

<b>CURSO:</b>	<b>CONFLICTOS GENÉTICOS Y ELEMENTOS GENÉTICOS EGOÍSTAS</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS: 5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Con este curso se pretende formar a los alumnos, desde un punto de visto teórico-práctico, acerca de la presencia de elementos genéticos egoístas en los genomas de procariotas y eucariotas; de la importancia y consecuencias que tiene su interacción con el genoma hospedador; y de sus posibles aplicaciones como herramienta biotecnológica en la mutagénesis insercional. El alumno podrá conocer la implicación de estos elementos genéticos en fenómenos como reordenaciones genómicas, transferencia genética horizontal o la distorsión de la proporción sexual, entre otros. Finalmente, el alumno descubrirá que la dinámica en la que se encuentran inmersos estos elementos genéticos juega y ha jugado un papel crucial en la evolución de los genomas tanto eucariotas como procariotas.</p> <p><b>COMPETENCIAS QUE DEBE ADQUIRIR EL ALUMNO:</b></p> <p>Competencias generales</p> <p>G1. Desarrollar la capacidad de llevar a cabo procesos de autoaprendizaje que le permita un alto grado de autonomía en la adquisición y contextualización de conceptos.  G2. Habilidad para la comunicación y discusión pública.  G3. Poder redactar composiciones ordenadas y argumentadas, y plantear esquemas originales de proyectos de investigación.  G4. Espíritu crítico que le permita emitir juicios personales sobre la información disponible de la materia de estudio y plantear hipótesis originales y razonables.  G5. Ser capaz de aplicar a situaciones novedosas o en contextos poco conocidos los conocimientos teóricos y metodológicos adquiridos  G6. Desarrollar capacidades para la generación de conocimiento.  G7. Capacidad de aplicación del aprendizaje desarrollado y los conceptos adquiridos que garantice su posterior integración en el contexto profesional.</p> <p>Competencias específicas</p> <p>E1. Visión amplia de las características e importancia evolutiva y aplicada de los elementos genéticos egoístas, desarrollada desde un espíritu crítico y de protagonismo del aprendizaje.  E2. Habilidades para la obtención y análisis de información a partir de las fuentes disponibles y para establecer sus interrelaciones.  E3. Destrezas prácticas en la metodología experimental utilizada para el estudio a nivel molecular de elementos genéticos egoístas.  E4. Manejo en la utilización de herramientas metodológicas para el estudio de la dinámica evolutiva del conflicto genético.  E5: Capacidad de valorar y discutir resultados obtenidos experimentalmente tanto en el contexto de la investigación básica como aplicada.  E6. Capacidad para realizar diseños experimentales que permitan profundizar en el estudio de los elementos genéticos egoístas.  E7: Ser capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a la interpretación de cuestiones esenciales en el marco de la genética y la biología evolutiva.</p>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p><b>A. ELEMENTOS GENÉTICOS EGOÍSTAS (EGE) EN EUCARIOTAS</b></p> <p><b>Elementos genéticos egoístas.</b> Tipos y características generales de los elementos genéticos egoístas. Interacción con su genoma hospedador. Conflictos genéticos intragenómicos o intracelulares.</p> <p><b>Diversidad de los conflictos genéticos.</b> Conflictos intranucleares y formas de adquirir ventaja de los EGE: Distorsionadores de la segregación. Conversión génica sesgada. Manipulación del proceso meiótico. Transposición. Efecto materno. Conflictos núcleo-citoplásmicos: Genoma organular. Endosimbiontes. Estrategias para la distorsión de la proporción sexual.</p> <p><b>Papel en la evolución de los conflictos genéticos promovidos por los EGE.</b> Origen del sexo.</p>		

Evolución de los cromosomas sexuales y de la determinación sexual. Sobrecruzamiento y recombinación. Selección sexual y elección de pareja. Tipos de apareamiento en hongos. Herencia uniparental y anisogamia. Grupos de ligamiento. Especiación.

## **B. ELEMENTOS GENÉTICOS EGOÍSTAS EN PROCARIOTAS**

**Genómica en procariotas.** Evidencia de la Transferencia Horizontal. Nuevos métodos de secuenciación a gran escala. Genómica comparativa inter-e intra-específica. Ejemplos concretos de Transferencia Horizontal

**Rhizobium como sistema modelo.** Biología de Rhizobium. Filogenia de Rhizobiaceae. Genómica de bacterias del orden Rhizobiales: Genómica estructural. Genómica funcional (transcriptómica, proteómica)

**Elementos genéticos móviles en Procariotas.** Presencia en procariotas y su posible papel evolutivo. Clase I (intermediario RNA). Clase II (transposición DNA DNA)

**Intrones en Procariotas.** Antecedentes históricos. Tipos de intrones. Mecanismos de splicing (corte y empalme). Mecanismos de movimiento. Presencia en Procariotas. Grado de dispersión. Desarrollo Biotecnológico

**RmInt1.** Características estructurales. Dispersión de RmInt1 en Rhizobiaceae. Mecanismos de splicing y movimiento de RmInt1. Secuencia de reconocimiento en el movimiento de RmInt1. Desarrollo Biotecnológico de RmInt1 como herramienta de mutagénesis dirigida.

## **C. PROGRAMA PRÁCTICO**

**Evolución de los cromosomas B.** Simulación en ordenador del destino evolutivo de los cromosomas B

**Genética de Rhizobium.** Transferencia plasmídica por conjugación bacteriana de plásmidos donadores de un intrón móvil del grupo II (ribozima).

**Aislamiento de DNA.** Obtención del DNA plasmídico de transconjugantes y detección de posibles eventos de inserción del intrón mediante Southern blot.

**Análisis del Southern e interpretación de los resultados.** Estudio de los resultados derivados del movimiento del intrón. Implicaciones básicas sobre las características de estos retroelementos. Posible aplicación biotecnológica.

## **METODOLOGÍA**

La metodología utilizada durante el desarrollo del curso será la siguiente:

1.A.-Lección magistral para cada bloque temático donde el profesor expone los contenidos fundamentales de la materia de estudio y plantea cuestiones para su reflexión y debate.

Competencias: G2, G4, G5, G7, E1, E7

B.-Sesiones de discusión para adquirir una visión más profunda y global de los contenidos del curso y para analizar publicaciones recientes o de especial relevancia.

Competencias: G1, G2, G4, G5, G7, E2, E5, E6, E7

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

2.- Trabajos prácticos y actividades grupales

Prácticas de laboratorio (ver contenidos del curso)

Prácticas de simulación de ordenador (ver contenidos del curso)

Resolución de cuestiones propuestas

Seminarios

Competencias: G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, E2, E3, E4, E5, E6, E7

Tiempo dedicado: 17.5 horas (0,7 créditos ECTS).

3.- Tutorías grupales e individuales y evaluación: 10 horas (0,4 créditos ECTS)

4.- Estudio y trabajo independiente del alumno.

Competencias: G1, G2, G3, G4, G5, G7, E1, E2, E5, E6, E7

Tiempo dedicado: 82,5 horas (3,3 créditos ECTS)

Total de presencialidad: 42,5 horas (1,7 créditos ECTS)

Total horas no presenciales: 82,5 horas (3,3 créditos ECTS)

## EVALUACIÓN

Se llevará a cabo una evaluación continua de la formación del alumno en la que se valorará:

1.- La adquisición de competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.

2.- La participación activa en las sesiones de discusión, así como el grado de interés de las intervenciones. Se considerará el nivel de implicación del alumno en la materia de estudio y el grado de seguimiento continuado del desarrollo del curso.

3.- La resolución de ejercicios planteados.

4.- La capacidad de asimilación y síntesis de la información relativa a los contenidos trabajados en las búsquedas bibliográficas planteadas

5.- El rigor y la claridad en las exposiciones de seminarios y trabajos

6.- La actitud positiva del alumno y su implicación en las sesiones prácticas de laboratorio o de ordenador y su destreza en estos ámbitos de trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

-Burt, A. & Triver, R. 2006. Genes in conflict: The biology of selfish genetic elements. Belknap press. Harvard University press. Cambridge. USA.

-Camacho, J.P.M. 2004. B chromosomes in the eukaryote genome. Cytogenetic and Genome Research. S. Karger editions.

-Camacho, J.P.M. 2005. B chromosomes. In: The Evolution of the Genome. Gregory edit. Elsevier Academic Press. Holanda.

-Fleischmann, R.D. et al. (1995). "Whole genome random sequencing and assembly of Haemophilus influenzae Rd." Science 269: 496-512. El primer genoma en ser secuenciado.

-Fraser, C.M., Eisen, J., Fleischmann, R.D., Ketchum, K.D. & Peterson, S. (2000) "Comparative genomics and understanding of microbial ecology" Emerging infectious diseases 6: 505-512.

-Godelle, B. & Reboud X. 1995. Why organelle uniparentally inherited?. Proc. R. Soc. Lond. B: 259, 27-33.

-Hurst, L.D. 1992. Intragenomic Conflict as an evolutionary force. Proc. R. Soc. London B :248, 135-140

-Hurst, L.D., Atlan A. & Bengtsson B.O. 1996. Genetic conflicts. The Quarterly Review of Biology 71: 317-64

-Jiménez-Zurdo J.I., García-Rodríguez F.M., Barrientos-Durán, A., Toro N. (2003) DNA-target requirements for homing in vivo of a bacterial group II intron encoding a protein lacking the DNA endonuclease domain. J Mol Biol 326: 413-423.

-Jiménez-Zurdo, J.I., Fernández-López, M., Martínez-Abarca, F. & Toro, N. (2006) "Genómica de endosimbiontes diazotrofos") En Fijación de Nitrógeno: Fundamentos y Aplicaciones. Eds. Eulogio. J. Bedmar. Jesús J. González, Carmen Lluch, Belén Rodelas; Granada SEFIN, 2006; ISBN: 84-611-1198-5. pgs 53-63.

- Lambowitz, A.M. et al. (1999) Group I and Group II ribozymes as RNPs: clues to the past and guides to the future.. In the RNA World, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY, pp 451-485
- Martínez-Abarca, F., Zekr, S. & Toro, N.. 1998. Characterization and splicing in vivo of a *Sinorhizobium meliloti* group II intron associated with particular insertion sequences of the IS630-Tc1/IS3 retroposon superfamily. *Molecular Microbiology*, 28: 1295-1306.
- Nisa-Martínez, R., Jiménez-Zurdo, J.I., Martínez-Abarca, F., Muñoz-Adelantado, E. & Toro, N. (2007) Dispersion of the RmInt1 group II intron in the *Sinorhizobium meliloti* genome upon acquisition by conjugative transfer. *Nucleic Acids Res.* 35:214-222.
- O'Neill, S.L., Hoffmann, A. A. & Werren, J.H. (editors) 1997. *Influential passengers*. Ed: Oxford University Press. UK.
- Rüberg S., Z.X. Tian, E. Krol, B. Linke, F. Meyer, Y. Wang, A. Puhler, S. Weidner, & A. Becker. 2003. Construction and validation of a *Sinorhizobium meliloti* whole genome DNA microarray: genome-wide profiling of osmoadaptive gene expression. *J. Biotechnol.* 106:255-268
- Spaak, A. Kondorosi & Hooykaas, P.J.J (editors). *The Rhizobiaceae. Molecular biology of model plant-associated bacteria*". Kluwer Academic Publishers.
- Toro, N., Jiménez-Zurdo, J.I., & García-Rodríguez, F. 2007. Bacterial group II introns: not just splicing. *FEMS Microbiol. Rev.* 31: 342-35.
- Zeyl, C. & Bell, G. 1996. Symbiotic DNA in eukaryotic genomes. *TREE* 11:10-18

<b>CURSO:</b>	<b>DIAGNÓSTICO Y ASESORAMIENTO GENÉTICO</b>
<b>CRÉDITOS ECTS: 5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>	
<b>Competencias Específicas:</b>	
<p>E1- Poder confeccionar una historia familiar, con los datos provenientes del diagnóstico clínico y los obtenidos de la anamnesis en una entrevista personal (y otras informaciones adicionales aportadas por el consultante) de cualquier trastorno objeto de consulta.</p> <p>E2- Conocer los análisis clínicos y de laboratorio que se utilizan en el diagnóstico genético.</p> <p>E3- Estar capacitado para ayudar al paciente a interpretar los resultados de los análisis y la diagnosis clínica.</p> <p>E4- Comprender la etiología y evolución de las enfermedades genéticas y ser capaz de explicárselo a los consultantes.</p> <p>E5- Conocer o calcular, respectivamente, los valores de incidencia, prevalencia y riesgo de recurrencia de los trastornos hereditarios y poder transmitir esta información en términos asequibles para el paciente.</p> <p>E6- Estar informado de los tipos de screening genético que se llevan a cabo en el entorno, así como de los hospitales y laboratorios donde pueden realizarse pruebas diagnósticas.</p> <p>E7- Conocer las bases de datos de información genómica y de trastornos genéticos.</p> <p>E8- Aplicar a entornos multidisciplinares los conceptos y la metodología adquiridos, de modo que se pueda transferir y discutir la información con profesionales de otras disciplinas relacionadas.</p> <p>E9- Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad informes escritos relacionados con la consulta de asesoramiento genético.</p> <p>E10- Poder transmitir información de índole personal y delicada con la suficiente discreción y diplomacia, procurando atender a las necesidades personales y psicológicas de los consultantes.</p> <p>E11- Saber derivar a las instancias y profesionales adecuados los asuntos que trasciendan a su competencia o habilidad.</p> <p>E12- Adquirir un sentido ético y un conocimiento de las implicaciones éticas de las actuaciones derivadas de la consulta.</p>	
<b>Competencias Transversales:</b>	
<p>T1- Capacitarse en interpretación de resultados, síntesis y transmisión de información. Adquirir habilidades para presentar públicamente informes técnicos.</p> <p>T2- Ejercitarse en habilidades psicosociales.</p> <p>T3- Desarrollar habilidades de comunicación y expresión oral y escrita. Aprender a asesorar a pacientes y/o familias.</p> <p>T4- Manejar las herramientas informáticas útiles en el desempeño de su función.</p> <p>T5- Familiarizarse con el manejo de casos, resolución de problemas y toma de decisiones.</p> <p>T6- Adquirir una visión crítica y analítica de los aspectos científicos del tema. Ser capaz de emitir juicios apoyados en una información limitada que incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de los conocimientos adquiridos y los juicios subsiguientes.</p> <p>T7- Incrementar la conciencia social y solidaria, así como el sentido ético de la ciencia y sus aplicaciones.</p>	

T8- Desarrollar habilidades de autoaprendizaje que contribuyan a proporcionar cierta autonomía durante el desarrollo del curso así como seguir completando su formación una vez acabado el mismo.

