

GENÉTICA DEL POLEN

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
DOCENTE DE ESPECIALIZACIÓN. ESPECIALIDAD AGROALIMENTARIA.	Genética del polen	1º	1º	4	Optativa
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
Juan de Dios Alché Ramírez Antonio Jesús Castro López Krzysztof Zienkiewicz Amada Pulido Regadera			Estación Experimental del Zaidín. CSIC Profesor Albareda 1 18008 Granada Tel.: +34 958181600 Ext. 215 Fax.: +34 958129600 Mail: <ul style="list-style-type: none"> • juandedios.alche@eez.csic.es • antoniojesus.castro@eez.csic.es • krzysztof.zienkiewicz@eez.csic.es • amadapulido@ugr.es 		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Martes 17:00-18:00		
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Genética y Evolución			Másteres de Ciencias de la UGR		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Haber cursado el Módulo docente genérico.					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)					
La formación de los estambres. Métodos de identificación y caracterización de los genes implicados en el desarrollo y función de los estambres. Genes que controlan el desarrollo de la antera y el polen. Bases genéticas de la autoincompatibilidad polen-estigma Genes implicados en la germinación del grano de polen y el crecimiento del tubo polínico. Origen genético del polimorfismo molecular en el polen. Familias multigénicas en polen. Caracterización de isoformas y variantes. Ventajas del polimorfismo. Coevolución molecular (enzimas, sustratos, ligandos etc.). El caso de los alérgenos. Interacciones entre genes nucleares y mitocondriales que afectan al desarrollo gametofítico masculino. Esterilidad citoplásmica masculina. Aplicaciones agronómicas y biotecnológicas del análisis genético del polen. Métodos de transformación genética en polen. Inducción de haploides a partir de granos de polen. Perspectivas evolutivas de la genética					

del polen. Desarrollo evolutivo del proceso sexual en plantas. La diversidad de la estructura del polen y su papel en la polinización. Flujo genético a través del polen.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DEL MÓDULO

GENERALES:

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.

CT2. Aplicar a entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios o multidisciplinarios, 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:

Las bases genéticas que sustentan la formación y la funcionalidad del gametofito masculino en las Plantas Superiores.

El papel del polen en la evolución de las especies, y las modificaciones en su estructura y comportamiento celular, encaminadas a la regulación y la consecución de la polinización y la fertilización.

El potencial biotecnológico del grano de polen y los métodos que permiten dichos usos.

El alumno será capaz de:

Diseñar métodos multidisciplinares de análisis genético y de análisis de expresión génica en los tejidos de la antera, el polen aislado y el polen durante su germinación in vivo e in vitro.

Incrementar su capacidad de investigar y profundizar en temas concretos y especializados, particularmente en aquellos más relevantes y actuales del área.

Transferir estos conocimientos al ámbito agrícola.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- **Tema 1. Genética del desarrollo y la función del estambre.** El estambre: estructura y función. Etapas de la morfogénesis del estambre. Control génico del desarrollo y la función del estambre. La antera: estructura y función. Etapas de la morfogénesis de la antera. Genes que controlan el desarrollo de la antera. El tapetum: estructura y función. Mutaciones que afectan al desarrollo del tapetum: efectos sobre la fertilidad masculina.
- **Tema 2. Genética del desarrollo y la función del polen.** Etapas del desarrollo del gametofito masculino: microsporogénesis y microgametogénesis. Genes que regulan el desarrollo del polen. La pared del polen: estructura y función. Control génico de la morfogénesis de la exina y las aperturas del polen. Interacción entre genes nucleares y mitocondriales que afectan al desarrollo del gametofito masculino. Esterilidad citoplasmática masculina.
- **Tema 3. Control génico de la polinización.** Mecanismos genéticos y fisiológicos de control de la dehiscencia de la antera. Concepto de unidad polínica. La fase progámica: definición y etapas. Regulación génica de la interacción polen-pistilo. Barreras a la autofecundación: ventajas de la fecundación cruzada. Tipos de autoincompatibilidad. Bases genéticas de la autoincompatibilidad en plantas. Genes implicados en la regulación de la germinación y el crecimiento del tubo polínico. Mecanismos que regulan la orientación del tubo polínico. Control genético de la fertilización en el saco embrionario. Apomixis: ¿mejor sin meiosis?
- **Tema 4. Polimorfismo genético en el polen.** Origen genético del polimorfismo molecular en el polen. Familias multigénicas en el polen. El caso de los alérgenos. Ventajas del polimorfismo genético. Co-evolución molecular. Métodos de estudio del polimorfismo genético en el polen.

- Tema 5. Aplicaciones biotecnológicas. Aplicaciones agronómicas y biotecnológicas del análisis genético del polen. Métodos de transformación genética del polen. Embriogénesis gamética: definición y tipos. Embriogénesis del polen. Ventajas del uso de haploides en la mejora vegetal. Genes que regulan la embriogénesis del polen. Técnicas para estudiar la embriogénesis del polen
- Tema 6. Polen y evolución. Evolución de la reproducción sexual en las plantas: origen y mecanismos. Perspectivas evolutivas de la genética del polen. La diversidad de estructuras en el polen y su papel en la polinización. Co-evolución y polinización. Flujo genético a través del polen: OMGs y mecanismos de bio-contención genética. Reprogramación epigenética en el desarrollo del polen y en la transmisión gamética.

