



Asignatura: ESTRUCTURA, ORGANIZACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GENOMAS
Código: 32207
Centro: Facultad de Ciencias Biológicas (UCM)
Titulación: Máster en Genética y Biología Celular
Nivel: Posgrado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

ESTRUCTURA, ORGANIZACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GENOMAS

1.1. Código / Course number

32207

1.2. Materia / Content area

Formación general en Genética y Biología Celular

1.3. Tipo / Course type

Obligatoria

1.4. Nivel / Course level

Posgrado

1.5. Curso / Year

1

1.6. Semestre / Semester

1

1.7. Idioma / Language

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

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

El curso se impartirá en español, por lo que será necesario tener conocimientos adecuados de dicho idioma para poder seguir el curso.

Students attending the course should possess a sufficient comprehension level of Spanish since the course will be held in this language.

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

Es necesaria la asistencia, al menos, al 75 % de las clases presenciales.

La FALTA DE asistencia a un 25 % de dichas clases supondrá no poder realizar las pruebas de evaluación y por tanto no se podrá superar la asignatura en la convocatoria ordinaria.

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Coordinador: Tomás Naranjo Pompa (toranjo@bio.ucm.es)(UCM).
 Departamento de / **Department of:** Genética
 Facultad / **Faculty:** Biología, Universidad Complutense de Madrid (UCM)
 Despacho - Módulo / **Office - Module**
 Teléfono / **Phone:** +34 91 3944844
 Correo electrónico/**Email:** toranjo@bio.ucm.es
 Página web/**Website:** <http://www.ucm.es/info/genetica/>

Horario de atención al alumnado/Office hours: Se concertará por correo electrónico con el profesor.

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

Objetivos, destrezas y competencias que se van a adquirir:

El objetivo de esta asignatura es fomentar mediante la metodología docente empleada y las actividades formativas desarrolladas a lo largo del curso, que el estudiante, al finalizar el mismo sea capaz de:

- Conocer las características de los genomas de animales y plantas basándose en los de organismos modelo.
- Conocer las técnicas moleculares y citogenéticas empleadas en el análisis de los genomas.
- Conocer los cambios evolutivos del genoma de eucariotas superiores a diferentes niveles: tipos de secuencias y organización, sintenia, estructura cromosómica y nivel ploídico.

- Conocer las relaciones filogenéticas entre organismos en función de los cambios experimentados en su genoma.
- Conocer los mecanismos de reparación del DNA que aseguran la integridad de los genomas.
- Analizar un problema determinado asociado a la estructura, organización y evolución de los genomas y desarrollar una exposición fundamentada en público de sus conclusiones.

Estos resultados de aprendizaje contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias del título:

Competencias generales:

- CG1. Aplicar los conocimientos y la capacidad de resolución de problemas adquiridos a lo largo del Máster en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con las áreas de Genética y Biología Celular.
- CG3. Emitir juicios en función de criterios, normas externas o de reflexiones personales.
- CG4. Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación, de transmitir interés por estas áreas o de asesorar a personas y a organizaciones.
- CG5. Que los estudiantes adquieran las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando, ya sea en el marco del Doctorado o en cualquier otro entorno, de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias específicas de la asignatura.

- CE1. Diseñar y ejecutar técnicas que forman parte del instrumental de la Genética y la Biología Celular.
- CE2. Conocer las características de las células y los genomas de los organismos más utilizados en investigación y las técnicas genéticas, moleculares y citogenéticas utilizadas en su análisis.
- CE4. Diseñar e interpretar estudios de asociación entre polimorfismos génicos y cromosómicos con caracteres fenotípicos, con objeto de identificar variantes génicas y cromosómicas que afecten al fenotipo, incluyendo las asociadas a patologías y aquellas que confieren susceptibilidad a enfermedades tanto en la especie humana como en otras especies de interés.
- CE5. Cuantificar e interpretar la variación genética inter e intra poblacional desde diferentes perspectivas: clínica, de mejora genética de animales y plantas, de conservación y de evolución.
- CE6. Describir y deducir las consecuencias genéticas y clínicas de los mecanismos epigenéticos.
- CE13. Elaborar, dirigir, ejecutar y asesorar proyectos que requieran conocimientos de Biología Celular y Genética.
- CE14. Desarrollar estrategias de análisis, síntesis y comunicación que permitan transmitir los distintos aspectos de la Genética y la Biología Celular en entornos educativos y divulgativos.