## CONTENIDOS

### A) FUNDAMENTOS DE GENÉTICA CLÍNICA Y MOLECULAR

**Organización, estructura y funcionamiento del genoma humano.** El genoma humano. Organización de las secuencias de ADN. Estructura de los cromosomas. Expresión génica. La mutación génica y los mecanismos de reparación. Cartografía genómica

**Las enfermedades de origen genético.** Frecuencia y tipos de enfermedades de origen genético. Anomalías debidas a mutaciones génicas. Patrones de genealogía mendelianos. Enfermedades monogénicas. Enfermedades multifactoriales. Cromosomopatías. Anomalías cromosómicas estructurales. Anomalías cromosómicas numéricas. Enfermedades mitocondriales

### B) DIAGNÓSTICO GENÉTICO

**Concepto y aspectos generales.**

**Tipos de diagnóstico genético.** Diagnóstico preimplantacional. Diagnóstico prenatal. Diagnóstico postnatal.

**Estudios de laboratorio.** Análisis citogenéticas. Análisis bioquímicos. Análisis genéticos

**Servicios de diagnóstico genético de las enfermedades hereditarias en España, Europa y EEUU.** Biobancos

### C) ASESORAMIENTO GENÉTICO

**Concepto y aspectos generales.**

**Objetivos del asesoramiento genético**

**Indicaciones para el consejo genético**

**Comunicación con el paciente y/o la familia**

**Requisitos para un correcto asesoramiento genético**

**Manejo de casos**

**Estimación de los riesgos: Aplicaciones del teorema de Bayes y cálculo de las frecuencias genotípicas**

**Aspectos jurídicos y éticos del consejo genético**

**Aspectos psicológicos del asesoramiento genético**

## METODOLOGÍA

Se propone una metodología docente basada en:

**1. A.** Lección magistral para cada Unidad Temática en la que se presentan los contenidos del tema, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

**B.** Sesiones de discusión en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten ejercicios y trabajos propuestos como actividad individual.

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

Competencias: E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E11, E12, T6, T7

### 2. Trabajos prácticos:

Resolución de problemas y casos prácticos de los diferentes contenidos del curso

Familiarización con bases de datos y otras herramientas informáticas on line útiles para el asesoramiento genético

Análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia  
Elaboración de Seminarios

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

Competencias: E1, E3, E4, E5, E7, E9, E10, E12, T1, T2, T3, T4, T5

3. Tutorías grupales e individuales y evaluación: 7,5 horas (0,3 créditos ECTS).

4. Estudio y trabajo independiente del alumno.

Tiempo dedicado: 87,5 horas (3,5 créditos ECTS).

Competencias: E1, E3, E4, E5, E8, E12, T6, T7, T8

TOTAL PRESENCIALIDAD: 37,5 HORAS (1,5 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 87,5 HORAS (3,5 CRÉDITOS ECTS)

### EVALUACIÓN

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

1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.
2. Las aportaciones del alumno en las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.
3. Realización de ejercicios propuestos tanto para su resolución en clase como para su realización en horas no presenciales. Igualmente, se valorará la capacidad del alumno para la elaboración de trabajos e informes.
4. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.
5. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno en el aula durante las Prácticas de ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Chen, H. 2006. Atlas of Genetic Diagnosis and Counseling. Humana Press.
- Jorde, E.A., Carey, L.P.A., Bamshad, J.J. & White, J.J.J. 2005. Genética Médica. 3ª edición. Elsevier.
- Novo Villaverde, F.J., 2007. Genética Humana. Conceptos, mecanismos y aplicaciones de la Genética en el campo de la Biomedicina. Pearson Educación, S.A.
- Nussbaum, R.L., McInnes, R.R. & Williard, H.F. Thompson & Thompson . 2008. Genética en Medicina. 7ª edición. Elsevier-Masson.
- Oliva, R., Ballesta, F., Oriola, J. & Clària, J. 2008. Genética Médica. Díaz de Santos Ediciones y Publicaciones i Ediciones de la Universitat de Barcelona.
- Pai, G.S., Lewandowski, R.C. & Borgaonkar S. D. 2003. Handbook of Chromosomal Syndromes. Wiley- Liss.
- Read, A. & Donnai, D. 2009. Nueva Genética Clínica. Omega.
- Solari, A.J. 2004. Genética Humana: Fundamentos y aplicaciones en medicina. 3ª edición. Panamericana
- Strachan, T. & Read, A.P. 2006. Genética Humana.. 3ª edición. McGraw Hill.
- Sudbery, M. 2004. Genética Molecular Humana.. 2ª edición. Pearson. Prentice Hall.

#### Enlaces web :

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=OMIM>  
On Line Mendelian Inheritance in Man (OMIM).

<http://www.mitomap.org> : Base de datos de las mutaciones del ADNmt humano.

[http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/medicine/genetest.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/medicine/genetest.shtml)  
Gene Testing. Human Genome Project Information. Información sobre diagnóstico, manejo y consejo de determinados trastornos genéticos. Listado de centros de diagnóstico en Estados Unidos.

[http://www.juntadeandalucia.es/salud/orgdep/AETSA/pdf/Tests\\_Geneticos\\_ES\\_IPTS.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/orgdep/AETSA/pdf/Tests_Geneticos_ES_IPTS.pdf)  
Servicios de diagnóstico genético en España.

<http://www.aegh.org/>  
Web de la Asociación Española de Genética Humana.

<http://www.eddnl.com>  
European Directory of DNA Diagnostic Laboratories. Listado de Centros en Europa.

[http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/medicine/genecounseling.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/medicine/genecounseling.shtml) Genetic Counseling. Human Genome Project Information.

<http://www.nsgc.org/>  
National Society of Genetic Counselors.

[http://paidos.rediris.es/genysi/actividades/infor\\_ot/prevencion/22\\_1.htm](http://paidos.rediris.es/genysi/actividades/infor_ot/prevencion/22_1.htm)  
Consejo Genético. Ana Benavides Benavides.

<http://www.geneticalliance.org/>  
The Genetics Alliance: Organización internacional de ayuda a las personas afectadas con enfermedades genéticas.

<http://www.dicciomed.es/php/diccio.php>  
Diccionario médico on-line.

<http://medlineplus.gov/spanish/>  
Enciclopedia médica y otros recursos en salud.

[http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/glossary](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/glossary)  
Glosario de términos de Genética Molecular (Human Genome Project Information)

<http://www.slh.wisc.edu/cytogenetics/>  
Recursos de Citogenética

<http://www.infobiogen.fr/services/chromcancer/>  
Atlas de Genética y Citogenética en Oncología y Hematología

<http://www.ciberer.es>  
Centro de Investigación Biomédica en Red de enfermedades raras



<b>CURSO:</b>	<b>EVOLUCIÓN DEL GENOMA EUCARIOTA</b>
<b>CRÉDITOS ECTS: 5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>	
<p><b>Competencias genéricas o transversales:</b></p> <p><i>Los alumnos serán capaces de:</i></p> <p>T1. Formular con originalidad hipótesis razonables.</p> <p>T2. Elaborar con originalidad proyectos y artículos científicos.</p> <p>T3. Integrar conocimientos y emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales.</p> <p>T4. Presentar públicamente ideas e informes de investigación.</p> <p>T5. Asesorar a personas y a organizaciones.</p> <p>T6. Desarrollar habilidades de aprendizaje de forma autónoma.</p> <p>T7. Trabajar eficazmente en grupo.</p> <p>T8. Tener soltura en la obtención y análisis de información de distintas fuentes.</p> <p><b>Competencias específicas:</b></p> <p><i>Los alumnos sabrán/ comprenderán:</i></p> <p>E1. Los conceptos y procedimientos propios de la Genómica estructural y evolutiva.</p> <p>E2. La composición y evolución de los genomas.</p> <p><i>Los alumnos serán capaces de:</i></p> <p>E3. Aplicar los conocimientos adquiridos en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio de los genomas y de su evolución.</p> <p>E4. Aplicar su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio de los genomas y de su evolución.</p> <p>E5. Realizar análisis evolutivos mediante herramientas bioinformáticas.</p> <p>E6. Utilizar las secuencias de familias multigénicas como marcadores evolutivos.</p> <p>E7. Utilizar las secuencias de ADN satélite como marcador evolutivo.</p> <p>E8. Utilizar el ADN microsatélite como marcador poblacional y evolutivo.</p> <p>E9. Analizar, interpretar, valorar, discutir y comunicar los datos procedentes de los análisis de los genomas.</p> <p>E10. Diseñar investigaciones que permitan analizar los genomas y su evolución.</p> <p>E11. Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la Genómica estructural y evolutiva.</p>	

## CONTENIDOS

**Genes y genomas.** Concepto de gen. Evolución del concepto de gen. Secuencias génicas. Tipos de secuencias génicas. Secuencias no génicas. Tipos de secuencias no génicas. Secuencias únicas. Secuencias repetidas.

**Genómica comparada.** Tipos de secuencias y su proporción en el genoma. Comparación de los genomas de procariotas y eucariotas. Genomas de eucariotas unicelulares, de invertebrados, de vertebrados y de plantas.

**Origen y evolución de la complejidad genómica.** Evolución del tamaño, del número y de la complejidad de los genes. Duplicación génica. Duplicación genómica. Transferencia horizontal de genes. Duplicación de dominios. Barajado de exones. Evolución del splicing alternativo. El papel del ADN no codificante.

**Secuencias génicas.** Genes. Secuencias reguladoras. ADN telomérico. ADN centromérico. Orígenes de replicación.

**Intrones.** Estructura y función. Origen y evolución.

**ADN repetido: familias multigénicas.** Estructura. Genes y espaciadores. Origen y evolución. Utilidad de las secuencias de familias multigénicas como marcadores evolutivos.

**ADN repetido: ADN satélite.** Estructura. Función. Origen y evolución. Evolución concertada. Utilidad del ADN satélite como marcador evolutivo. Transcripción del ADN satélite. Papel funcional y evolutivo del ADN satélite.

**ADN repetido: ADN microsatélite.** Estructura. Función. Origen y evolución. Utilidad del ADN microsatélite como marcador poblacional y evolutivo.

**ADN repetido: Secuencias móviles del genoma.** Transposones. Retrotransposones. Tipos de retrotransposones. Retrotransposones virales. LINEs. SINEs. Secuencias derivadas de retrotransposición. Evolución de los elementos móviles. Papel de los elementos móviles en el genoma. Los elementos móviles como conductores de la evolución genómica.

**El genoma oculto.** Secuencias motivo conservadas. Transcripción del genoma. iRNAs. siRNAs. microRNAs.

## METODOLOGÍA

Se propone una metodología docente basada en:

**1. A.** Lección magistral para cada Unidad Temática en la que se presentan los contenidos del tema, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

**B.** Sesiones de discusión en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten trabajos propuestos como actividad individual.

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

Competencias: T1, T3, T4, T5, T6, E1, E2, E6, E7, E8.

**2.** Trabajo práctico y actividades grupales:

Estudio de casos concretos de los diferentes contenidos del curso.

Análisis bioinformático de secuencias repetidas.

Análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia.

Elaboración de Seminarios.

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

Competencias: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11.

3. Tutorías grupales e individuales y evaluación: 7,5 horas (0,3 créditos ECTS).

4. Estudio y trabajo independiente del alumno.

Tiempo dedicado: 87,5 horas (3,5 créditos ECTS).

Competencias: T1, T2, T3, T6, T8, E1, E2, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11.

TOTAL PRESENCIALIDAD: 37,5 HORAS (1,5 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 87,5 HORAS (3,5 CRÉDITOS ECTS)

## EVALUACIÓN

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

1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.
2. Las aportaciones del alumno en las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.
3. Realización de ejercicios propuestos en forma de estudio de casos de los diferentes contenidos del curso tanto para su resolución en clase como trabajos presentados en relación con los contenidos del curso realizados en horas no presenciales. Igualmente, se valorará la capacidad del alumno para la elaboración de trabajos e informes.
4. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.
5. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno durante las prácticas de análisis bioinformático, su interés por aprender los métodos y su destreza con éstos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Blackburn, E. 2000. Telomere states and cell fates. *Nature* 408: 53-56.
- Brown, T. A. 2008. *Genomas, 3ª edición*. Editorial Médica Panamericana, Argentina.
- Britten, R. 2006. Transposable elements have contributed to thousands of human proteins. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 103:1798-1803.
- Choo, A. 1997. *The centromere*. Editorial: Oxford University Press, USA
- Deininger, PL, Batzer, MA. 1999. Alu repeats and human disease. *Mol Gen Metabolism* 67: 183-193.
- De la Herrán, R., Ruiz Rejon, C., Ruiz Rejon, M., Garrido-Ramos, M.A., 2001. The molecular phylogeny of the Sparidae (Pisces, perciformes) based in two satellite DNA families. *Heredity* 87, 691-697.
- Batzer, MA., Deininger, PL. 2002. Alu repeats and human genomic diversity. *Nature Reviews Genetics*, 3: 370-379.
- Check, E. 2006. It's the junk that makes us human. *Nature* 444: 130-131.
- Dennis, C. & Gallagher, R. 2001. *The Human Genome*. Editorial: Palgrave.
- Dover, G. 1982. Molecular drive: a cohesive mode of species evolution. *Nature* 299: 111-117.
- Garrido-Ramos, M.A., de la Herrán, R., Jamilena, M., Lozano, R., Ruiz Rejón, C., Ruiz Rejón, M., 1999b. Evolution of centromeric satellite-DNA and its use in phylogenetic studies of the Sparidae family (Pisces, Perciformes). *Mol. Phylogenet. Evol.* 12, 200-204.
- Gregory, T. R. Ed. 2006. *The evolution of the genome*. Editorial Elsevier, Holanda.
- Greider, C., Blackburn, E. 1995. *Telomeres*. Editorial: Cold Spring Harbor Laboratory Press, USA.
- Hasler, J., Strub, K. 2006. Alu elements as regulators of gene expression. *Nucleic Acid Research* 34: 5491-5497.
- Henikoff, S., Ahmad, K., Malik, H.S. 2001. The centromere paradox: stable inheritance with rapidly

