ASIGNATURA / COURSE TITLE

GENÉTICA MOLECULAR / MOLECULAR GENETICS

1.1. Código / Course number

16335

1.2. Materia / Content area

GENÉTICA MOLECULAR / MOLECULAR GENETICS

1.3. Tipo / Course type

OPTATIVA/OPTIONAL

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

Es muy recomendable haber cursado la asignatura de Genética; se requiere tener un conocimiento básico tanto de Genética como de Bioquímica. Se requiere disponer de un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía / Previous course in Genetics is highly recommended; a basic knowledge of both Genetics and Biochemistry is required. It is also required a suitable level of English that allows students to read bibliography.

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

La asistencia a las clases teóricas es muy recomendable para obtener el máximo rendimiento académico. La asistencia a las clases prácticas es obligatoria como indica la Comisión de Grado. / Attendance to core lectures is highly advisable to obtain optimal academic achievement. Laboratory and computer practical sessions are mandatory as indicated by the Grade Commision.

1.10. Datos del equipo docente / profesores / Faculty Data

Nombre y apellidos	Despacho	Teléfono	Correo Electrónico
José Manuel Sierra Pérez (Coordinador)	B-105	914972605	jm.sierra@uam.es

Las tutorías presenciales se efectuarán de lunes a viernes previa solicitud por correo electrónico./ Personal tutorials will be held from Monday to Friday upon request by e-mail.

1.11. Objetivos del curso / Course objectives

Los objetivos fundamentales de la asignatura serán:
1- El alumno comprenderá los principios que determinan la estructura de los ácidos nucleicos, así como de su manipulación, secuenciación y amplificación.
2- El alumno comprenderá los mecanismos de transcripción, procesamiento de RNA y traducción de la información genética, así como la regulación de estos procesos.
3- El alumno comprenderá las bases moleculares del cáncer y el control genético del desarrollo.
El objetivo último de este curso es la adquisición de una formación científica que le permita plantear y resolver cuestiones y problemas e interpretar críticamente resultados y conclusiones en el ámbito de la Genética Molecular, utilizando el Método Científico.
En el desarrollo de las prácticas de laboratorio, los alumnos deben conocer los fundamentos conceptuales y aprender a usar las técnicas experimentales básicas para la manipulación de genes: clonaje y amplificación de DNA *in vivo* e *in vitro*, usando vectores plasmídicos y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), respectivamente. En las prácticas de ordenador el alumno conocerá y aprenderá a utilizar las bases de datos más comunes (NCBI, ENSEMBL) así como los programas más relevantes (p.e., visualización de estructuras terciarias de macromoléculas).

The main goals of this course are:
1-The students will understand the principles that determine the structure of nucleic acids, their manipulation, sequencing and amplification.
2- The students will understand the mechanisms of transcription, RNA processing and translation of the genetic information, as well as the regulation of these processes.
3- The students will understand the molecular bases of cancer and the genetic control of development.
The ultimate goal of this course is to acquire a scientific background that allows to state and solve questions and problems, and to critically interpret results and conclusions in Molecular Genetics, using the Scientific Method.
The students must know the theoretical concepts and learn during the practical sessions the use of the basic experimental techniques to manipulate the genes: DNA cloning and amplification *in vivo* and *in vitro*, using plasmids as vectors and the polymerase chain reaction (PCR), respectively. In addition, the students will become familiar with the most common data bases (NCBI, ENSEMBL) as well as the most useful programs (e.g., tertiary structure visualization of macromolecules).

1.12. Contenidos del Programa / Course Contents

TEORÍA

1) INGENIERÍA GENÉTICA EN PROCARIOTAS y ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE GENOMAS. Manipulación del DNA: Clonación. Vectores plasmídicos. Expresión de genes clonados y aplicaciones. Genómica estructural. Secuenciación del DNA. Anotación de genomas. Bases de datos. Genómica funcional. Transcriptoma. Proteoma. Interactoma. Biología de sistemas.