- CE15. Percibir la importancia estratégica, industrial y económica, de la Genética y la Biología Celular en las ciencias de la vida, la salud y la sociedad.
- CE17. Integrar conocimientos y habilidades para elaborar un trabajo académico o profesional relacionado con la Genética y la Biología Celular.

Competencias transversales:

- CT1. Desarrollar la capacidad de análisis y síntesis.
- CT2. Aplicar el método científico a la resolución de problemas.
- CT3. Utilizar y gestionar información bibliográfica o recursos informáticos o de Internet en el ámbito de estudio, en las lenguas propias y en inglés.
- CT4. Diseñar experimentos e interpretar los resultados.
- CT5. Desarrollar la capacidad de organización y planificación.
- CT7. Saber comunicar eficazmente, tanto de forma oral como escrita.
- CT8. Trabajar individualmente y en equipos multidisciplinares.
- CT12. Desarrollar el aprendizaje autónomo y crítico.

1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

1. **Introducción: anatomía de los genomas.** Características de los genomas nucleares eucarióticos: contenido y organización de genes y otras secuencias de ADN. Genomas de primates: comparación de secuencias, genes y funciones. Organización de los genes en los genomas de procariontes. Organización tridimensional de los genomas.
2. **Elementos móviles.** Papel de los elementos móviles en el tamaño y organización de los genomas de eucariotas. Efectos diferenciales de los transposones tipo II y de los retrotransposones. Expresión génica. Control de la actividad de los elementos móviles, sRNA. Silenciamiento. Exonización de las secuencias Alu. Elementos móviles y neogenes.
3. **Integridad y estabilidad genómica.** Cambios y conservación en la fracción génica del genoma. Estabilización y reparación de roturas en el ADN eucariótico: papel de la poli ADP-ribosa polimerasa (PARP). Reordenaciones cromosómicas asociadas a enfermedades.
4. **Epigenética.** Mecanismos epigenéticos reguladores de la expresión génica. Imprinta genómica. Epigenética y plasticidad fenotípica. Patologías asociadas a modificaciones epigenéticas.
5. **Centrómeros y telómeros.** Coevolución de secuencias de ADN e histonas centroméricas. Neocentrómeros. El “síndrome” de los cromosomas holocinéticos. Telómero, telomerasa e histonas teloméricas. Estabilidad cromosómica. Cromosomas artificiales
6. **El genoma de orgánulos.** Genoma mitocondrial y cloroplástico en distintos organismos. Peculiaridades del genoma de orgánulos relacionadas con su replicación y expresión; implicaciones evolutivas. Modificaciones postranscripcionales y código genético. Origen y evolución de los intrones mitocondriales, intrones autocatalíticos. Corrección del

RNA (*editing*). Transferencia de información del genoma de orgánulos al nuclear.

7. **Diversidad nucleotídica y evolución de los genomas.** Interpretación evolutiva de la diversidad de las secuencias moleculares. Plataformas bioinformáticas para la representación y análisis de la diversidad nucleotídica. Ejemplos en *Drosophila* y mamíferos
8. **Reordenaciones cromosómicas e historia evolutiva en eucariotas.** Translocaciones e inversiones en la evolución de distintas familias de Angiospermas. Translocaciones en la diversificación de especies de levaduras. Diferencias entre el cariotipo humano y el de otros mamíferos. Cariotipo ancestral de mamíferos.
9. **La poliploidía como fenómeno evolutivo.** Duplicaciones genómicas y génicas y origen de nuevos genes. Poliploidía en el origen de los vertebrados: hipótesis 2R. Mecanismos de origen de la poliploidía: poliploidía en plantas y en animales. Estrés genómico poshibridación en especies alopoliploides: eliminación de secuencias, aditividad, cambios epigenéticos, subfuncionalización.
10. **Cromosomas sexuales.** Organización y evolución de cromosomas sexuales en animales y plantas.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

- Allis CD. Epigenetics 2nd edition. CSHL. (2015).
- Bennetzen JL and Wang H. (2014) The contributions of transposable elements to the structure, function, and evolution of plant genomes. *Annual Review of Plant Biology*. 65: 505-530.
- Brown TA (2017) *Genomes 4*. Garland Science. Taylor & Francis Group, pp 524.
- Chen ZJ and Birchler JA (2013) Polyploidy and hybrid genomics. Wiley-Blackwell, pp 384.
- Cutter AD (2013) Integrating phylogenetics, phylogeography and population genetics through genomes and evolutionary theory. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69 (3), 1172–1185.
- De Vos M et al. (2012) The diverse roles and clinical relevance of PARPs in DNA damage repair: Current state of the art. *Biochemical Pharmacology* 84: 137–146.
- Devos KM (2010) Grass genome organization and evolution. *Current Opinion in Plant Biology* 13: 139-145.
- Ellegren H, Galtier N. 2016. Determinants of genetic diversity. *Nat Rev Genet*. 17(7):422-33
- Ferguson-Smith MA and Trifonov V (2007) Mammalian karyotype evolution. *Nature Reviews Genetics* 8: 950-962.