- evolving DNA.
- Kazazian, H.H. 2004. Mobile elements: drivers of genome evolution. *Science* 303:1626-1631.
- Kondrashov, F.A. and Koonin, E.V. 2003. Evolution of alternative splicing: deletions, insertions and origin of functional parts of proteins from intron sequences. *Trends in Genetics* 19:115-119.
- Krakauer, D. and Plotkin, J.B. 2002. Redundancy, antiredundancy, and the robustness of genomes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:1405-1409.
- Lewin, B. 2008. *Genes IX*. Editorial McGraw Hill, México.
- Li, W-H., Graur, D. 2000. *Fundamentals of Molecular Evolution 2<sup>nd</sup> ed.* Editorial Sinauer Associates Inc., USA
- Long, M., Betrán, E., Thornton, K. and Wang, W. 2003. The origin of new genes: glimpses from the young and old. *Nature Reviews Genetics* 4:865-875.
- Mclysaght, A., Hokamp, K. and Wolfe, K.H. 2002. Extensive genomic duplication during early chordate evolution. *Nature Genetics* 31:200-204.
- Navajas-Pérez R, de la Herrán R, Jamilena M, Lozano R, Ruiz Rejón C, Ruiz Rejón M., Garrido-Ramos M.A. 2005b. Reduced rates of sequence evolution of Y-linked satellite DNA in *Rumex* (Polygonaceae). *J Mol Evol* 60: 391-399.
- Navajas-Pérez R, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos M.A., Aznarte JL, Rubio-Escudero C. 2007a. SatDNA Analyzer: a computing tool for satellite-DNA evolutionary analysis. *Bioinformatics* 23:767-768.
- Nei, M., Kumar, S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Editorial Oxford University Press, USA.
- Pearson, H. 2006. What is a gene? *Nature* 441: 399-401.
- Pons, J., Gillespie, R.G., 2004. Evolution of satellite DNAs in a radiation of endemic Hawaiian spiders: does concerted evolution of highly repetitive sequences reflect evolutionary history?. *J. Mol. Evol.* 59, 632-641.
- Pons, J., Petitpierre, E., Juan, C., 2002. Evolutionary dynamics of satellite DNA family PIM357 in species of the genus *Pimelia* (Tenebrionidae, Coleoptera). *Mol. Biol. Evol.* 19, 1329-1340.
- Prabhakar S. et al. 2006. Accelerated evolution of conserved noncoding sequences in humans.
- Prak, ETL, Kazazian Jr., HH. 2000. Mobile elements and the human genome. *Nature reviews Genetics*, 1: 134-144.
- Robles, F., De la Herrán, R., Ludwig, A., Ruiz Rejon, C., Ruiz Rejon, M. and Garrido-Ramos, M. Evolution of ancient satellite DNAs in sturgeon genomes. *Gene*, 338: 133-142
- Suárez-Santiago V.N., Blanca G., Ruiz-Rejón M., Garrido-Ramos M.A. 2007. Satellite-DNA evolutionary patterns under a complex evolutionary scenario: the case of *Acrolophus* subgroup (*Centaurea* L., Compositae) from the western Mediterranean. *Gene*, 404:80-92.
- Schueler, MG. et al. 2001. Genomic and genetic definition of a functional human centromere. *Science*, 294: 109-115.
- Ugarkovic, D., Plohl, M., 2002. Variation in satellite DNA profiles-causes and effects. *EMBO J.* 21, 5955-5959.
- Ugarkovic, D. 2005. Functional elements residing within satellite DNAs. *EMBO reports*, 6: 1035-1039.
- The genome international sequencing consortium. 2001. Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature* 409: 860-921.
- Venkatesh B et al. 2006. Ancient noncoding elements conserved in the human genome. *Science*, 314: 1892.
- Venter, J.C. et al. 2001. The sequence of the Human Genome. *Science*, 291: 1304-1351.

<b>CURSO:</b>	<b>BIOINFORMÁTICA</b>
<b>CRÉDITOS ECTS: 4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>	
<p><b>Competencias específicas:</b></p> <p><i>El alumno sabrá/ comprenderá:</i></p> <p>E1. Los conceptos y métodos matemáticos, estadísticos y computacionales (algoritmos, programas, bases de datos...) que permiten resolver problemas biológicos, utilizando para ello el ADN, las proteínas e información relacionada.</p> <p><i>El alumno será capaz de:</i></p> <p>E2. Desenvolverse con soltura en entornos mixtos: Unix, Windows  E3. Manejar bases de datos bioinformáticas  E4. Rastrear bases de datos moleculares: genes, proteínas, estructuras 3D, expresión génica  E5. Analizar secuencias de ADN y proteínas  E6. Comparar secuencias y reconstruir filogenias  E7. Predecir genes computacionalmente  E8. Comparar genomas completos  E9. Manejar herramientas informáticas para hacer análisis a nivel molecular  E10. Preparar una presentación sobre bioinformática</p> <p><b>Competencias genéricas o transversales:</b></p> <p>T1. Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con la biología computacional y la bioinformática.  T2. Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), la metodología resolución de problemas en bioinformática.  T3. Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables en el área de la biología computacional.  T4. Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales. Dichos juicios pueden apoyarse en información incompleta o limitada que incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios en biología.  T5. Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación sobre bioinformática, de transmitir emociones o de asesorar a personas y a organizaciones.  T6. Desarrollar habilidades de aprendizajes que les permitan seguir estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.</p>	
<b>CONTENIDOS</b>	
<p><b>1. Genómica, bioinformática y proteómica.</b> Bases de datos de secuencias de ADN y proteínas: EMBL, Swiss-Prot, GenBank. Genomas completos: EBI, NCBI.</p> <p><b>2. Búsqueda de homologías.</b> Alineamiento local de secuencias.</p> <p><b>3. Análisis básico de secuencias de ADN y proteínas.</b></p> <p><b>4. Comparación de secuencias de ADN y proteínas.</b> Matriz de puntos. Alineamiento global: algoritmo de Needleman-Wunsch.</p> <p><b>5. Alineamiento múltiple de secuencias:</b> el algoritmo Clustal. Filogenia molecular.</p> <p><b>6. Genómica funcional.</b> Predicción computacional de genes.</p> <p><b>7. Análisis funcional a escala de genomas completos.</b> Gene Ontology (GO). Análisis de</p>	

enriquecimiento funcional.

**Páginas web de la asignatura:**

<http://bioinfo2.ugr.es/Doctorado/>

<http://bioinfo5.ugr.es/Doctorado/>

## METODOLOGÍA

Se propone una metodología docente basada en:

1.A. **Lección magistral** para cada Unidad Temática. El profesor irá presentando las líneas maestras de cada tema del programa en las clases teóricas dedicadas a lecciones magistrales, lo que irá seguido de una discusión para aclarar aquellos aspectos que hayan resultado de más difícil comprensión para los estudiantes, y de una demostración práctica de los algoritmos expuestos. No cabe duda que esta actividad enriquecerá la formación de los estudiantes, no sólo en la comprensión de la asignatura sino también en aspectos tan importantes como, por ejemplo, el espíritu crítico, la expresión oral y el ejercicio de la argumentación científica.

1.B. **Sesiones prácticas.** Consistirán en el uso de ordenadores para acceder y ejecutar programas y bases de datos genómicas on-line.

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

Competencias: E1-E10, T4, T6.

### 2. Seminarios

A lo largo del curso, cada alumno desarrollará un proyecto de Bioinformática sobre un tema tutorizado por el Profesor. El objetivo que se persigue es iniciar al alumno en la investigación bioinformática mediante el análisis de secuencias de ADN y proteínas y el manejo de las correspondientes bases de datos. Se valorará especialmente el grado de iniciativa a la hora de elegir, planear y desarrollar el trabajo. El proyecto se expondrá oralmente al resto de la clase y la nota obtenida, junto con la de evaluación continua en clase, permitirá aprobar la asignatura por curso. Este tipo de actividad aúna una serie de tareas fundamentales en la formación universitaria (búsqueda de información, análisis, síntesis, presentación y expresión oral) que son de todo punto imprescindibles en la ciencia actual.

Tiempo dedicado: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

Competencias: E1-E10, T1-T6.

TOTAL PRESENCIALIDAD: 30 HORAS (1,2 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 70 HORAS (2,8 CRÉDITOS ECTS)

## EVALUACIÓN

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

1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos bioinformáticos.

2. Las aportaciones del alumno en las clases en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.

3. Realización de ejercicios propuestos tanto para su resolución en clase como para su realización en horas no presenciales.

4. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.

6. Se tendrá en cuenta el rendimiento durante las sesiones prácticas, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Attwood, T.K. & D.J. Parry-Smith. 1999. Introduction to Bioinformatics. Addison Wesley Longman Limited, Edimburgo. (Existe traducción al castellano).
- Baxevanis, A.D. & B.F. Francis Oullette (Eds.). 2002. Bioinformatics. A practical guide to the analysis of genes and proteins. 2nd Ed. Wiley-Interscience.
- Bishop, M. 1999. Bioinformatics. Taylor & Francis, UK.
- Claverie, J.M. and C. Notredame. 2003. Bioinformatics for dummies. Wiley Publishing, Inc.
- Gibas, C. y P. Jambeck. 2001. Developing Bioinformatics Computer Skills. O'Reilly
- Higgins, D. y W. Taylor. 2000. Bioinformatics: Sequence, structure and databanks. Oxford University Press.
- Higgs, P. & T.K. Attwood 2005. Bioinformatics and molecular evolution. Blackwell Publishing.
- Kanehisa, M. 2000. Post-genome informatics. Oxford University Press
- Li, W-H. 1999. Molecular evolution. Sinauer Associates Inc., Massachusetts, 2nd. Ed.
- Mount, David W. 2001. Bioinformatics. Sequence and Genome Analysis. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Nei, M. y S. Kumar. 2000. Molecular Evolution and Phylogenetics. Oxford University Press.
- Pevsner, J. 2003. Bioinformatics and Functional Genomics. John Wiley & Sons, Inc.
- Rashidi, H.H. and L.K. Buehler. 2000. Bioinformatics Basics. Applications in Biological Science and Medicine. CRC Press, Boca Raton.
- Salzberg, S., D. Searls, and S. Kasif (Eds). 1998. Computational Methods in Molecular Biology. Elsevier Science.
- Swindell, S.R., R.R. Miller y G.S.A. Myers. 1997. Internet for the Molecular Biologist. Horizon Scientific Press, Norfolk, UK.
- Tisdall, J. 2001. Beginning Perl for Bioinformatics. O'Reilly

<b>CURSO:</b>	<b>COEVOLUCIÓN</b>
<b>CRÉDITOS ECTS: 4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>	
<p><b>Competencias específicas</b></p> <p>1.- Adquisición por el estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado o multidisciplinar, orientada a la especialización académica o profesional y a promover la iniciación en tareas académicas o investigadoras.</p> <p><b>Competencias genéricas o transversales</b></p> <p>2.- Aplicar los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con los procesos coevolutivos en contextos más amplios, dentro de la Biología, en el campo de las interacciones, tanto animal-animales, como animal-planta.</p> <p>3.- Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinarios), la metodología para la resolución de problemas propios del campo de la evolución.</p> <p>4.- Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas con argumentos motivados, redactar proyectos de trabajo o artículos científicos y formular hipótesis razonables.</p> <p>5.- Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales. Dichos juicios pueden apoyarse en información incompleta o limitada que incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.</p> <p>6.- Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación, transmitir emociones o asesorar a personas y a organizaciones.</p> <p>7.- Desarrollar habilidades de aprendizajes que permitan a los alumnos seguir estudiando, en gran medida, de un modo autodirigido o autónomo.</p>	
<b>CONTENIDOS</b>	
<p>El curso se articula en dos <b>bloques temáticos</b>, en el primero se abordan todas las bases teóricas y conceptuales relacionadas con la coevolución, incluyendo ejemplos prácticos y en el segundo se aborda un caso concreto, la coevolución en el parasitismo social.</p> <p><b>El primer bloque temático tiene los siguientes contenidos:</b></p> <p><b>Introducción.</b> Evolución y la Teoría de la Selección Natural.</p> <p><b>Definición de coevolución.</b></p> <p><b>Importancia de los procesos coevolutivos.</b></p> <p><b>Tipos de interrelaciones entre las especies.</b> Competición. Explotación. Mutualismo</p> <p><b>Evidencia de la existencia de coevolución.</b></p> <p><b>Modelos coevolutivos.</b> Co-especiación y cladogénesis paralela. Coevolución gen a gen. Carrera de armamentos coevolutiva. Alternancia coevolutiva. Desplazamiento del carácter competitivo. Invasión, coevolución y vuelta a empezar. Mimetismo Batesiano y mimetismo Müllleriano. Expansión de las relaciones mutualistas produciendo nuevas especies. Coevolución diversificadora. Coevolución de escape y radiación.</p> <p><b>Procesos coevolutivos dentro de la misma especie.</b> Coevolución entre macho y hembra. Coevolución entre padres e hijos.</p>	



### **Conclusiones.**

#### **Futuro de los estudios sobre coevolución.**

#### **El segundo bloque temático tiene los siguientes contenidos:**

**La Vida Social en los insectos.** Características de la vida social. Origen de la vida social en el reino animal. Grados de sociabilidad. Las castas. La vida social en Isópteros, Véspidos, Apidos y Formícidos.

**Tipos de fundación en las sociedades no parásitas.** Fundación dependiente o independiente. Las sociedades poligínicas. La gemación. Vuelos nupciales y apareamiento.

**La comunicación en las sociedades de insectos.** Politeísmo. La comunicación química. Otros tipos de comunicación. El reclutamiento, tipos.

**Parasitismo social.** Características del parasitismo social. Parasitismo temporal y parasitismo permanente. El esclavismo. Relaciones hospedador-parásito. Revisión de los ejemplos más clásicos de parasitismo en Isópteros, Apidos, Véspidos y Formícidos.

**Origen y evolución.** Teoría simpátrida y alopátrida sobre el origen del parasitismo. La regla de Emery. Relaciones hospedador parásito. Mecanismos de defensa o evitación del parásito por el hospedador. La carrera de armamentos en el Parasitismo social.

### **Conclusiones.**

## **METODOLOGÍA**

### **1.- Presenciales**

A. Lección magistral para cada Unidad Temática en la que se presentan los contenidos del tema, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

B. Sesiones de discusión en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten ejercicios y trabajos propuestos como actividad individual.

