boletín electrónico Evolución.
- Understanding evolution - página desarrollada por el Museo de Paleontología de la Universidad de California, Berkeley. En ella podrás revisar el concepto de evolución, cómo funciona y cómo se investiga. También encontrarás una serie de recursos que ofrecen un interesante repaso de la historia y del impacto del pensamiento evolutivo.
- Evolution, de Mark Ridley - sitio dedicado al libro de texto de Mark Ridley (Evolution, Blackwell Science, 3rd Ed). Puedes encontrar experimentos virtuales, textos clásicos en formato pdf, y otros recursos de interés.
- Evolutionary Analysis, de Scott Freeman & Jon Herron - sitio dedicado al libro de texto de Freeman & Herron (Evolutionary Analysis, Prentice Hall, 3rd Ed). Para cada capítulo del libro se sugieren diferentes actividades que aproximan al estudiante a la literatura original, se proporcionan simulaciones interactivas que permiten explorar principios evolutivos clave, o se plantean preguntas que permiten al estudiante evaluar el grado de comprensión alcanzado de conceptos que son básicos en biología evolutiva.

- Páginas de docencia de los profesores de la asignatura (Aquí pueden encontrarse otros enlaces de interés y actualizaciones de páginas web)

Código de campo cambiado
Código de campo cambiado
Código de campo cambiado
Código de campo cambiado
Código de campo cambiado
Código de campo cambiado

- José Martín http://www.uam.es/gpepe
- Joaquina de la Torre http://www.uam.es/joaquina

- Páginas de programas informáticos orientados a la genética de poblaciones, biología evolutiva, análisis de filogenias, etc. / Population genetics informatic programs and phylogenetic inference:

  - Programas sobre filogenias (WWW-server of Felsenstein lab)
  - Genetic Statistics
  - Gene-Pop
  - Linkage Disequilibrium Analyzer
  - Gene Stats - Statistical Genetics
  - Software for Population Genetic Analysis

Código de campo cambiado

2. Métodos docentes / Teaching methodology

Actividades Presenciales / Activities to attend to:

1.- Clases de teoría / Theory. El temario se desarrollará en 41 sesiones presenciales, en las que se ofrecerá al estudiante una visión del contenido de la asignatura, de la relación de los distintos temas y de la conexión entre ellos. Se plantearán ejemplos concretos (**Estudio de casos**) de procesos microevolutivos para ilustrar de manera práctica e intuitiva conceptos teóricos, y se requerirá la implicación activa de los estudiantes. El estudiante dispondrá del material didáctico empleado por el profesor de modo que le sea fácil el seguimiento de las clases. **Se recomienda la asistencia, siendo obligatoria en las sesiones dedicadas al estudio de casos** / The programme will expand over 41 contact hours. We will show a global picture of the subject, the relation of the different topics and their connections. Didactic material will be provided in advance so that the students can easily follow the classes. Cases studies will be also used. Attendance is highly recommended and mandatory for Case Studies sessions.

3.- Clases prácticas / Practicals. Los contenidos prácticos se desarrollarán en las aulas de informática del edificio de Biología de la Facultad de Ciencias, en 6 sesiones con una duración de aproximadamente 4 horas cada una. Se constituirán 2 ó 3 grupos de prácticas, en función del número de estudiantes matriculados. **La asistencia a las sesiones de prácticas es obligatoria** / Practical lessons will be carried up in 6 sessions of 3-4 hours each. The students engaged in the subject will be accommodated in 2 or 3 groups of 20-25 students. The computer facilities of the Biology Building (School of Sciences) will be used. Attendance to practical lessons is mandatory.

Actividades Dirigidas / Managed activities:

1.- Ejercicios / Exercises. Los profesores propondrán a lo largo del curso una serie de ejercicios o problemas, que los estudiantes pueden utilizar para evaluar su propio progreso en la asignatura / Several exercises or problems will be provided throughout the semester which may be used by the students for self-grading their own progress in the matter.

2.- Cuestionarios de prácticas / Practical quizes. Los estudiantes deberán de responder a un cuestionario compuesto por preguntas cortas relacionadas con el trabajo desarrollado en cada práctica. Su realización y entrega es obligatoria / A quiz will be proposed for each practical in order to check the student understanding of basic concepts. These have to be answered and presented to the lecturer.