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Elaboración y presentación de seminarios de ampliación sobre temas específicos del curso. Debate y comentarios.

Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Citogenética: observación citológica y determinación de los diferentes estadios de la microsporogénesis y microgametogénesis. Métodos de squash y observación tras tinción con colorantes (microscopía óptica) y fluoróforos (microscopía de fluorescencia/confocal).
- Práctica 2a. Polimorfismo molecular en el polen. Análisis bioinformático de secuencias de alérgenos con elevado grado de polimorfismo. Predicción de modificaciones postraduccionales y estructuras moleculares. Análisis filogenético.
- Práctica 2b. Polimorfismo molecular en el polen. Análisis de proteómica. Separación de péptidos mediante electroforesis bidimensional. Detección de spots. Análisis bioinformático de secuencias.
- Práctica 3. Transmisión de gametos durante la germinación del polen in vitro: observación de núcleos con DAPI.
- Práctica 4. Disección histológica de la inducción de androgénesis mediante el cultivo de polen y anteras

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Bhatt AM, Canales C, Dickinson HG (2001). Plant meiosis: the means to 1N. Trends Plant Sci. 6(3):114-21.
- Boavida LC, Becker JD, Feijo JA (2005). The making of gametes in higher plants. Int J Dev Biol 49: 595-614
- Caryl AP, Jones GH, Franklin F Ch H (2003). Dissecting plant meiosis using Arabidopsis thaliana mutants. J Exper Bot (Plant Reproductive Biology Special Issue) 54(380):25-38
- Chase Ch D (2006). Cytoplasmic male sterility: a window to the world of plant mitochondrial-nuclear interactions. Trends Genet 23(2):81-90
- Copenhaver GP, Keith KC, Preuss D (2000). Tetrad analysis in higher plants. A budding technology. Plant Physiol 124(1):7-16
- Ma H (2005). Molecular Genetic Analyses of Microsporogenesis and Microgametogenesis in Flowering Plants. Annu Rev Plant Biol 56:393-434
- Malhó R (Ed.) (2006). The pollen tube: a cellular and molecular perspective. Springer-Verlag, Berlin
- Ottaviano E, Mulcahy D. Genetics of Angiosperm pollen. En: Advances in Genetics Vol. 26 JG Scandalios (Ed.) Elsevier (1989) pp: 1-64.
- Shivanna KR, Sawhney VK (Eds.) (2005). Pollen Biotechnology for Crop Production and Improvement. Cambridge University Press

- Yang WC, Sundaresan V (2000). Genetics of gametophyte biogenesis in Arabidopsis. *Curr Opin Plant Biol* 3(1):53-57

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- Airoidi CA (2010). Determination of sexual organ development. *Sexual Plant Reproduction* 23: 53-62
- Chapman LA, Goring DR (2010). Pollen-pistil interactions regulating successful fertilization in the Brassicaceae. *Journal of Experimental Botany*. DOI: 10.1093/jxb/erq021
- Daniel H (2002). Molecular strategies for gene containment in transgenic crops. *Nature Biotech* 20:581-586
- Edlund AF, Swanson R, Preuss D (2004) Pollen and Stigma structure and function: the role of diversity in pollination. *Plant Cell* 16, S84-S97 Supplement 2004
- Furnessa CA, Rudalla PJ (2004). Pollen aperture evolution - a crucial factor for eudicot success? *Trends Plant Sci* 9(3):154-158
- Higashiyama T (2010). Peptide signaling in pollen-pistil interactions. *Plant Cell Physiol* 51 (2): 177-189
- Hörandl E (2010). The evolution of self-fertility in apomictic plants. *Sex Plant Reprod* 23: 73-86
- Hunter P (2009) Me, myself and I. *EMBO J* 10 (12): 1297-1300
- Le Trionnaire G, Twell D (2010). Small RNAs in angiosperm gametophytes: from epigenetics to gamete development. *Genes Devel* 24:1081-1085
- Moon HS, Li Y, Stewart CN (2010). Keeping the genie in the bottle: transgene biocontainment by excision in pollen. *Trends in Biotechnology* 28 (1): 3-8
- Ravi M, Marimuthu MP, Siddiqi I (2008). Gamete formation without meiosis in Arabidopsis. *Nature* 451(7182):1121-1124
- Spielman M, Vinkenoog R, Scott RJ (2003). Genetic mechanisms of apomixes. *Phil Trans R Soc Lond B* 358:1095-1103
- Takayama S, Isogai A (2005). Self-Incompatibility in plants. *Annu Rev Plant Biol* 56: 467-89.
- Warwick SI, Beckie HJ, Hall LM (2009). Gene flow, invasiveness, and ecological impact of genetically modified crops. *Ann NY Acad Sci* 1168:72-99
- Wheeler MJ, Vatovec S, Franklin-Tong VE (2010). The pollen S-determinant in Papaver: comparisons with known plant receptors and protein ligand partners. *J Exper Bot* DOI: 10.1093/jxb/erp383.

ENLACES RECOMENDADOS

Pollen genetics lab Brown University:

http://www.brown.edu/Departments/Molecular_Biology/pgl/index.html

The Preuss lab. University of Chicago

<http://preuss.bsd.uchicago.edu/>

Molecular Plant Biotechnology Techniques, Methods...

<http://www.molecular-plant-biotechnology.info/>

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

--

