

## GENÉTICA Y GENÓMICA EN ACUICULTURA

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
DOCENTE DE ESPECIALIZACIÓN. ESPECIALIDAD AGROALIMENTARIA.	Genética y Genómica en Acuicultura	1º	1º	4	Optativa
<b>PROFESOR(ES)</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
Roberto de la Herrán Moreno (rherran@ugr.es) Francisca Robles Rodríguez (frobles@ugr.es) Carmelo Ruiz Rejón (carmelo@ugr.es)			Departamento de Genética. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Avda. Fuentenueva s/n 18071 Granada Tlfno: 958243080		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			Martes, miércoles y jueves de 13 a 14 horas		
<b>MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Genética y Evolución			Másteres de Ciencias de la UGR		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Haber cursado el Módulo docente genérico					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)</b>					
<p>Importancia de los recursos genéticos en Acuicultura. Recursos genéticos y caracteres productivos en organismos acuáticos. El impacto de la Acuicultura sobre los recursos genéticos de las poblaciones naturales. El genoma de peces y moluscos. Desarrollo de marcadores moleculares en Acuicultura. Fundamentos de la mejora genética en Acuicultura. Variabilidad y estructura genética de las poblaciones naturales y cultivadas. Genética de las poblaciones stock. Importancia básica y aplicada de los mapas genéticos en Acuicultura. Marcadores genéticos para la cartografía genética. Aplicaciones de la genómica funcional y de la proteómica en la Acuicultura. Diseño de programas de mejora genética en Acuicultura. Objetivo de un programa de mejora. Selección asistida por marcadores. Manipulación cromosómica en especies de interés en Acuicultura. Problemas asociados con la reproducción durante la fase de engorde. Control genético de la proporción de sexos y de la maduración sexual. Transferencia génica. Aplicaciones de los transgénicos. Utilización de marcadores moleculares en problemas con interés en Acuicultura. Utilización de marcadores moleculares en taxonomía y sistemática. Conservación de los recursos genéticos y desarrollo sostenible.</p>					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO</b>					
<p><b>GENERALES:</b></p> <p>CT1. Adquirir una comprensión sistemática de los distintos campos de estudio de la Genética y de la Biología evolutiva y un dominio en las habilidades y métodos de investigación propios de estas disciplinas científicas y de sus aplicaciones.</p>					

- CT2. Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinares, los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas relacionados con el área de estudio de las distintas ramas de la Genética y de la Biología evolutiva.
- CT3. Desarrollar habilidades 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.
- CT4. Elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, redactar planes, proyectos de investigación y artículos científicos.
- CT5. Formular con cierta originalidad hipótesis razonables.
- CT6. Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CT7. Comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CT8. Desarrollar habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CT9. Aplicar el método científico en la investigación.
- CT10. Trabajar eficazmente en equipo.
- CT11. Trabajar de forma organizada y planificada.
- CT12. Demostrar motivación por la calidad.
- CT13. Tener creatividad.
- CT14. Incrementar la conciencia social y solidaria, así como el sentido ético de la ciencia y de sus aplicaciones.
- CT15. Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el campo de la investigación.

#### ESPECÍFICAS:

- CEA1. Aplicar las técnicas de ADN recombinante en el diseño experimental.
- CEA2. Interpretar los resultados experimentales que impliquen la modificación genética de organismos de interés agroalimentario.
- CEA3. Aplicar los conocimientos de la Genética y la Genómica a la resolución de problemas en el campo agroalimentario y medioambiental.
- CEA4. Comprender y saber aplicar las técnicas que permiten la caracterización y el análisis de genomas de organismos de interés agroalimentario.
- CEA5. Aplicar a la Mejora Genética las principales herramientas genéticas clásicas y moleculares así como las herramientas genómicas disponibles.
- CEA6. Comprender y saber hacer un buen uso de los conocimientos sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de las posibles medidas a tomar en un proyecto de investigación de Mejora Genética en organismos de interés agroalimentario.
- CEA7. Comprender y saber aplicar los aspectos teóricos de la Genómica y la Mejora genética así como sus aplicaciones prácticas en problemas concretos.
- CEA8. Comprender y saber aplicar los conocimientos teóricos de la Biotecnología así como sus aplicaciones prácticas.
- CEA9. Comprender y saber hacer un buen uso de los conocimientos sobre las responsabilidades legales, éticas y el impacto sociológico y ambiental, que determinadas técnicas y aplicaciones de la Biotecnología pueden generar.
- CEA10. Aplicar los conocimientos adquiridos al desarrollo futuro de actividades profesionales en el sector agroalimentario.

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

*El alumno sabrá/comprenderá:*

- 1) Importancia de la Genética, así como de las herramientas que nos aporta, en el desarrollo de la Acuicultura.

- 2) Principios básicos de la Genética que se aplican al cultivo de organismos de interés en Acuicultura.
- 3) Principales herramientas genéticas utilizadas para la mejora de los cultivos acuícolas
- 4) Nuevas tecnologías genómicas y sus posibles usos en el desarrollo de la Acuicultura.