2) INGENIERÍA GENÉTICA EN ORGANISMOS EUCARIÓTICOS. Transferencia de genes a células animales. Técnicas de inactivación de genes. Animales clónicos. Animales transgénicos. Terapia génica. Ingeniería genética de plantas.

3) TRANSCRIPCIÓN DEL DNA EN PROCARIOTAS Y SU REGULACIÓN. RNA polimerasa en procariotas. Iniciación de la transcripción procariótica. Terminación de transcripción procariótica: mecanismos de control. Control de la transcripción en el fago lambda: ciclos lítico y lisogénico.

4) TRANSCRIPCIÓN DEL DNA EN EUCARIOTAS Y SU REGULACIÓN. RNA polimerasas. Secuencias reguladoras y factores de transcripción. Elongación y terminación de la transcripción. Regulación transcripcional: epigenética; regulación génica por hormonas esteroides; metabolismo de la galactosa en levaduras; respuesta al choque térmico.

5) PROCESAMIENTO DEL RNA EN PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS. Concepto y tipos de procesamiento. Maduración del pre-rRNAs y pre-tRNAs. Procesamiento de los extremos del pre-mRNA eucariótico. "Splicing" de intrones del pre-mRNA. "Splicing" autocatalítico. "Splicing" de intrones en pre-tRNAs eucarióticos. Evolución de los mecanismos de "splicing". Trans-"splicing". Concepto, importancia biológica y ejemplos de "splicing" alternativo. Edición de RNA.

6) TRADUCCIÓN DEL mRNA EN PROCARIOTAS Y EUCARIOTAS Y SU REGULACIÓN. Clave genética. La "molécula adaptadora". Síntesis de aminoacil-tRNAs. Lectura del mRNA. Iniciación, elongación y terminación de la traducción en procariotas y eucariotas. Regulación de la traducción: proteínas represoras; RNAs antisentido; "riboswitches"; cambios en la fase de lectura; eIF2α quinasas; discriminación de mensajeros; estabilidad del mRNA; desarrollo embrionario.

7) GENES DE RNA. Estructuras secundarias de los RNAs y mecanismos de actuación. Clases de RNAs no codificantes. Funciones de los RNAs no codificantes pequeños. RNAs de interferencia. RNAs no codificantes largos. Participación de los RNAs en las redes génicas.

8) GENES Y CÁNCER. Crecimiento celular y cáncer. El cáncer como enfermedad ambiental. Análisis genético del cáncer. Oncogenes en virus. Origen celular de los oncogenes. Mecanismos de activación de oncogenes. Funciones biológicas de las proteínas oncogénicas: ejemplos. Descubrimiento de los genes supresores de tumores. Funciones biológicas de las proteínas supresoras de tumores: ejemplos. Reparación de DNA y cáncer. Cambios genéticos implicados en el origen y progresión del cáncer. Diagnóstico genético-molecular del cáncer y terapias individualizadas.

9) GENES Y DESARROLLO EMBRIONARIO. Genes maternos y polaridad antero-posterior y dorso-ventral. Genes zigóticos y patrón de segmentación. Mutantes homeóticos en *Drosophila* y genes *HOX*. Regulación de la expresión de los genes *HOX*.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1) Clonaje de genes en plásmidos bacterianos (I): Construcción del DNA recombinante.

2) Clonaje de genes en plásmidos bacterianos (II): Transformación de células competentes de *Escherichia coli*.

3) Clonaje de genes en plásmidos bacterianos (III): Selección y análisis de clones recombinantes.

4) Detección de agentes infecciosos mediante la técnica de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

PRÁCTICAS DE BIOINFORMATICA

1) NCBI. Bases de datos: Pub Med, Nucleotide, Protein, Structure.

2) Programas de visualización de estructuras terciarias: Cn3D, RasMol y JMol.

3) Búsqueda de ORFs. Búsqueda de homologías: BLAST.