3.- Tutorías / Tutorials. El desarrollo tanto del contenido teórico como de las prácticas y trabajos requiere un seguimiento personalizado del alumno. Los estudiantes podrán consultar dudas de cualquier parte de la asignatura (clases magistrales, lecturas sugeridas, ejercicios y prácticas) en horas de tutoría. Se recomienda concertar cita previa con el profesor por correo electrónico o teléfono / The students can seek advice about masterly lectures, suggested readings and exercises or practicals outside the classroom. It is recommended to arrange appointment with the lecturer by e-mail or phone.

4.- Estudio personal: aprendizaje autónomo académicamente dirigido por el profesor a través de las tareas publicadas en la página de docencia en red.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

ACTIVIDADES PRESENCIALES	Horas/curso
Clases teóricas	41(27%)
Prácticas en aula	
Prácticas (Informática)	24 (16%)
Examen de teoría	5 (3%)
TOTAL ACTIV. PRESENCIALES	**70 (47%)**
ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	
Estudio y preparación de examen de teoría	60 (40%)
Preparación de trabajos de prácticas	20 (13%)
TOTAL ACTIV. NO PRESENCIALES	**80 (53%)**
TOTAL	**150 (equivalentes a 6 ECTS)**

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / Evaluation procedures and weight of components in the final grade

- Examen escrito de los contenidos teóricos: 67% de la calificación final / Written examination to evaluate student's knowledge and progress on theoretical contents: 67% in the final marks
- Cuestionarios de prácticas: 33% de la calificación final / Quizzes to evaluate student's achievement on practicals: 33% in the final marks.

Teoría y prácticas deberán de aprobarse de forma independiente para poder superar la asignatura. El aprobado en cualquiera de los dos apartados (teoría y prácticas) se obtendrá consiguiendo un mínimo de 5 puntos (sobre un máximo de 10) en las correspondientes pruebas. El aprobado en uno de estos apartados (teoría o prácticas) se mantendrá en sucesivas convocatorias. Se considerará al estudiante como no evaluado si no asiste a las sesiones de prácticas o no se presenta al examen escrito de los contenidos teóricos. / Both parts (theory and practice) have to be passed independently. A minimum of 5 points out of 10 is required in each case. The approved in one of these sections (theory or practice) will be maintained in subsequent calls. The student shall be considered as not assessed in case of not attending practical sessions or no-shows to the written theoretical examination.

Habrá una convocatoria extraordinaria de evaluación de la asignatura en las fechas establecidas por el Decanato de la Facultad de Ciencias, en la que los alumnos se examinarán de los contenidos de la asignatura que tengan suspensos en la convocatoria ordinaria (teoría o práctica).

El estudiante que haya cursado y superado las prácticas de la asignatura en el curso anterior, podrá solicitar la convalidación de las mismas, en cuyo caso conservará la calificación obtenida.

5. Cronograma* / Course calendar

SEMANAS (Primer semestre)	**Horas de sesiones teóricas**	**Horas de Prácticas en aula**	**Horas prácticas de laboratorio**	**Horas de Exámenes**
1ª	1			
2ª	4			
3ª	1	3 (Módulo 1)		
4ª	2	2 (Módulo 1)		
5ª		3 (Módulo 2)	4 (Módulo 3)	
6ª	4		4 (Módulo 3)	
7ª	4		4 (Módulo 3)	
8ª	3		4 (Módulo 3)	
9ª	3		Entrega de cuestionario Módulo 1 4 (Discusión Módulo 1)	
10ª	3		Entrega de	

			cuestionario Módulo 2 4 (Discusión Módulo 2)	
11ª	4			
12ª	4			
13ª				
14ª				
15ª			Entrega de cuestionario Módulo 3	
16ª				5
17ª				

* Este cronograma tiene carácter orientativo.
Los horarios oficiales se pueden consultar en la página web del Grado de Biología
http://www.uam.es/ss/Satellite/Ciencias/es/1242655508884/contenidoFinal/Biologia.htm