C.- Trabajo de laboratorio y actividades grupales:

Reconocimiento de algunas características morfológicas relacionadas con el parasitismo social y a los principales grupos de parásitos sociales

Tiempo dedicado: 1,5 créditos ECTS

D. Tutorías grupales e individuales

Tiempo dedicado: 0,2 créditos ECTS

### **2. Estudio y trabajo independiente del alumno**

Tiempo dedicado: 2,2 créditos ECTS

### **3. Evaluación**

Tiempo dedicado: 0,1 crédito ECTS

TOTAL PRESENCIALIDAD: 1,8 CRÉDITOS

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 2.2 CRÉDITOS

## EVALUACIÓN

Se valorará:

La adquisición de competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso

Las aportaciones del alumno en las sesiones de discusión en términos de ideas, dudas e interés mostrado por la materia

La realización de seminarios y su capacidad para el análisis y la discusión de trabajos de investigación

La actitud del alumno en las diferentes actividades del curso

## BIBLIOGRAFÍA

- Arnqvist, G. y Rowe, L. (2002): Antagonistic coevolution between the sexes in a group of insects. *Nature* 415: 787-789.
- Davies, N. B. (2000). *Cuckoos, Cowbirds and Other Cheats*. T & A. D. Poyser, London.
- Futuyma, D. J. (1998). *Evolutionary Biology*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.
- Hölldobler, B. y E. O. Wilson, 1990. *The Ants*. Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts
- Mori, A., P. D'Etorre and F. Le Moli. 1996. Selective acceptance of the brood of two formicine slave-making ants by host and non-host related. *Insectes Soc.* 43: 391-400
- Mori, A., P. D'Etorre y F. Le Moli. 1995. Host nest usurpation and colony foundation in the European amazon ant, *Polyergus rufescens* Latr. (Hymenoptera: Formicidae). *Insectes Soc.* 42: 279-286
- Savolainen, R., K. Vepsäläinen y R.J. Deslippe. 1996. Reproductive strategy of the slave ant *Formica podzolica* relative to raiding efficiency of enslaver species. *Insectes Soc.* 43: 201-210
- Sociobiology*, 42, n° 2: 299-317. 2003
- Soler, J. J. y Soler, M. (2000). Brood parasite interactions between great spotted cuckoos and magpies: a model system for studying coevolutionary relationships. *Oecologia* 125: 309-320.
- Soler, M. (2002). Coevolución. En *Evolución: la base de la biología* (M. Soler, Ed.), pp. 221-224. Proyecto sur de ediciones, Granada.
- Thompson, J. N. (2005). *The geographic mosaic of coevolution*. Univ. Chicago Press, Chicago.
- Thompson, J. N. y Cunningham, B. M. (2002). Geographic structure and dynamics of coevolutionary selection. *Nature* 417: 735-738.
- Tinaut, A. y F. Ruano. Parasitismo Social. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 26: 727-740. 1999
- Zamora-Muñoz, C., Ruano, F., Errard, C., Lenoir, A., Hefetz, A y A. Tinaut. Coevolution in the slave-parasite system *Proformica longiseta-Rossomyrmex minuchae* (Hymenoptera: Formicidae): arms race or evolutionary equilibrium?.

<b>CURSO:</b>	<b>MÉTODOS EN BIOLOGÍA EVOLUTIVA</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS: 4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>El objetivo general es dotar a los alumnos con una serie de conocimientos conceptuales y una caja de herramientas analítica para enfrentarse a diversos estudios de biología evolutiva, incluyendo la detección de la selección natural, la reconstrucción filogenética y la detección de adaptaciones.</p> <p>Pretendemos que los alumnos aprendan y adquieran las siguientes competencias específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar conceptos de biología evolutiva para la reconstrucción filogenética y aplicar la metodología más actual para establecer hipótesis filogenéticas y valorarlas estadísticamente.</li> <li>- Aplicar la metodología más adecuada para detectar la selección natural y las adaptaciones.</li> <li>- Valorar de forma crítica procedimientos estadísticos realizados para valorar la existencia de selección natural.</li> <li>- Valorar de forma crítica los procedimientos de reconstrucción filogenética.</li> <li>- Además, los alumnos se entrenarán en presentar y defender públicamente los procedimientos propios de la biología evolutiva.</li> </ul> <p>Y las siguientes competencias genéricas o transversales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con los procesos evolutivos en contextos más amplios.</li> <li>- Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares), la metodología para la resolución de problemas propios del campo de la biología evolutiva.</li> <li>- Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas con argumentos motivados, redactar proyectos de trabajo o artículos científicos y formular hipótesis razonables.</li> <li>- Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales. Dichos juicios pueden apoyarse en información incompleta o limitada que incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.</li> <li>- Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación, transmitir emociones o asesorar a personas y a organizaciones.</li> <li>- Desarrollar habilidades de aprendizajes que permitan a los alumnos seguir estudiando, en gran medida, de un modo autodirigido o autónomo.</li> </ul>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p><b>Métodos estadísticos para detectar la selección natural.</b> Selección univariante. Gradientes de selección multivariante. Modelos de ecuaciones estructurales. Cálculo de heredabilidad. Diseño experimental para detectar adaptación local.</p> <p><b>Reconstrucción filogenética.</b> Homología y similitud. Alineamiento de secuencias. Métodos basados en distancias. Métodos basados en parsimonia. Selección de modelos de evolución molecular. Máxima verosimilitud. Análisis bayesiano. Métodos para valorar la confianza en las hipótesis filogenéticas. El método comparativo.</p>		
<b>METODOLOGÍA</b>		
Se propone una metodología docente basada en una serie de actividades a realizar de forma		

independiente por parte del alumno y de forma grupal.

1. Lección magistral para cada unidad temática en la que se presentan los contenidos del tema, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

2. Sesiones de discusión en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten ejercicios y trabajos propuestos como actividad individual, así como la discusión crítica de artículos y capítulos de libro.

Las competencias en las que se ejercitarán los alumnos incluyen:

- la valoración crítica de fuentes de información (artículos y capítulos de libro).
- la presentación de las ideas fundamentales en las que se basan los procedimientos analíticos empleados en biología evolutiva.
- el desarrollo de habilidades de comunicación oral y argumentación.
- la búsqueda de información y su análisis crítico para capacitar en la toma de decisiones sobre que procedimiento es el más adecuado a cada situación.

Tiempo dedicado a las lecciones magistrales y clases de discusión: 10 horas (0,4 créditos ECTS).

3. Trabajo práctico en grupo

Resolución de problemas y casos prácticos de los diferentes contenidos del curso. Aquí se incluyen las prácticas con los programas de estadística y de reconstrucción filogenética.

Análisis de la bibliografía sobre distintos contenidos de la materia

Elaboración de Seminarios

Competencias:

Además de las del apartado anterior, los alumnos deben:

- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos a la resolución de problemas reales.
- Valorar las diferentes estrategias y opciones para resolver problemas en biología evolutiva.
- Elaborar los resultados de forma ordenada y lógica y presentarlos para su debate.

Tiempo dedicado: 50 horas (2 créditos ECTS).

4. Trabajo personal del alumno. Resolución de problemas planteados en clase.

Esta parte de la metodología debe conseguir que el alumno, de forma independiente, pueda:

- buscar información ajustada al problema planteado y valorarla de forma crítica.
- presentar las hipótesis en las que se basan los procedimientos analíticos empleados.
- desarrollar habilidades de comunicación oral y argumentación.
- tomar las decisiones acerca de que procedimiento es el más adecuado al problema planteado, aplicando los conocimientos teóricos adquiridos.

Tiempo dedicado: 35 horas (1,4 créditos ECTS).

5. Tutorías grupales e individuales y evaluación.

Tiempo dedicado 5 horas (0,2 créditos ECTS).

**TOTAL: 4 créditos ECTS**

TOTAL PRESENCIALIDAD: 65 HORAS (2,6 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 35 HORAS (1,4 CRÉDITOS ECTS)

## EVALUACIÓN

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

1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.

2. Las aportaciones del alumno en las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.
3. Realización de ejercicios propuestos tanto para su resolución y debate en clase como para su realización en horas no presenciales. Igualmente, se valorará la capacidad del alumno para la elaboración de trabajos e informes.
4. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.
5. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno en el aula durante las Prácticas con Ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.
6. Se valorará la calidad del informe final que debe dar respuesta a un problema planteado, especificando claramente las hipótesis de partida, la metodología empleada, los resultados y la discusión en un marco amplio.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Avise JC. 2004. Molecular markers, natural history, and evolución. Sinauer
- Bell, G. 1997. Selection: the mechanism of evolution. Springer
- Berry, R.J., T.J. Crawford y G.M. Hewitt 1992. Genes in ecology. Blackwell Sciences.
- Bulmer, M. 1994. Theoretical evolutionary ecology. Sinauer.
- Conner, J.K. & D.L. Hartl 2004. A primer of ecological genetics. Sinauer Ass.
- Coyne, J.A. and H. A. Orr 2004. Speciation. Sinauer Ass.
- Epperson, B.K. 2003. Geographical genetics. Princeton Univ. Press.
- Felsenstein JF. 2004. Inferring phylogenies. Sinauer.
- Fox C.W., D.A. Roff & D. J. Fairbairn 2001. Evolutionary Ecology. Oxford University Press.
- Harvey, P.H. y M.D. Pagel 1991. The comparative method in evolutionary biology. Oxford University Press.
- Harvey, P.H., A.J.L. Brown, J. Maynard Smith y S. Nee 1996. New uses for new phylogenies. Oxford University Press.
- Mousseau, T.A., B. Sinervo and J. Endler 2000. Adaptive genetic variation in the wild. Oxford Univ. Press.
- Nei M, Kumar S. 2000. Molecular Evolution and Phylogenetics Oxford UP.
- Okasha, S. 2006. Evolution and the levels of selection. Oxford University Pres.
- Paradis E. 2006. Analysis of phylogenetics and evolution with R. Springer.
- Sober, E. 1984. The nature of selection. Chicago University Press.
- Sober, E. & Orzack 2001. Adaptationism and optimality. Cambridge University Press.
- Stearns, S. C. 1992. The evolution of life histories. Oxford University Press.
- Stearns, S.C. y R.F. Hoekstra 1999. Evolution, an introduction. Oxford University Press.

<b>CURSO:</b>	<b>TÉCNICAS MOLECULARES DE ANÁLISIS GENÉTICO</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS: 5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>		
<b>Genéricos o Transversales:</b>		
<i>Los alumnos serán capaces de:</i>		
T1. Elaborar con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables.		
T2. Emitir juicios en función de criterios incluyendo reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.		
T3. Asesorar a personas y a organizaciones.		
T4. Presentar públicamente ideas, hipótesis y resultados de investigación.		
T5. Desarrollar habilidades de aprendizaje que le permitan seguir estudiando y aplicando técnicamente sus estudios de un modo autodirigido o autónomo.		
T6. Desarrollar capacidad para el trabajo en grupo.		
T7. Desarrollar soltura en la obtención y análisis de información de distintas fuentes.		
<b>Específicos:</b>		
<i>Los alumnos sabrán/ comprenderán:</i>		
E1. Los procedimientos propios de la Genética molecular.		
<i>Los alumnos serán capaces de:</i>		
E2. Aplicar en entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinares los fundamentos teóricos básicos y las utilidades de las técnicas moleculares de análisis genético.		
E3. Aplicar en entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinares, la metodología propia de la Genética molecular.		
E4. Resolver problemas genéticos.		
E5. Diseñar experimentos en los que se utilicen las herramientas propias de la Genética molecular.		
E6. Analizar, interpretar, valorar, discutir y comunicar los datos procedentes de los experimentos de Genética molecular.		
E7. Manejar correctamente el instrumental habitual en un laboratorio de Genética molecular.		
E8. Utilizar programas informáticos de análisis de secuencias de ácidos nucleicos.		
E9. Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la Genética molecular.		
E10. Valorar los aspectos sociales de la investigación en Genética molecular.		
<b>CONTENIDOS</b>		
<b>PCR.</b> Fundamentos teóricos. Criterios y fundamentos en el diseño de cebadores. RT-PCR. qPCR.		
Prácticas de laboratorio: Diseño de cebadores. Amplificación por PCR de secuencias de ADN.		

**Clonación de ADN.** Fundamentos teóricos. Vectores de clonación.

Prácticas de laboratorio: Diseño de experimento de clonación. Experimento de clonación.

**Inmunofluorescencia.** Fundamentos teóricos.

Prácticas de laboratorio: Diseño de experimento de expresión génica mediante inmunodetección.  
Experimento de inmunodetección.

**Hibridación *in situ*.** Fundamentos teóricos. Marcaje de sondas.

Prácticas de laboratorio: Experimento de hibridación, mediante la técnica FISH, con diferentes tipos de sondas sobre cromosomas fijados.

## METODOLOGÍA

Este es un curso eminentemente metodológico en el que se imparten nociones teóricas sobre los fundamentos de las técnicas experimentales propuestas, se propone a los estudiantes la búsqueda de bibliografía sobre las distintas técnicas y los últimos avances en su desarrollo así como se desarrolla la capacidad para elaborar seminarios y se realizan los distintos experimentos propuestos. Así, la docencia se realiza según el siguiente plan de actividades:

**1.** Lección magistral en la que se presentan los contenidos del tema y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.

Tiempo dedicado: 10 horas (0,4 créditos ECTS).  
Competencias: T2, T3, E1, E2, E3.

**2.** Trabajo de laboratorio y actividades grupales:

Prácticas de laboratorio

Prácticas de simulación en ordenador

Análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia

Elaboración de Seminarios

Presentación de una memoria de los diferentes experimentos diseñados, y de los resultados y conclusiones obtenidos.

Tiempo dedicado: 60 horas (2,4 créditos ECTS).  
Competencias: T2, T4, T5, T6, T7, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10.

**3.** Tutorías grupales e individuales y evaluación: 5 horas (0,2 créditos ECTS).

**4.** Estudio y trabajo independiente del alumno.

Tiempo dedicado: 50 horas (2 créditos ECTS).  
Competencias: T1, T5, T7, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8, E9, E10.

**TOTAL PRESENCIALIDAD: 75 HORAS (3 CRÉDITOS ECTS)**

**TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 50 HORAS (2 CRÉDITOS ECTS)**

## EVALUACIÓN

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

1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.

2. Las aportaciones del alumno en el diseño de experimentos en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia.

3. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.

4. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno en el laboratorio durante las Prácticas de Laboratorio, su interés por aprender las técnicas y su destreza con éstas.

5. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno en el aula durante las Prácticas de simulación en ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

6. Se valorará muy especialmente la presentación de una memoria en la que se recojan el diseño de los experimentos realizados y los resultados y las conclusiones obtenidas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Brown, T. A. 2001. *Gene cloning and DNA analysis 4<sup>th</sup> edition*. Editorial: Blackwell Science Ltd., Gran Bretaña.

Dorak, MT. 2006. *Real Time PCR*. Editorial: Taylor and Francis Group.

Sambrook, J., Fritsch, E.F., Maniatis, T., 1989. *Molecular cloning. A laboratory manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.

Schwarzacher T., Heslop-Harrison P. 2000. *Practical in situ hybridization*. Editorial: BIOS Scientific Publishers, USA.