*El alumno será capaz de:*

- 1) Reconocer las herramientas usadas en la mejora genética de peces y moluscos
- 2) Realizar técnicas de análisis genético en organismos con interés en Acuicultura
- 3) Utilizar las herramientas bioinformáticas necesarias para estudios genéticos y genómicos aplicados a la Acuicultura

## **TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA**

### **TEMARIO TEÓRICO:**

#### **Tema 1. RECURSOS GENÉTICOS DE PECES Y MOLUSCOS DE INTERÉS EN ACUICULTURA**

- 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

#### **Tema 2. UTILIZACIÓN DE MARCADORES GENÉTICOS EN ACUICULTURA**

- 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

#### **Tema 3. FUNDAMENTOS DE LA MEJORA GENÉTICA EN ACUICULTURA**

- Caracteres cuantitativos
- Deriva genética
- Selección artificial

#### **Tema 4. DISEÑO DE PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA EN ACUICULTURA**

- 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

#### **Tema 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

#### **Tema 6. LOCALIZACIÓN DE GENES Y SELECCIÓN MEDIANTE MARCADORES MOLECULARES**

- Análisis de asociación
- Utilización de marcadores en selección
- Resultados experimentales en peces y moluscos

#### **Tema 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 ginogenéticos en Acuicultura

## Tema 8. TRANSFERENCIA GÉNICA EN PECES: BASES TÉCNICAS Y APLICACIONES

- Generación de peces transgénicos
- Aplicaciones de los peces transgénicos
- Evaluación y manejo de riesgos

## Tema 9. 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

## Tema 10. 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

## Tema 11. HERRAMIENTAS BIOINFORMÁTICAS PARA EL ANÁLISIS GENÓMICO

- Herramientas para un proyecto de secuenciación de un genoma de peces
- Ensamblado y búsqueda de contigs
- Alineamientos
- Bases de datos bioinformáticas
- Análisis de los datos genómicos
- Filogenias
- Análisis de microarrays

## TEMARIO PRÁCTICO:

### *Seminarios/Talleres*

Mejora genética en peces mediante manipulación cromosómica  
Utilización de marcadores moleculares en la Mejora de peces y moluscos  
Utilidad de los microarrays en la Acuicultura  
Realización de programas de Mejora Genética basados en la selección de QTLs

### *Prácticas de Laboratorio*

Práctica 1. Asignación de parentesco en lotes de reproductores  
Práctica 2. Realización de filogenias basadas en marcadores moleculares  
Práctica 3. Detección molecular de parásitos en cultivos marinos

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

Martínez P., Figueras A. (eds.) (2008) Genética y Genómica en Acuicultura. Publicaciones científicas y tecnológicas del observatorio español de Acuicultura.

López Fanjul C., Toro M.A. (1990) Mejora genética de peces y moluscos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid

#### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

- 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.
- 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-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.
- 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 genoma technologies. Blackwell Publishing, Oxford.

#### **ENLACES RECOMENDADOS**

Sociedad Española de Acuicultura: <http://www.sea.org.es/>  
Instituto Español de Oceanografía: <http://www.ieo.es/inicial.htm>  
Programas de análisis genético: <http://linkage.rockefeller.edu/soft/list.html>  
Programas para análisis filogenético: <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip/software.html>  
Base de datos PudMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed>  
GenBank: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

#### **METODOLOGÍA DOCENTE**

Se propone una metodología docente de enseñanza-aprendizaje basada en las siguientes actividades formativas para el desarrollo de cada materia, siguiendo el criterio especificado más arriba:

##### Clases teóricas:

A. Lección magistral para cada unidad temática en la que se presentan los contenidos, 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: 12,5 horas

Competencias: CT1, CT2, CT3, CT5, CT6, CT7, CT8, CT11, CT12, CT13, CT14, CEA3, CEA4, CEA5, CEA6, CEA7, CEA8, CEA9, CEA10.

##### Clases prácticas:

A. Resolución de problemas y casos prácticos de los diferentes contenidos de las materias

- B. Prácticas de laboratorio
- C. Prácticas de simulación en ordenador
- D. Análisis de bibliografía sobre distintos contenidos de la materia
- E. Seminarios

Tiempo dedicado: 12,5 horas.

Competencias: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10, CT11, CT12, CT13, CT14, CT15, CEA1, CEA2, CEA3, CEA4, CEA5, CEA6, CEA7, CEA8, CEA9, CEA10.

Tutorías grupales e individuales:

Tiempo dedicado: 5 horas.

Estudio y trabajo independiente del alumno:

Tiempo dedicado: 65 horas.

Competencias: CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT8, CT11, CT12, CT13, CT14, CT15, CEA3, CEA4, CEA5, CEA6, CEA7, CEA8, CEA9, CEA10.

Evaluación:

Tiempo dedicado: 5 horas.

**RESUMEN DE DEDICACIÓN POR MATERIAS:**

TOTAL DE TIEMPO DEDICADO A LA MATERIA	TOTAL DE CRÉDITOS ECTS DEDICADOS A LA MATERIA	TOTAL TIEMPO DE DEDICACIÓN PRESENCIAL	TOTAL TIEMPO DE DEDICACIÓN NO PRESENCIAL
100 HORAS	4 ECTS	35 HORAS (1,4 ECTS)	65 HORAS (2,6 ECTS)

**EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**

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

1. Adquisición de las competencias, aptitudes y conocimientos propios de cada materia, mediante exámenes de su valoración.

30%

2. Las aportaciones del alumno en:

- a. 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.
- b. La actitud del alumno en el laboratorio durante las Prácticas de Laboratorio, su interés por aprender las técnicas y su destreza con éstas.
- c. La actitud del alumno en el aula durante las Prácticas con ordenador, su interés por aprender los procedimientos y su destreza con éstos.

10%

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.

---

30%

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.

30%

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

--