4) Bases de datos de RNAs no codificantes: lncrnadb, Rfam …

THEORY

1) GENETIC ENGENEERING IN PROKARYOTES AND STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ANALYSIS OF GENOMES. DNA manipulation: Cloning. Plasmidic vectors. Expression of cloned genes and applications. Structural genomics. DNA sequencing. Genome annotation. Nucleotide sequence data banks. Functional genomics. Transcriptomics. Proteomics. Interactomes. Systems Biology.

2) GENETIC ENGINEERING IN EUKARYOTIC ORGANISMS. Gene transfer to animal cells. Gene inactivation techniques. Clonal animals. Transgenic animals. Gene therapy. Genetic engineering in plants.

3) PROKARYOTIC DNA TRANSCRIPTION AND ITS REGULATION. Prokaryotic RNA polymerase. Initiation of prokaryotic transcription. Termination of transcription in prokaryotes: control mechanisms. Control of transcription in lambda phage: lytic and lysogenic cicles.

4) EUKARYOTIC DNA TRANSCRIPTION AND ITS REGULATION. RNA polymerases. Regulatory sequences and transcription factors. RNA chain elongation and termination of transcription. Transcriptional regulation: epigenetics; gene regulation by steroid hormones; galactose metabolism in yeasts; heat shock response.

5) RNA PROCESSING IN PROKARYOTES AND EUKARYOTES. Concept and types of processing. Maturation of pre-rRNAs and pre-tRNAs. Processing of eukaryotic pre-mRNA ends. Splicing of introns of pre-mRNA. Autocatalytic splicing. Splicing of introns in eukaryotic pre-tRNAs. Evolution of splicing mechanisms. Trans-splicing. Concept, biological relevance and examples of alternative splicing. RNA editing.

6) MESSENGER RNA TRANSLATION IN PROKARYOTES AND EUKARYOTES AND ITS REGULATION. Genetic code. The “adapter molecule”. Synthesis of aminoacyl-tRNAs. Reading of mRNA. Initiation, elongation and termination of translation in prokaryotes and eukaryotes. Translation regulation: repressor proteins; antisense

RNAs; riboswitches; changes in the translation phase; eIF2α quinases; mRNA discrimination; mRNA stability; embryonic development.

7) RNA GENES. Secondary structures and mechanisms of action of RNA. Classes of RNA genes. Functions of small non-coding RNAs. Interference RNAs. Long non-coding RNAs. Role of RNA genes in the Genetic Regulatory Networks.

8) GENES AND CANCER. Cell growth and cancer. Cancer as environmental illness. Genetic analysis of cancer. Oncogenes in viruses. Cellular origin of oncogenes. Mechanisms of activation of oncogenes. Biological roles of oncogenic proteins: examples. Discovery of tumor suppressor genes. Biological roles of gene suppressor proteins: examples. DNA repair and cancer. Genetic changes involved in the origin and progression of cancer. Genetic-molecular diagnostic of cancer and personal therapies.

9) GENES AND EMBRYONIC DEVELOPMENT. Maternal genes and antero-posterior and dorso-ventral polarities. Zygotic genes and segmentation pattern. Homeotic genes in *Drosophila* and *HOX* genes. Regulation of *HOX* genes.

LABORATORY PRACTICAL SESSIONS

1) Gene cloning in bacteria plasmids (I): DNA recombinant construction.

2) Gene cloning in bacteria plasmids (II): Transformation of *Escherichia coli* competent cells.

3) Gene cloning in bacteria plasmids (III): Identification and analysis of recombinant clones.

4) Identification of infectious agents by means of the polymerase chain reaction (PCR).

BIOINFORMATICS PRACTICAL SESSIONS

1) NCBI data bases: Pub Med, Nucleotide, Protein, Structure.

2) Protein data bank. Protein 3D structure visualization programs: Cn3D, RasMol and JMol.

3) ORFs finding. Homology finding: BLAST.