<b>CURSO:</b>	<b>ANÁLISIS DEL GENOMA</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>	<b>5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>a) Aplicar conceptos amplios y multidisciplinarios sobre la organización y función del genoma al desarrollo y evolución de la determinación genética del sexo y la diferenciación sexual</p> <p>b) Plantear y resolver cuestiones y argumentos relacionados con la organización y función del genoma</p> <p>c) Demostrar capacidad de síntesis y de transmisión de conocimientos a través de la redacción y exposición de trabajos.</p> <p>d) Emitir juicios y opiniones sobre planteamientos publicados en foros de discusión y demostrar capacidad para plantear sus propios argumentos y cuestiones a otros.</p> <p>e) Demostrar capacidad para exponer sus propias ideas y conclusiones a otros y emitir opiniones, asesorar o criticar las verdades por otros.</p> <p>f) Demostrar capacidad de adquisición autónoma de información con la que elaborar sus trabajos y sus propuestas de discusión, así como para dar soporte a sus intervenciones frente a otros.</p>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p><b>Mecanismos genéticos de la determinación y la diferenciación sexual.</b> Principales genes implicados en el desarrollo del sexo. Control genético de la determinación sexual. Anomalías en la determinación genética del sexo.</p> <p><b>Evolución del sexo y la reproducción sexual.</b> Origen del sexo y la reproducción sexual. Papel de la competencia entre sexos como motor evolutivo. La degeneración del cromosoma Y. Competencia entre alelos del mismo gen e implicaciones en la evolución del sexo.</p> <p><b>La impronta genética.</b> La impronta como expresión diferencial entre alelos procedentes de cada sexo. Origen evolutivo de la impronta. Papel de la impronta en el desarrollo. La impronta genética y su relación con enfermedades hereditarias.</p> <p><b>Genética forense.</b> Estructura del genoma. Análisis de polimorfismos. Aspectos éticos y legales.</p>		
<b>METODOLOGÍA</b>		
<p>1. Clases Magistrales: se imparten clases magistrales relacionadas con cada uno de los cuatro contenidos del curso en las que se recuerdan los fundamentos básicos de cada tema, y se resalta la relación entre la organización del genoma y su funcionalidad. La focalización de estos conceptos en un carácter concreto, el sexo, responde a que el análisis de éste carácter permite abordar tanto aspectos relacionados con la organización del genoma y la influencia que éste tiene en la regulación génica, aspectos evolutivos que modulan la organización y evolución del genoma, culminando en la impronta genética, como un mecanismo surgido de la propia competencia entre los genomas de distintos sexos. La propia reproducción sexual ha contribuido así a una organización del genoma llena de secuencias repetidas, intrones y demás ADN considerado en ocasiones "parásito" o "basura" que, sin embargo constituye una de las mejores herramientas de identificación genética y genética forense.</p> <p>Competencias: A, B.</p> <p>2. Discusiones: Se promueve la discusión sobre los temas tratados a través de foros de internet incluidos en cursos específicos dentro de una plataforma de enseñanza virtual. En nuestro Departamento, la práctica totalidad de las asignaturas que se imparten están incluídas en una plataforma "Moodle", no siendo una excepción este curso de doctorado, que hace un uso intensivo de la misma, fundamentalmente para entablar discusiones y expresión de opiniones a través de los foros incluídos en el curso.</p>		

Competencias: C, D, E, F.

Tiempo dedicado a clases magistrales y sesiones de discusión: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

3. Realización y presentación de trabajos: tanto de revisión bibliográfica como de resolución de cuestiones y casos propuestos por el profesor o por otros alumnos

Competencias: C, D, E, F.

4. Prácticas de Laboratorio: fundamentalmente destinadas al conocimiento de técnicas básica de genética forense y de identificación genética.

Competencias: A, B.

Tiempo dedicado a las actividades 3 y 4: 15 horas (0,6 créditos ECTS).

5. Tutorías grupales e individuales y evaluación: 7,5 horas (0,3 créditos ECTS).

6. Estudio y trabajo independiente del alumno.

Tiempo dedicado: 87,5 horas (3,5 créditos ECTS).

TOTAL PRESENCIALIDAD: 37,5 HORAS (1,5 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 87,5 HORAS (3,5 CRÉDITOS ECTS)

### EVALUACIÓN

La evaluación se realizan fundamentalmente atendiendo a cuatro apartados:

- a) Realización de tests y pruebas escritas y "on line".
- b) Elaboración de trabajos de recopilación y síntesis de información obtenida de artículos originales de investigación.
- c) Exposición de trabajos en los que se valora la capacidad del alumno de expresar y transmitir los conocimientos adquiridos.
- d) Participación y comportamiento en las actividades desarrolladas en el curso, prácticas en laboratorio y participación en las discusiones.

### BIBLIOGRAFÍA

Steinemann S & Steinemann M. Y chromosomes: born to be destroyed. *Bioessays* 27:1076-1083. 2005

Hickey, D. SELFISH DNA: A SEXUALLY-TRANSMITTED NUCLEAR PARASITE. *Genetics* 101:519-531 (1982)

Reik, W., Contância, M., Fowden, A., Anderson, N., Dean, W., Ferguson-Smith, A, Tycko, B., Sibley, C. Regulation of supply and demand for maternal nutrients in mammals by imprinted genes. *J. Physiol.* 547:35-44 (2003)

Ohlsson, R., Hall, K., Ritzen, M. *Genomic Imprinting: Causes and Consequences*. Cambridge University Press.

Li, R. *Forensic Biology: Identification and DNA Analysis of Biological Evidence*. CRC Press.

<b>CURSO:</b>	<b>GENÉTICA DE LA CONSERVACIÓN</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>	<b>5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>La World Conservation Union (IUCN), la organización más importante en la conservación biológica internacional, reconoce la necesidad crucial de conservar la diversidad genética como uno de los tres niveles fundamentales de biodiversidad. Este curso provee de los conceptos y métodos de análisis requeridos para entender la importancia de los factores genéticos en la extinción de especies y los medios para amortiguar sus efectos.</p> <p>La Genética de la conservación comprende, entre otras, las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manejo genético de poblaciones pequeñas para retener su diversidad genética y minimizar la endogamia.</li> <li>2. Resolución de las inconsistencias taxonómicas y la delineación de las unidades de manejo.</li> <li>3. El uso de análisis genético y molecular en análisis forense de vida silvestre y una mejor comprensión de la biología de los organismos.</li> <li>4. Utilización de datos genéticos para la de recuperación de especies en peligro de extinción.</li> </ol> <p>El presente curso hará uso de ejemplos procedentes de la literatura y de la investigación original de nuestro grupo para ejemplificar la teoría y los distintos enfoques de que se ha valido la genética de la conservación en el planteamiento de problemas donde la disminución de la variación genética ha producido serios efectos en las poblaciones naturales. Al final del curso, el alumno será capaz de identificar problemáticas locales y nacionales en la conservación de especies que podrían requerir el uso de las herramientas y análisis de la genética de la conservación.</p>		
<b>COMPETENCIAS</b>		
<b>Competencias genéricas:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introducir al alumno en los conocimientos teóricos de la Genética de la conservación así como sus aplicaciones prácticas en problemas concretos relacionados con la conservación de la diversidad biológica.</li> <li>2) Defender ideas de forma razonada, expresar reflexiones personales y emitir juicios basados en la información obtenida.</li> <li>3) Elaborar adecuadamente composiciones escritas, memorias justificativas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la Genética de la conservación.</li> <li>4) Comprender las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de las posibles medidas a tomar en función de los resultados obtenidos.</li> <li>5) Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación.</li> <li>6) Desarrollar habilidades de aprendizajes autodirigido o autónomo.</li> </ol>		
<b>Competencias específicas:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>8) Comprender la importancia de la variación genética en el origen y perpetuación de las especies.</li> <li>9) Conocimiento de herramientas genéticas disponibles para el desarrollo de estudios genéticos aplicados a la conservación mediante la evaluación la diversidad biológica.</li> <li>10) Identificar los principales factores naturales y antropogénicos que han causado la disminución de la variación genética y su vinculo con al extinción.</li> <li>11) Conocer los diversos métodos de manejo de poblaciones silvestres enfocados a disminuir la perdida de variación genética.</li> <li>12) Aplicación de la metodología genética y análisis de variación genética de especies en peligro, tanto de las técnicas de laboratorio como de herramientas analíticas.</li> <li>13) Integración de los resultados genéticos en la aplicación de medidas correctoras para poblaciones que se encuentren en peligro.</li> <li>14) Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la conservación.</li> </ol>		

## CONTENIDOS

**1. Introducción.** La sexta extinción. Conservación de la biodiversidad. Especies en peligro y extintas. ¿Qué es una especie amenazada?. Causas de la extinción. Genética de la conservación.

**2. Diversidad genética.** Importancia de la diversidad genética. Medidas de la diversidad genética. El equilibrio de Hardy-Weinberg. Diversidad genética baja en especies amenazadas. Evolución y diversidad genética.

**3. Genética evolutiva de poblaciones naturales.** Factores que controlan la evolución de las poblaciones. Mutación. Migración y flujo génico. Selección natural y adaptación. Interacciones genotipo-ambiente. Balance entre mutación y selección.

**4. Las consecuencias genéticas de la disminución del tamaño de la población.** El tamaño de la población en la genética de la conservación. Pérdida de la diversidad genética. Efectos aleatorios y deriva génica. Efectos de la restricción del tamaño de las poblaciones. Endogamia. Medidas del tamaño poblacional. Fragmentación de poblaciones. Selección natural en poblaciones pequeñas.

**5. Genética de la extinción.** Genética de las especies amenazadas. Depresión endogámica. Medidas de la depresión endogámica. La relación entre la depresión endogámica y la extinción. Pérdida de diversidad genética y extinción. Poblaciones genéticamente viables. Análisis de viabilidad poblacional

**6. Taxonomía y la definición de las unidades de manejo.** La importancia de la taxonomía en conservación. El concepto de especie y subespecie. Uso del análisis genético para delimitar especies. Distancia genética. Análisis filogenético y Filogeografía. Depresión por hibridación.

**7. Conservación, registro y protección de variedades.** Conservación y control de recursos genéticos. Mejora de conservación. Derechos y registros de variedades. Protección de variedades

**8. Genética molecular en el análisis de especies amenazadas.**

**8A. El caso de los esturiones.** Interés básico y aplicado de los esturiones y la situación crítica en la que se encuentran en la actualidad. Uso de los marcadores moleculares para el control de la comercialización de su carne y del caviar y su utilidad para la conservación de los esturiones. Utilización de los marcadores moleculares para aclarar las especies de esturiones que habitan en las distintas regiones (haciendo énfasis en la Península Ibérica). Experiencias de recuperación de esturiones.

**8B. El caso de las especies vegetales en Sierra Nevada.** Endemismos de Sierra Nevada. Situación en cuanto a conservación de dichos endemismos. Aplicación de los datos moleculares a casos concretos: El Género *Muscari*. El Género *Centaurea*. El caso de *Arenaria nevadensis* (Caryophyllaceae)

## METODOLOGÍA

La metodología a seguir en este curso será con clases de discusión que fomenten la participación de los alumnos y clases magistrales. El profesor proporcionará una relación de ejercicios, lecturas de artículos de interés relacionados con el tema a tratar, fuentes bibliográficas, etc, para que el alumno prepare las sesiones de discusión (Competencias: 2, 4, 6, 9, 10, 11).

Con las clases magistrales el profesor aclarará conceptos o dudas que no se hubieran resuelto hasta ese momento (Competencias: 1, 4, 8, 9, 10, 11).

Los alumnos desarrollarán una breve exposición (al final del curso) de un caso local o nacional donde se hayan aplicado herramientas relacionadas con la Genética de la conservación, e incluso se podrán incluir temas de investigación que los mismos alumnos propongan como futuros proyectos de investigación y aplicación. El profesor proporcionará la documentación y bibliografía necesaria para que el alumno pueda llevar a cabo su trabajo de forma autónoma (Competencias: 3, 5, 12, 13, 14).

Se utilizará material audiovisual como herramientas didáctica, tanto por parte del profesor como en la exposición de seminarios de los alumnos.

Por otro lado, se utilizará la plataforma Moodle como medio de docencia ya que permite la interacción entre alumnos y profesores.

### **Tutorías**

Se establecerán sesiones de Tutorías presenciales en las que los alumnos podrán comentar con el profesor cualquier duda surgida a raíz de la elaboración de los seminarios o de actividades desarrolladas en clase. Así mismo podrán ponerse en contacto con el profesor por correo electrónico y mediante los foros de Moodle tanto con el profesor como sus compañeros.

## **EVALUACIÓN**

La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso se evaluarán tomando en consideración la asistencia al curso, la participación activa de los alumnos en clase (aportación de ideas, análisis crítico de las mismas utilizando una terminología adecuada, dudas...), destreza en la búsqueda de bibliografía y redacción de trabajos, la entrega y exposición de los seminarios defendiendo y argumentando debidamente las ideas desarrolladas en ellos.

### **RELACIÓN DE HORAS Y CRÉDITOS ECTS**

Metodología y Desarrollo del Curso	37.5 horas (1.5 créditos ECTS)
Tutorías y Evaluación	5.0 horas (0.2 créditos ECTS)
Estudio y Trabajo Autónomo del Alumno	82.5 horas (3.3 créditos ECTS)

TOTAL PRESENCIALIDAD: 42.5 HORAS (1.7 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 82.5 HORAS (3.3 CRÉDITOS ECTS)

## **BIBLIOGRAFÍA**

Allendorf F.W. and Luikart G. 2006. Conservation and the Genetics of Populations. Blackwell Publishing, 592 paginas.

Avice J.C. 2004. Molecular Markers, Natural History, and Evolution. Sinauer Associates, 684 paginas.

Avice J.C. and Hamrick J.L. 1996. Conservation Genetics. Springer, 536 páginas.

Frankham R., Ballou J.D. and Briscoe D.A. 2002. Introduction of Conservation Genetics. Cambridge University Press. 640 paginas.

Bain M.B., Haley N., Peterson D.L., Arend K.K., Mills K.E. and Sullivan P.J. 2007. Recovery of a US endangered fish. PLoS ONE 2:168.

Carmona R., Domezain A., García-Gallego M., Hermando JA., Rodríguez F., Ruiz-Rejón M (Eds) 2008. Biology, consevation and sustainable development of sturgeons. Fish and Fisheries Series 29. Springer.

Cubero J.I. 1999. Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa, 365 páginas.