- Fulnecková J et al. (2013) A broad phylogenetic survey unveils the diversity and evolution of telomeres in eukaryotes. *Genome Biol Evol* 5: 468-483.
- Garrido-Ramos MA (2012) Repetitive DNA. *Genome Dynamics* vol 7. Karger.
- Graves, JAM (2016). Evolution of vertebrate sex chromosomes and dosage compensation. *Nat Rev Genet* 17(1): 33-46.
- Gray MW (2012) Mitochondrial evolution. *Cold Spring Harb Perspect Biol* 2012; doi: 10.1101/cshperspect.a011403.
- Gregory TR (Ed). 2011. The evolution of the genome. Academic Press, pp 768.
- Kim S et al. (2016) Mechanisms of germ line genome instability. *Seminars in Cell & Developmental Biology* 54: 177-187.
- Liang Z, Schnable JC (2018). Functional Divergence between Subgenomes and Gene Pairs after Whole Genome Duplications. *Mol. Plant.* 11:388–397.
- McCormack JE et al. (2013) Applications of next-generation sequencing to phylogeography and phylogenetics. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 66 (2), 526–538.
- Plohl M, et al. (2014) Centromere identity from the DNA point of view. *Chromosoma* 2014; 123:313-25.
- Pontarotti P (2014) *Evolutionary Biology: Genome Evolution, Speciation, Coevolution and Origin of Life*. Springer, pp 394
- Rada-Iglesias, A., Grosveld, F.G., Papantonis, A. (2018) Forces driving the three-dimensional folding of eukaryotic genomes. *Molecular Systems Biology* 14: e8214/2018.
- Robert I et al. (2013) Functional aspects of PARylation in induced and programmed DNA repair processes: preserving genome integrity and modulating physiological events. *Molecular Aspects of Medicine* 34: 1138–1152.
- Soltis PS and Soltis DE (2012) *Polyploidy and genome evolution*. Springer. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. K. pp 420.
- Torres-Ruiz R and Rodríguez-Perales S (2015) CRISPR-Cas9: A revolutionary tool for cancer modelling. *Int. J. Mol. Sci.* 2015, 16, 22151-22168.
- Van de Peer Y, Mizrachi E, Marchal K.(2017). The evolutionary significance of polyploidy. *Nat. Rev. Genet.* 18:411-424.
- Wendel JF et al (2016) Evolution of plant genome architecture. *Genome Biology* 17:37

2. Métodos docentes / Teaching methodology

- Clases presenciales impartidas por los profesores.
- Análisis y exposición de un tema determinado que será asignado a cada alumno el primer día de clase.
- Tutorías individuales o colectivas para la orientación y supervisión del trabajo de los alumnos.

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

ACTIVIDAD	PRESENCIAL	PERSONAL	TOTAL
Clases teóricas	40	90	150
Exámenes	12*		
Tutorías individuales o colectivas	8		
TOTAL	60	90	150

*Estas horas incluyen el examen escrito y las exposiciones orales de los seminarios.

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

Convocatoria ordinaria.

Los resultados de aprendizaje serán evaluados mediante diferentes métodos de evaluación, cuya contribución a la calificación final será la siguiente:

- Examen escrito sobre los contenidos de las clases magistrales (50%).
- Evaluación de la exposición pública en seminario (40%).
- Evaluación de la participación del alumno en las clases presenciales (10%).

Convocatoria extraordinaria: las pruebas de evaluación en esta convocatoria serán similares a las realizadas en la convocatoria ordinaria, manteniéndose los porcentajes indicados arriba. El alumno se presentará únicamente a las partes de la evaluación no superadas.

5. Cronograma* / **Course calendar**

La información específica se recoge anualmente en el calendario académico.



Asignatura: ESTRUCTURA, ORGANIZACIÓN Y EVOLUCIÓN DE GENOMAS
Código: 32207
Centro: Facultad de Ciencias Biológicas (UCM)
Titulación: Máster en Genética y Biología Celular
Nivel: Posgrado
Tipo: Obligatoria
Nº de créditos: 6 ECTS