4) Non-coding RNA databases: lncrnadb, Rfam …

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Ningún libro cubre enteramente la materia de esta asignatura. Consultar las páginas web de los profesores para una lista más completa y actualizada de la bibliografía. No obstante, se recomienda consultar los siguientes libros: / There is no book entirely covering the subject of this course. The personal web pages can be visited for a more extensive and updated bibliography list. However it is advisable to consult the following books:

- Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M. and Losick, R. (2014) Molecular Biology of the Gene (7th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press/ Pearson.
- Krebs, J. E., Goldstein, E. S., Kilpatrick, S. T. (2014) Lewin´s Genes XI. Jones & Bartlett Learning.
- Watson, J. D., Caudy, A. A., Myers, R. M. and Witkowski, J. A. (2007) Recombinant DNA. Genes and Genomes - A short course. (3th ed.). W. H. Freeman.
- Lodish, H., Kaiser, C. A., Bretscher, A., Amon, A., Berk, A., Krieger, M., Scott, M. P., (2013) Molecular Cell Biology (7th ed.). Macmillan Higher Education.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K. and Walter, P. (2015) Molecular Biology of the Cell (6th ed.). Garland Science.
- Elliott, D and Ladomery, M. (2011) Molecular Biology of RNA. Oxford University Press.

2. Métodos Docentes / Teaching methods

Clases Magistrales.
Clases de resolución de problemas.
Prácticas de laboratorio.
Prácticas de bioinformática.
Preparación de resúmenes de publicaciones científicas relevantes.
Tutorías presenciales y “on-line”.

Core course lectures.
Problems solving seminars.
Laboratory practical sessions.
Bioinformatics practical sessions.
Summaries of critical evaluation of selected scientific papers.

Tutorials, both personal and "on-line".

3. Tiempo de trabajo del estudiante / Student workload

	HORAS	ECTS
Asistencia a clases teóricas y de problemas en el aula	40	1.6
Asistencia a clases prácticas de laboratorio	16	0.64
Asistencia a clases prácticas de bioinformática	4	0.16
Realización de exámenes	4	0.16
TOTAL PRESENCIALES	64	2.56
TOTAL NO PRESENCIALES incluye estudio de teoría, resolución de problemas y cuestiones, tutorías individuales y colectivas no programadas.	86	3.44
CARGA TOTAL DE HORAS DE TRABAJO	150	6

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

Examen final: 60%.
Evaluaciones continúas (40%) que se distribuyen en:

- Resolución de problemas: 20%
- Prácticas de laboratorio: 10%
- Prácticas de bioinformática: 5%
- Resúmenes de publicaciones científicas: 5%

Los porcentajes de las evaluaciones serán válidos tanto para la convocatoria ordinaria como la extraordinaria.
El estudiante que haya cursado y superado las prácticas de la asignatura, tanto de laboratorio como de bioinformática, en el curso anterior, podrá solicitar la convalidación de las mismas.
El alumno que no se presente al examen final será calificado como no evaluado.

Final examination: 60%.
Continual evaluations (40%) that are distributed as:

- Problems solving: 20%
- Laboratory practical sessions: 10%
- Bioinformatics practical sessions: 5%

- Summaries of scientific papers: 5%

The above percentage marks will apply to both the ordinary and extraordinary exams.
The student that have attended and passed the practical sessions, both laboratory and bioinformatics, during one course could keep them for the next course upon request.
The student will be qualified as "not evaluated" if he does not carry out the final exam.

5. Cronograma / Course calendar .

Se aconseja visitar las páginas web de los profesores, así como Moodle, para ver los horarios y días de las clases teóricas, prácticas y otras actividades, los cambios que puedan producirse a lo largo del curso, así como las fechas de los exámenes ordinario y extraordinario.
It is advisable to visit the professors´web pages, as well as Moodle, for the exact dates and times of the core course lectures, practical sessions and other activities, changes that may occur during the course, as well as the ordinary and extraordinary exams.