De la Herrán, R., Robles, F., Martínez-Espín, E., Lorente, J.A., Ruiz Rejón, C., Garrido-Ramos M.A., Ruiz Rejón, M. 2004. Genetic identification of western mediterranean sturgeons and its implication for conservation. Conservation Genetics 5: 545-551.

Garrido-Ramos M., Soriguer M.C., de la Herrán R., Jamilena M., Ruiz Rejón C, Domezain A, Hernando J., Ruiz Rejón, M. 1997 Morphometric and Genetic Analysis as proof for the existence of two sturgeon species in the Guadalquivir River. Mar. Biol., 129:33-39.

López-Flores I., Suárez-Santiago V.N., Romero-García A.T., De la Herrán R. and Blanca G. 2008 Isolation and characterization of eight polymorphic microsatellite loci for the critically endangered *Arenaria nevadensis* (Caryophyllaceae). Consevation genetics 9:1695-1697

Ludwig A., Debus L., Lieckfeldt D., Wirgin I., Benecke N., Jenneckens I., Williot P., Waldman J.R. and Pitra C. 2002. When the American sea sturgeon swam east. *Nature* 419:447-448.

Suárez-Santiago V.N., Blanca G., Ruiz-Rejón M. and Garrido-Ramos M. 2007. Satellite-DNA evolutionary patterns under a complex evolutionary scenario: The case of *Acrolophus* subgroup (*Centaurea* L., Compositae) from the western Mediterranean. *Gene* 404:80-92.

Suárez-Santiago V N., Salinas M.J., Romero-Garcia A.T., Garrido-Ramos M.A. De la Herran R. Ruiz-Rejon C., Ruiz-Rejon, M. and Blanca G. 2007. Polyploidy, the major speciation mechanism in *Muscari* subgenus *Botryanthus* in the Iberian Peninsula. *Taxon* 56:1171-1184.

Tiedemann R., Moll K., Paulus K.B., Scheer M., Williot P., Bartel R., Gessner J., Kirschbaum F. 2007. Atlantic sturgeons (*Acipenser sturio*, *Acipenser oxyrinchus*): American females successful in Europe. *Naturwissenschaften*. 94:213-217.

Young A.G, Clarke G.M., Cowlshaw G. and Woodroffe R. 2000. *Genetics, Demography and Viability of Fragmented Populations (Conservation Biology)*. Cambridge University Press, 456 paginas.

<b>CURSO:</b>	<b>DISCUSIONES MULTIDISCIPLINARES SOBRE EVOLUCIÓN</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>	<b>4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Desarrollar en los alumnos capacidades de análisis y síntesis de la información científica, incluyendo capacidades de comprensión, razonamiento y crítica científica, así como de expresión oral, debate y argumentación lógica.</p> <p><b>Competencias:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar a entornos multidisciplinares los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con la teoría evolutiva.</li> <li>• Aplicar a entornos multidisciplinares la metodología y resolución de problemas evolutivos.</li> <li>• Elaborar adecuadamente argumentación motivada sobre artículos científicos.</li> <li>• Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a los estudios evolutivos.</li> <li>• Presentar públicamente artículos de investigación, y de fomentar la discusión y el debate sobre los mismos.</li> <li>• Desarrollar habilidades de análisis y síntesis que permitan el aprendizaje autónomo de los estudiantes.</li> </ul>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p>Sesiones de discusión sobre temas de actualidad relacionados con la interpretación actual de diversos aspectos de la teoría evolutiva, tales como el origen de la vida, la historia evolutiva, el ritmo de la evolución, los mecanismos de evolución, etc. Los contenidos exactos se determinarán cada año en función de las publicaciones recientes sobre los temas mencionados.</p>		
<b>METODOLOGÍA</b>		
<p>Se realizarán 16 sesiones de 2 horas en las que todos los participantes habrán estudiado en profundidad un artículo de investigación, y éste será presentado por uno de los alumnos. Además, habrá una sesión final de 4 horas donde se sintetizará lo debatido en las sesiones anteriores y los profesores evaluarán las capacidades de comprensión, razonamiento y crítica demostradas por los alumnos.</p> <p>Para garantizar la multidisciplinaridad de las sesiones, este curso será impartido simultáneamente por tres profesores pertenecientes, al menos, a dos áreas de conocimiento diferentes.</p> <p>Desglose de horas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 36 horas presenciales, participando en las sesiones de debate</li> <li>- 64 horas de estudio para leer los artículos y preparar su exposición y/o discusión.</li> </ul>		
<b>EVALUACIÓN</b>		
<p>Se propone un sistema de evaluación continua en el que se valorará:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.</li> <li>2. Las aportaciones del alumno en las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.</li> </ol>		

3. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno, así como la claridad en la exposición oral, debate y argumentación lógica.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Los contenidos exactos se determinarán cada año en función de las publicaciones recientes sobre los temas mencionados. De ahí que, cada año, se establecerán los artículos que sirvan como base para las sesiones de discusión.



<b>CURSO:</b>	<b>GENÉTICA, GENÓMICA Y MEJORA VEGETAL</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>	<b>4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Con este curso de doctorado, se pretende poner de manifiesto los diferentes avances en el campo de la Mejora genética vegetal, relacionados con las áreas de la Genética y la Genómica. Así, se abordan aspectos tanto de la evaluación de recursos genéticos en poblaciones naturales como cultivadas, la utilidad de la mejora genética y la aplicación de sus herramientas (como los cruzamientos dirigidos, la manipulación cromosómica o la transgénesis), así como otros avances derivados del análisis global de los genomas mediante aproximaciones estructurales y funcionales, mediante el estudio de la Genómica.</p>		
<b>COMPETENCIAS</b>		
<b>Competencias genéricas:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introducir al alumno en los conocimientos teóricos de la Mejora genética así como sus aplicaciones prácticas en problemas concretos relacionados con la agricultura de nuestro entorno.</li> <li>2) Alcanzar la capacidad para defender ideas de forma razonada, expresar reflexiones personales y emitir juicios basados en la información obtenida.</li> <li>3) Elaborar adecuadamente composiciones escritas, memorias justificativas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la Mejora genética.</li> <li>4) Comprender las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de las posibles medidas a tomar en función de los resultados obtenidos.</li> <li>5) Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación.</li> <li>6) Desarrollar habilidades de aprendizajes autodirigido o autónomo.</li> </ol>		
<b>Competencias específicas:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>8) Comprender la importancia de la variación genética en la mejora de plantas.</li> <li>9) Conocimiento de herramientas genéticas disponibles para el desarrollo de estudios genéticos aplicados a la mejora mediante la evaluación de la diversidad biológica.</li> <li>10) Identificar los principales factores naturales y antropogénicos que han causado la disminución de la variación genética y su posible vínculo con la agricultura.</li> <li>11) Conocer los diversos métodos y su aplicación al manejo de poblaciones silvestres y cultivadas enfocados a la Mejora genética</li> <li>12) Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la Mejora</li> </ol>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p><b>I. RECURSOS GENÉTICOS DE INTERÉS EN AGRICULTURA.</b> Importancia de los recursos genéticos. Recursos genéticos y caracteres productivos. El impacto de la agricultura sobre los recursos genéticos de las poblaciones naturales</p>		
<p><b>II. BASES GENÉTICAS DE LA MEJORA VEGETAL.</b> Mejora genética y el material vegetal. Caracteres de variación continua y discontinua.</p>		
<p><b>III. MÉTODOS DE SELECCIÓN Y ESTRATEGIAS DE MEJORA.</b> Selección y mejora de líneas puras. Retrocruzamiento. Mejora de variedades de polinización libre. Variedades híbridas. Variedades de reproducción asexual y especies apomícticas.</p>		
<p><b>IV. MÉTODOS ESPECIALES DE MEJORA VEGETAL.</b> Poliploidía, haploidía y aneuploidía. Mutagénesis artificial. Cultivos celulares.</p>		
<p><b>V. MARCADORES MOLECULARES.</b> Tipos y características. Identificación genotípica. Selección asistida por marcadores moleculares: metodologías y utilidades. Aplicaciones al diagnóstico genético. Mapas genéticos saturados. Análisis de QTLs. Clonaje posicional de genes.</p>		
<p><b>VI. GENÓMICA ESTRUCTURAL.</b> El análisis global del genoma: <i>Arabidopsis thaliana</i> como modelo</p>		

experimental. Secuenciación del genoma. Análisis de la información. Anotación de genes.

**VII. GENÓMICA COMPARADA.** El genoma de especies de interés agronómico. Sintenia y microsintenia en el genoma de brásicas. Genómica comparada en cereales, solanáceas y leguminosas.

**VIII. GENÓMICA FUNCIONAL.** Estudio del transcriptoma: las colecciones de ESTs. Análisis globales de expresión: chips de DNA.

**IX. CARACTERES AGRONÓMICOS.** Mejora de la producción. Resistencia a enfermedades y plagas. Adaptación a condiciones adversas. Mejora de la calidad. Registro y conservación varietal. Aspectos técnicos y legales.

**X. HERRAMIENTAS BIOINFORMÁTICAS PARA EL ANÁLISIS GENÓMICO.** Herramientas para un proyecto de secuenciación de un genoma de plantas. Ensamblado y búsqueda de contigo. Alineamientos. Bases de datos bioinformáticas. Análisis de los datos genómicos. Filogenias. Análisis de microarrays

## METODOLOGÍA

La dinámica del curso será con clases de participación por parte del alumnado así como complementado con ejercicios y lecturas de artículos relacionados. Se hará uso de material audiovisual y en algunas partes del temario de presentación de seminarios por parte de los alumnos auxiliándose de material audiovisual.

### RELACIÓN DE HORAS Y CRÉDITOS ECTS

Metodología y Desarrollo del Curso	25 horas (1 crédito ECTS)
Tutorías y Evaluación	5 horas (0.2 créditos ECTS)
Estudio y Trabajo Autónomo del Alumno	70 horas (2.8 créditos ECTS)

TOTAL PRESENCIALIDAD: 30 HORAS (1,2 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 70 HORAS (2,8 CRÉDITOS ECTS)

## EVALUACIÓN

Para evaluar el curso se pondrá a consideración la entrega de ensayos, asistencia al curso y participación activa de los alumnos. Al final del curso y como parte del último tema, se les pedirá una breve exposición de un caso local o nacional donde se haya aplicado herramientas relacionadas con la genética de la conservación, e incluso se podrán incluir temas de investigación que los mismos alumnos propongan como futuros proyectos de investigación y aplicación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Heldt, H.W. (1998). *Plant Biochemistry and Molecular Biology*. Oxford University Press.
- Howell, S.H. (1998). *Molecular Genetics of Plant Development*. Cambridge University Press.
- Hughes, M.A. (1996). *Plant Molecular Genetics*. Longman.
- Meins, JF JT y Kunz C (1994). Gene Inactivation and Homologous Recombination in Plants (J. Paszkowski, ed.), pp. 335-348. Kluwer Academic Press.
- Meyer P (1995). Gene silencing in higher plants and related phenomena in other eukaryotes (Meyer, P. ed.), pp. 15-28. Springer Verlag.
- Murray, D.R. (1995). *Advanced Methods in Plant Breeding and Biotechnology*. CAB International.
- Nuez, F. y Carrillo, J.M. (eds.). (2000). *Los marcadores genéticos en la Mejora Vegetal*. Univ. Politécnica de Valencia.
- Nuez, F., Carrillo, J.M. y Lozano, R. (eds.). (2002). *Genómica y Mejora Vegetal*. Ed. Mundi-Prensa.
- Old, R.W y Primrose, S.B. (1998). *Principles of Gene Manipulation. An Introduction to Genetic Engineering* (6th edition). Blackwell Science.
- Rugh CL, Senecoff JF, Meagher RB y Merkle SA (1998). Development of transgenic yellow poplar for mercury phytoremediation. *Nature Biotechnology*, 16: 925-928.
- Trends in Biotechnology (1995). *Plant-product and crop biotechnology. Special Issue. Vol., 13(9)*.

<b>CURSO:</b>	<b>GENÉTICA Y GENÓMICA EN LA ACUICULTURA</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS: 5</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Con este curso de doctorado, se pretende poner de manifiesto los diferentes avances en el campo de la acuicultura, concretamente en los dos principales grupos de organismos que conforman la producción Acuícola en España, los peces y los moluscos, relacionados con las áreas de la Genética y la Genómica. Así, se abordan aspectos tanto de la evaluación de recursos genéticos en poblaciones naturales como cultivadas, la utilidad de la mejora genética y la aplicación de sus herramientas (como la manipulación cromosómica o la transgénesis), así como otros avances derivados del análisis global de los genomas de estos organismos mediante aproximaciones estructurales y funcionales, mediante el estudio de la Genómica.</p>		
<b>OBJETIVOS:</b>		
<b>Objetivos generales:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introducir al alumno en los conocimientos de los avances en las diferentes áreas de investigación relacionadas con la aplicación de la Genética y la Genómica en la acuicultura.</li> <li>2) Presentar las herramientas genéticas disponibles para el desarrollo de cultivos de organismos acuáticos</li> <li>3) Elaborar adecuadamente composiciones escritas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la acuicultura.</li> <li>4) Expresar reflexiones personales, emitir juicios y defender ideas de forma razonada.</li> <li>5) Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación.</li> <li>6) Desarrollar habilidades de aprendizajes autodirigido o autónomo.</li> </ol>		
<b>Objetivos específicos:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>7) Comprender la importancia de la Genética, así como de las herramientas que nos aporta, en el desarrollo de la acuicultura.</li> <li>8) Entender los principios básicos propios de la Genética que se aplican al cultivo de organismos de interés en acuicultura.</li> <li>9) Conocer las principales herramientas genéticas utilizadas para la mejora de los cultivos acuícolas</li> <li>10) Profundizar en las nuevas tecnologías genómicas y sus posibles usos en el desarrollo de la acuicultura.</li> <li>11) Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la acuicultura</li> </ol>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p><b>1. RECURSOS GENÉTICOS DE PECES Y MOLUSCOS DE INTERÉS EN ACUICULTURA.</b> Importancia de los recursos genéticos en acuicultura. Recursos genéticos y caracteres productivos. El impacto de la acuicultura sobre los recursos genéticos de las poblaciones naturales</p>		
<p><b>2. UTILIZACIÓN DE MARCADORES GENÉTICOS EN ACUICULTURA.</b> Generalidades y características de los marcadores moleculares. El estudio de la estructura genética de las poblaciones naturales y cultivadas. Identificación de especies: variabilidad molecular y estructura genética de las poblaciones. Estrategias en el diagnóstico molecular para la identificación de especies comerciales. Análisis de parentescos mediante el uso de marcadores moleculares. Test de paternidad. Utilización de marcadores moleculares para el diagnóstico e identificación taxonómica de agentes patógenos.</p>		
<p><b>3. FUNDAMENTOS DE LA MEJORA GENÉTICA EN ACUICULTURA.</b> Caracteres cuantitativos. Deriva genética. Selección artificial.</p>		
<p><b>4. DISEÑO DE PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA EN ACUICULTURA.</b> Consideraciones generales sobre los programas de mejora genética en acuicultura. Objetivo de un programa de mejora. Elección de la población base y del sistema de cruzamiento. Desarrollo del sistema de evaluación y selección. Control de la consanguinidad en programas de mejora.</p>		

**5. MAPAS GENÉTICOS EN ACUICULTURA.** Conceptos básicos de ligamiento y recombinación. Marcadores genéticos para la cartografía genética. Cartografía genética. Estructura cromosómica y localización de centrómeros: análisis de medias tétradas. Importancia básica y aplicada de los mapas genéticos.

**6. LOCALIZACIÓN DE GENES Y SELECCIÓN MEDIANTE MARCADORES MOLECULARES.** Análisis de asociación. Utilización de marcadores en selección. Resultados experimentales en peces y moluscos

**7. INDUCCIÓN DE LA TRIPLOIDÍA Y LA GINOGENESIS PARA LA OBTENCIÓN DE ORGANISMOS ESTÉRILES Y POBLACIONES MONOSEXO EN ACUICULTURA.** Problemas asociados con la reproducción durante la fase de engorde. Control genético de la proporción de sexos y de la maduración sexual. Poliploidía y ginogénesis. Utilización de peces triploides y ginogénicos en acuicultura

**8. TRANSFERENCIA GÉNICA EN PECES: BASES TÉCNICAS Y APLICACIONES.** Generación de peces transgénicos. Aplicaciones de los peces transgénicos. Evaluación y manejo de riesgos

**10. GENÓMICA Y ACUICULTURA.** Métodos de secuenciación genómica. Mapas genéticos y genómica cuantitativa. Genómica funcional. Genotecas de expresión, microarrays y sus aplicaciones. Papel de la genómica funcional en la identificación de genes de interés. Proteómica y sus aplicaciones

**11. APLICACIONES DE LA GENÓMICA FUNCIONAL Y PROTEÓMICA EN LA ACUICULTURA.** Control molecular de la reproducción. Importancia de la genómica para el estudio del crecimiento, desarrollo y nutrición. Genómica y proteómica en estudios de inmunología y enfermedades de peces.

**12. HERRAMIENTAS BIOINFORMÁTICAS PARA EL ANÁLISIS GENÓMICO.** Herramientas para un proyecto de secuenciación de un genoma de peces. Ensamblado y búsqueda de contig. Alineamientos. Bases de datos bioinformáticas. Análisis de los datos genómicos. Filogenias. Análisis de microarrays

## METODOLOGÍA

La metodología a seguir en este curso será con clases de discusión (Competencias 4-10-11) que fomenten la participación de los alumnos y clases magistrales. El profesor proporcionará una relación de ejercicios, lecturas de artículos de interés relacionados con el tema a tratar, fuentes bibliográficas, etc, para que el alumno prepare las sesiones de discusión.

Con las clases magistrales el profesor aclarará conceptos o dudas que no se hubieran resuelto hasta ese momento (Competencias 1-2-7-8-9-10-11). Los alumnos elaborarán seminarios (Competencias 3-4-6) individuales a partir de un tema propuesto por el profesor o por el alumno que luego deberán defender en un tribunal formado por el profesor y el resto de compañeros de curso (Competencias 4-5). El profesor proporcionará la documentación y bibliografía necesaria para que el alumno pueda llevar a cabo su trabajo de forma autónoma (Competencia 6).

Se utilizará material audiovisual como herramientas didáctica, tanto por parte del profesor como en la exposición de seminarios de los alumnos.

Por otro lado, se utilizará la plataforma Moodle como medio de docencia ya que permite la interacción entre alumnos y profesores.

## TUTORÍAS

Se establecerán sesiones de Tutorías presenciales en las que los alumnos podrán comentar con el profesor cualquier duda surgida a raíz de la elaboración de los seminarios o de actividades desarrolladas en clase. Así mismo podrán ponerse en contacto con el profesor por correo electrónico y mediante los foros de Moodle tanto con el profesor como sus compañeros.

## RELACIÓN DE HORAS Y CRÉDITOS ECTS

Metodología y Desarrollo del Curso	37.5 horas (1.5 créditos ECTS)
Tutorías y Evaluación	5 horas (0.2 créditos ECTS)
Estudio y Trabajo Autónomo del Alumno	82.5 horas (3.3 créditos ECTS)

TOTAL PRESENCIALIDAD: 42.5 HORAS (1.7 CRÉDITOS ECTS)

TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 82.5 HORAS (3.3 CRÉDITOS ECTS)

## EVALUACIÓN

La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso se evaluarán tomando en consideración la asistencia al curso, la participación activa de los alumnos en clase (aportación de ideas, análisis crítico de las mismas utilizando una terminología adecuada, dudas...), destreza en la búsqueda de bibliografía y redacción de trabajos, la entrega y exposición de los seminarios defendiendo y argumentando debidamente las ideas desarrolladas en ellos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carmona R., Domezain A., García-Gallego M., Hermando JA., Rodríguez F., Ruiz-Rejón M (Eds) 2008. Biology, conservation and sustainable development of sturgeons. Fish and Fisheries Series 29. Springer.
- De la Herrán R, Robles F., Navas JI, Hamman-Khalifa AM, Herrera M, Hachero I, Mora MJ, Ruiz-Rejon C, Garrido-Ramos M and Ruiz-Rejon M. (2008) A highly accurate, single PCR reaction for parentage assignment in Senegal sole based on eight informative microsatellite loci. Aquaculture Research, 39: 1169-1174.
- Gary R. Carvalho, Tony J. Pitcher (1995). Molecular genetics in fisheries. Chapman & Hall, Padstow.
- Lewin B. (2008). Genes IX. Oxford University Press. U.S.A.
- López Fanjul C., Toro M.A. (1990) Mejora genética de peces y moluscos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid
- López-Flores, I., De la Herrán, R., Garrido-Ramos, M.A., Navas, J.I., Ruiz Rejón, C., & Ruiz Rejón, M. (2004) The molecular diagnosis of *Marteilia refringens* and differentiation between *Marteilia* strains infecting oysters and mussels based on the rDNA IGS sequence. Parasitology 129: 411-419
- López-Flores, I., De la Herrán, R., Garrido-Ramos, M.A., Boudry, P., Ruiz Rejón, C., & Ruiz Rejón, M. (2004) The molecular phylogeny of oysters based on a satellite DNA related to transposons. Gene 339:181-188.
- Martínez P., Figueras A. (eds.) (2008) Genética y Genómica en acuicultura. Publicaciones científicas y tecnológicas del observatorio español de acuicultura.
- Pisano E., et al. (2007). Fish cytogenetics. Science Publishers, Enfield, NH, USA.
- Greg Lutz C. (2001). Practical Genetics for Aquaculture. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Purdom, C.R. (1995) Genetics and Fish Breeding. Chapman and Hall, New York.
- Robin N. Gibson (2005). Flatfishes: biology and exploitation. Blackwell Publishing, Oxford.
- Saleem Mustafa (1999). Genetics in sustainable fisheries management. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- Zhanjiang (John) Liu (2007). Aquaculture genome technologies. Blackwell Publishing, Oxford.

<b>CURSO:</b>	<b>MACROEVOLUCIÓN</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS:</b>	<b>4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>
<b>OBJETIVOS</b>		
<p>Dentro del conjunto de la Biología Evolutiva, los campos principales de estudio de la Paleontología son, por un lado, los fenómenos evolutivos en niveles superiores a la especiación y, por otro, la historia del proceso evolutivo, es decir la Historia de la Vida. La perspectiva paleontológica complementa la visión de los procesos que en niveles inferiores pueden dar lugar a novedades evolutivas y plantea la importancia que tienen los factores temporales e históricos, de la historia conjunta de la vida y su soporte físico, en el desarrollo real de la evolución. Los objetivos del curso son:</p>		
<b>Competencias específicas:</b>		
<b>Competencias específicas:</b>		
<i>Los alumnos sabrán/ comprenderán:</i>		
E1. Los conocimientos fundamentales, la terminología y los métodos de investigación de la Paleontología evolutiva.		
<i>Los alumnos serán capaces de:</i>		
E2. Analizar y juzgar críticamente las distintas hipótesis macroevolutivas.		
E3. Comprender y aplicar los métodos usados en investigación macroevolutiva.		
E4. Plantear un esbozo de trabajo propio de investigación en algún aspecto de Paleontología evolutiva.		
E5. Aplicar los conocimientos adquiridos en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio de la Paleontología evolutiva.		
E6. Aplicar su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio de la Paleontología evolutiva.		
<b>Competencias genéricas o transversales:</b>		
<i>Los alumnos serán capaces de:</i>		
T1. Formular con originalidad hipótesis razonables.		
T2. Elaborar con originalidad proyectos y artículos científicos.		
T3. Integrar conocimientos y emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales.		
T4. Presentar públicamente ideas e informes de investigación.		
T5. Asesorar a personas y a organizaciones.		
T6. Desarrollar habilidades de aprendizaje de forma autónoma.		
T7. Trabajar eficazmente en grupo.		
T8. Tener soltura en la obtención y análisis de información de distintas fuentes.		

## CONTENIDOS

El curso se compone de las siguientes Unidades Temáticas:

- 1) **Concepto y extensión de la Macroevolución dentro de la Biología evolutiva.** Capacidad del registro fósil para estudiar los fenómenos macroevolutivos.
- 2) **Función y adaptación.** Restricciones epigenéticas en evolución morfológica. Heterocronías.
- 3) **Pautas macroevolutivas.** Ritmos macroevolutivos.
- 4) **Extinciones.** Extinciones en masa: modelos. Causas de las extinciones en masa.
- 5) **Rasgos fundamentales de la historia de la vida.** Cambios de la diversidad a través del tiempo.

## METODOLOGÍA

Se propone una metodología docente basada en:

1. **A.** Lección magistral para cada Unidad Temática en la que se presentan los contenidos del tema, se suscitan cuestiones para debate y se proponen diferentes actividades de aprendizaje.  
**B.** Sesiones de discusión en las que se establecen debates para profundizar en la comprensión de los contenidos del tema y se discuten trabajos propuestos como actividad individual.

Tiempo dedicado: 12,5 horas (0,5 créditos ECTS).

Competencias: E1, E2, E5, E6, T1, T3, T4.

2. Trabajo práctico y actividades grupales:

Estudio de casos concretos de los diferentes contenidos del curso.

Prácticas de simulación en ordenador

Análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia

Elaboración de Seminarios

Tiempo dedicado: 12,5 horas (0,5 créditos ECTS).

Competencias: E1, E2, E3, E4, E5, E6, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8.

3. Tutorías grupales e individuales y evaluación: 5 horas (0,2 créditos ECTS).

4. Estudio y trabajo independiente del alumno.

Tiempo dedicado: 70 horas (2,8 créditos ECTS).

Competencias: E1, E2, E3, E4, E5, E6, T2, T3, T6, T8.

**TOTAL PRESENCIALIDAD: 30 HORAS (1,2 CRÉDITOS ECTS)**

**TOTAL HORAS NO PRESENCIALES: 70 HORAS (2,8 CRÉDITOS ECTS)**

## EVALUACIÓN

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

1. La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso.
2. Las aportaciones del alumno en las Sesiones de Discusión en términos de ideas interesantes, dudas, y cualquier intervención que demuestre su interés por la materia y su estudio continuado a lo largo del curso.
3. Realización de ejercicios propuestos tanto para su resolución en clase como trabajos presentados en relación con los contenidos del curso realizados en horas no presenciales. Igualmente, se valorará la capacidad del alumno para la elaboración de trabajos e informes.

4. Capacidad de análisis y de síntesis de cada alumno en los actividades de búsqueda bibliográfica (análisis de trabajos científicos, trabajos en equipo, seminarios), así como la claridad en la exposición de su trabajo.

5. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno durante las Prácticas, su interés por aprender los métodos y su destreza con éstos.

6. Se tendrá en cuenta la actitud del alumno en el aula durante las Prácticas de simulación en ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ball, Ph. 1998. The self-made Tapestry. Pattern Formation in Nature. Oxford University Press, Oxford.
- Benton, M.J. 2008. Introduction to Paleobiology and the Fossil Record. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Briggs, D. y Crowther, P.R. 1990. Palaeobiology. A synthesis. Blackwell, Oxford.
- Briggs, D.E.G. y Crowther, P.R. 2001. Palaeobiology II. Blackwell, Oxford.
- Donoghue, P.C.J. y Smith, M.P. 2004. Telling the Evolutionary Time. CRC Press, Londres.
- Donovan, S.K. 1997. Extinctions. Belhaven Press
- Erwin, D.H. y Anstey, R.L. 1995. New Approaches to Speciation in the Fossil Record. Columbia University Press, Nueva York.
- Hallam, A y Wignall, P.B. 1997. Mass Extinctions and their Aftermath. Oxford University Press, Oxford.
- Jablonski, D., Erwin, D.H. y Lipps, J.H. 1996. Evolutionary Paleobiology. University of Chicago Press, Chicago.
- Kemp, T.S. 1999. Fossils and Evolution. Oxford University Press, Oxford.
- McKinney, M.L. y McNamara, K.J. 1991. Heterochrony: The Evolution of Ontogeny. Plenum Press, Nueva York.
- Price, P.W. 2003. Macroevolutionary Theory on Macroecological Patterns. Cambridge University Press. Cambridge
- Savazzi, E. 1999. Functional Morphology of the Invertebrate Skeleton. John Wiley & Sons.
- Southwood, R. 2003. The Story of Life. Oxford University Press, Oxford.
- Eldredge, N. 1989. Macroevolutionary Dynamics. McGraw-Hill.
- Valentine, J.W. 2004. On the Origin of Phylla. The University of Chicago Press, Chicago.
- Vickers-Rich, P. y Komarower, P. 2007. The Rise and Fall of the Ediacaran Biota. Geological Society London, London.



<b>CURSO:</b>	<b>ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA DIOECIA Y DE LOS CROMOSOMAS SEXUALES EN PLANTAS: IMPLICACIONES EVOLUTIVAS Y PRODUCTIVAS</b>	
<b>CRÉDITOS ECTS: 4</b>	<b>CARÁCTER: OPTATIVO</b>	
<b>OBJETIVOS</b>		
<b>COMPETENCIAS</b>		
<b>Competencias genéricas:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Introducir al alumno en los conocimientos teóricos de la determinación sexual en plantas, así como sus aplicaciones prácticas en problemas concretos relacionados con la agricultura de nuestro entorno.</li> <li>2) Alcanzar la capacidad para defender ideas de forma razonada, expresar reflexiones personales y emitir juicios basados en la información obtenida.</li> <li>3) Elaborar adecuadamente composiciones escritas, memorias justificativas, proyectos de trabajo o artículos científicos en el área de la determinación sexual vegetal.</li> <li>4) Presentar públicamente ideas, procedimientos o informes de investigación.</li> <li>5) Desarrollar habilidades de aprendizajes autodirigido o autónomo.</li> </ol>		
<b>Competencias específicas:</b>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>6) Comprender la importancia de la existencia de distintas formas de reproducción y determinación sexual en plantas.</li> <li>7) Conocimiento de las últimas teorías acerca del origen y la evolución de la dioecia y los cromosomas sexuales en plantas.</li> <li>8) Conocer las especies vegetales más estudiadas en este campo, con la posibilidad del análisis de algún material <i>in vivo</i> aportado por nuestro grupo.</li> <li>9) Aprender la importancia del uso de marcadores moleculares asociados al sexo, tanto desde el punto de vista básico, como considerando su potencial aplicación en cultivos de interés comercial y productivo.</li> <li>10) Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la Genética Vegetal.</li> </ol>		
<b>CONTENIDOS</b>		
<p><b>1. Introducción.</b> Conceptos básicos y terminología. Mecanismos de determinación sexual en plantas. Distribución de la dioecia en el Reino Vegetal. Dimorfismo sexual e implicaciones comerciales/productivas.</p> <p><b>2. Genes implicados en la determinación sexual en plantas.</b> Genes candidatos a la determinación sexual. Genes relacionados con el desarrollo floral. Teoría general de la evolución de la separación de sexos (ginodioecia, andromonoecia, monoecia).</p> <p><b>3. Origen y evolución de los cromosomas sexuales en vegetales.</b> Teoría de la evolución de los cromosomas sexuales. Cromosomas sexuales en plantas: proto-cromosomas sexuales, sistemas simples (XX/X<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>-ZZ/WZ) y sistemas complejos (XX/X<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>). Reordenaciones cromosómicas implicadas en la diferenciación de los cromosomas X e Y. Degeneración de los cromosomas Y mediante la acumulación de secuencias repetidas o transponibles. Compensación de dosis.</p> <p><b>4. Genética Molecular y aplicaciones biotecnológicas.</b> Uso de marcadores moleculares específicos para diferenciar los sexos en plantas. Implicaciones en la mejora de la productividad de plantas dioicas.</p> <p><b>5. Casos de estudio.</b></p> <p><b>5A. Especies con cromosomas sexuales incipientes: el caso de la papaya.</b> Los cromosomas sexuales incipientes de papaya. Proyecto de secuenciación de la región determinante del sexo en papaya. Implicaciones productivas.</p> <p><b>5B. Especies con cromosomas sexuales heteromórficos con un grado intermedio de diferenciación: el caso de <i>Silene latifolia</i>.</b> El sistema de cromosomas sexuales heteromórficos de <i>Silene latifolia</i>. Caracterización de genes presentes en los cromosomas sexuales y su uso como marcadores moleculares.</p>		

Evolución de los cromosomas sexuales y los mecanismos de determinación sexual en *Silene*.

**5C. Sistemas de cromosomas sexuales complejos: el caso de *Rumex spp.*** El sistema de cromosomas sexuales complejo (XX/XY1Y2) en *Rumex acetosa*. Caracterización de secuencias repetitivas en los cromosomas Y de *Rumex spp.* Evolución de los cromosomas sexuales y los mecanismos de determinación sexual en *Rumex*.

### METODOLOGÍA

La metodología empleada en este curso consistirá de clases magistrales y de clases de discusión que fomenten la participación de los alumnos (Competencias 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10). Durante el desarrollo del curso, el profesor proporcionará una relación de ejercicios, lecturas de artículos de interés relacionados con el tema a tratar, fuentes bibliográficas, etc..., para que el alumno prepare las sesiones de discusión. Con las clases magistrales el profesor aclarará conceptos o dudas que no se hubieran resuelto hasta ese momento (Competencias 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9). Los alumnos elaborarán entonces, seminarios individuales a partir de un tema propuesto por el profesor o por el alumno, que recoja algún caso interesante encontrado en la bibliografía acerca de la evolución dioecia, los cromosomas sexuales y/o temas afines, y sus aplicaciones e implicaciones, que luego deberán defender en un tribunal formado por el profesor y el resto de compañeros de curso (Competencias 2, 3, 4, 5). Existe la posibilidad de que los mismos alumnos propongan como futuros proyectos de investigación y aplicación (Competencias 2, 5, 9, 10).

El profesor proporcionará la documentación y bibliografía necesaria para que el alumno pueda llevar a cabo su trabajo de forma autónoma (Competencias 2, 7, 8). Se utilizará material audiovisual como herramientas didáctica, tanto por parte del profesor como en la exposición de seminarios de los alumnos (Competencias 4, 5).

### EVALUACIÓN

La adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios del curso se evaluarán tomando en consideración la asistencia al curso, la participación activa de los alumnos en clase (aportación de ideas, análisis crítico de las mismas utilizando una terminología adecuada, dudas...), destreza en la búsqueda de bibliografía y redacción de trabajos, la entrega y exposición de los seminarios defendiendo y argumentando debidamente las ideas desarrolladas en ellos.

### BIBLIOGRAFÍA

- Bergero R, Charlesworth D, Filatov DA, Moore RC (2008) Defining regions and rearrangements of the *Silene latifolia* Y chromosome. *Genetics* 178(4):2045-2053.
- Bergero R, Forrest A, Kamau E, Charlesworth D (2007) Evolutionary strata on the X chromosomes of the dioecious plant *Silene latifolia*: evidence from new sex-linked genes. *Genetics* 175(4):1945-1954.
- Cuñado Nieves\*, Rafael Navajas-Pérez\*, Roberto de la Herrán, Carmelo Ruiz Rejón, Manuel Ruiz Rejón, Juan L Santos, Manuel A Garrido-Ramos (2008). The evolution of sex chromosomes in the genus *Rumex* (Polygonaceae): Identification of a new species with heteromorphic sex chromosomes. *Chromosome Res.* 15:825-832
- Garrido-Ramos MA, de la Herrán R, Ruiz Rejón M, Ruiz Rejón C (1999) A subtelomeric satellite DNA family isolated from the genome of the dioecious plant *Silene latifolia*. *Genome* 42(3):442-446.
- Hobza R, Kejnovsky E, Vyskot B, Widmer A (2007) The role of chromosomal rearrangements in the evolution of *Silene latifolia* sex chromosomes. *Mol Genet Genomics* 278(6):633-638.
- Ishii K, Sugiyama R, Onuki M, Kazama Y, Matsunaga S, Kawano S (2008) The Y chromosome-specific STS marker MS2 and its peripheral regions on the Y chromosome of the dioecious plant *Silene latifolia*. *Genome* 51(4):251-260.
- Marais GA, Nicolas M, Bergero R, Chambrier P, Kejnovsky E, Monéger F, Hobza R, Widmer A, Charlesworth D (2008) Evidence for degeneration of the Y chromosome in the dioecious plant *Silene latifolia*. *Curr Biol.* 18(7):545-549.
- Mariotti B, Navajas-Pérez R, Lozano R, Parker J, de la Herrán R, Ruiz Rejón C, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos MA, JAMILENA M (2006) Cloning and characterisation of dispersed repetitive DNA derived from microdissected sex chromosomes of *Rumex acetosa*. *Genome*, 49:114-121.
- Ming R, Hou S, Feng Y, Yu Q, Dionne-Laporte A, Saw JH, Senin P, Wang W, Ly BV, Lewis

KL, Salzberg SL, Feng L, Jones MR, Skelton RL, Murray JE, Chen C, Qian W, Shen J, Du P, Eustice M, Tong E, Tang H, Lyons E, Paull RE, Michael TP, Wall K, Rice DW, Albert H, Wang ML, Zhu YJ, Schatz M, Nagarajan N, Acob RA, Guan P, Blas A, Wai CM, Ackerman CM, Ren Y, Liu C, Wang J, Wang J, Na JK, Shakirov EV, Haas B, Thimmapuram J, Nelson D, Wang X, Bowers JE, Gschwend AR, Delcher AL, Singh R, Suzuki JY, Tripathi S, Neupane K, Wei H, Irikura B, Paidi M, Jiang N, Zhang W, Presting G, Windsor A, R. Navajas-Pérez, Torres MJ, Feltus FA, Porter B, Li Y, Burroughs AM, Luo MC, Liu L, Christopher DA, Mount SM, Moore PH, Sugimura T, Jiang J, Schuler MA, Friedman V, Mitchell-Olds T, Shippen DE, dePamphilis CW, Palmer JD, Freeling M, Paterson AH, Gonsalves D, Wang L, Alam M (2008) The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus). *Nature*, 452(7190):991-996.

- Mrackova M, Nicolas M, Hobza R, Negrutiu I, Monéger F, Widmer A, Vyskot B, Janousek B (2008) Independent origin of sex chromosomes in two species of the genus *Silene*. *Genetics* 179(2):1129-1133.
- Nagarajan N\*, Rafael Navajas-Pérez\*, Mihai Pop, Maqsoodul Alam, Ray Ming, Andrew H Paterson, Steven L Salzberg (2008) Genome-wide analysis of repetitive elements in papaya. *Tropical Plant Biology* doi:10.1007/s12042-008-9015-0.
- Navajas-Pérez R (en prensa) The role of chromosomal rearrangements in plants sex-chromosome differentiation. *In Sex Chromosomes: Genetics, Abnormalities, and Disorders*; Frank Columbus (ED.), Nova Science Publisher, Inc.
- Navajas-Pérez R, de la Herrán R, Jamilena M, Lozano R, Ruiz Rejón C, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos MA (2005) Reduced Rates of Sequence Evolution of Y-Linked Satellite DNA in *Rumex* (Polygonaceae). *J Mol Evol* 60:391-399.
- Navajas-Pérez R, de la Herrán R, López González G, Jamilena M, Lozano R, Ruiz Rejón C, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos MA (2005) The evolution of reproductive systems and sex-determining mechanisms within *Rumex* (Polygonaceae) inferred from nuclear and chloroplastial sequence data. *Mol Biol Evol* 22(9):1929-1939.
- Navajas-Pérez R, Rubio-Escudero C, Aznarte JL, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos MA (2007) SatDNA Analyzer: a computing tool for satellite-DNA evolutionary análisis. *Bioinformatics*, 23(6):767-768.
- Navajas-Pérez R, Schwarzacher T, de la Herrán R, Ruiz Rejón C, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos MA (2006) *The origin and evolution of the variability in a Y-specific satellite-DNA of Rumex acetosa and its relatives*: *Gene* 368:61-71.
- Navajas-Pérez R, Schwarzacher T, Ruiz Rejón M, Garrido-Ramos MA (2009) Molecular cytogenetic characterization of *Rumex papillaris*, a dioecious plant with an XX/XY<sub>1</sub>Y<sub>2</sub> sex chromosome system. *Genetica*, doi: 10.1007/s10709-008-9261-y.
- Navajas-Pérez R, Trude Schwarzacher, Manuel Ruiz Rejón, Manuel A Garrido-Ramos (2009). Characterization of RUSI, a telomere-associated satellite-DNA, in the genus *Rumex* (Polygonaceae). *Cytogenet Genome Res, en prensa*.
- Ruiz Rejón C, Jamilena M, Garrido-Ramos MA, Parker JS, Ruiz Rejón M (1994) Cytogenetic and molecular análisis of the multiple sex chromosome system of *Rumex acetosa*. *Heredity* 72, 209–215.
- Ruiz Rejón, M. 2004. Sex chromosomes in plants. Pp. 1148–1151 in Robert M. Goodman, ed. *Encyclopedia of plant and crop sciences*, Vol IV of Dekker Agropedia (6 vols.). Marcel Dekker, New York.
- Telgmann-Rauber A, Jamsari A, Kinney MS, Pires JC, Jung C (2007) Genetic and physical maps around the sex-determining M-locus of the dioecious plant asparagus. *Mol Genet Genomics* 278:221-234.
- Yu Q, R Navajas-Pérez, E Tong, J Robertson, PH Moore, AH Paterson, R Ming (2008) Recent Origin of Dioecious and Gynodioecious Y Chromosomes in Papaya. *Tropical Plant Biology*, 1:49-57.

<b>MÓDULO:</b>	<b>TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>
<b>CRÉDITOS ECTS: 30</b>	<b>CARÁCTER: OBLIGATORIO</b>
<b>OBJETIVOS</b>	
<p>Se pretende que el alumno adquiriera una formación investigadora inicial en alguna de las líneas de investigación del Programa.</p> <p><b>Competencias genéricas o transversales:</b></p> <p><i>Los alumnos serán capaces de:</i></p> <p>T1. Formular con originalidad hipótesis razonables.</p> <p>T2. Elaborar con originalidad proyectos y artículos científicos.</p> <p>T3. Integrar conocimientos y emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales.</p> <p>T4. Presentar públicamente resultados de investigación.</p> <p>T5. Asesorar a personas y a organizaciones.</p> <p>T6. Desarrollar habilidades de aprendizaje de forma autónoma.</p> <p><b>Competencias específicas:</b></p> <p><i>Los alumnos serán capaces de:</i></p> <p>E1. Aplicar los conocimientos adquiridos en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio de la línea de investigación escogida.</p> <p>E2. Aplicar su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios relacionados con el área de estudio de la línea de investigación escogida.</p> <p>E3. Analizar, interpretar, valorar, discutir y comunicar los datos procedentes de los análisis realizados dentro de su línea de investigación.</p> <p>E4. Diseñar experimentos en su área de investigación.</p> <p>E5. Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en su área de trabajo científico.</p>	
<b>CONTENIDOS</b>	
<p>Diseño, ejecución y defensa de un trabajo de investigación, relacionado con la especialidad escogida.</p>	
<b>METODOLOGÍA</b>	
<p>El alumno escogerá alguna de las líneas de investigación del Programa de Doctorado y diseñará y ejecutará un proyecto de investigación que desarrollará bajo la dirección de un profesor con experiencia específica en la temática.</p>	
<b>EVALUACIÓN</b>	
<p>1. Elaboración de una Memoria que conste de Introducción, Objetivos, Material y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones y Bibliografía.</p> <p>2. Defensa pública de la Memoria.</p>	