

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 14/07/2023

## Reproducción Sexual y Producción de Frutos (M48/56/2/11)

**Máster**

Máster Universitario en Avances en Biología Agraria y Acuicultura

**MÓDULO**

Módulo de Producción Agraria

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

6

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

En muchas especies vegetales de interés agronómico, la producción y propagación de las plantas cultivadas se realiza por vía vegetativa. No obstante, la reproducción sexual es fundamental en cualquier programa de mejora vegetal, ya que permite el cruzamiento de distintas variedades y la obtención de híbridos mejor adaptados al medio, más productivos, y con frutos y semillas con características organolépticas y nutritivas nuevas o mejoradas. Además, en muchas especies vegetales cultivadas, el fruto y/o la semilla constituyen el producto final destinado al consumo humano o animal. Por tanto, cualquier factor que altere el proceso reproductivo puede tener un impacto negativo sobre la productividad del cultivo. La materia describe la morfogénesis de los distintos órganos y estructuras reproductivas y los procesos de gametogénesis, así como los factores ambientales, genéticos y fisiológicos que regulan dichos procesos. Se presentan también de forma amplia aspectos relacionados con la polinización, los modelos de autoincompatibilidad y el proceso de fertilización, así como las distintas aplicaciones agronómicas y biotecnológicas derivadas de dicho conocimiento. En relación al producto de esa interacción sexual, se estudian los procesos relacionados con la formación y maduración de las semillas y los frutos, haciendo hincapié en aquellas especies de interés agronómico. Se abordará un estudio de los principales problemas relacionados con la conservación de los frutos, y para ello en primer lugar se estudiará el origen natural de los frutos, y su clasificación de acuerdo con el tipo de maduración. Por último, se realizará un análisis pormenorizado de las distintas técnicas de postcosecha que existen en la actualidad para mejorar la calidad de los frutos, con una visita a empresas de mejora para que el alumno tenga un conocimiento práctico del tema.



## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de 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.
- CB9 - Que los estudiantes sepan 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.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sean capaces de 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.
- CG02 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Que los estudiantes sean capaces de abordar problemas de forma científica, desde una perspectiva multidisciplinar, formulando hipótesis y objetivos pertinentes para su resolución, así como extraer conclusiones fundadas que sean de aplicación en el ámbito de la Agricultura, la Ganadería y la Acuicultura
- CE02 - Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de investigación, tanto metodológicas como tecnológicas, en el área de estudio y redactar correctamente un trabajo científico
- CE06 - Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos al diseño, ejecución y defensa de un proyecto de investigación dentro de alguna de las líneas ofertadas en el Máster

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Que el estudiante sea consciente de la importancia del desarrollo sostenible y demostrar sensibilidad medioambiental
- CT02 - Que el estudiante comprenda y aplique el liderazgo y posea creatividad, rigor intelectual, independencia e iniciativa personal y profesional para proponer y emprender proyectos.
- CT03 - Que el estudiante demuestre que sabe reflexionar a partir de la integración de aprendizaje en diferentes áreas para saber abordar situaciones complejas de manera



global

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Los alumnos:

- RA1. Serán capaces de comprender los mecanismos de reproducción sexual de las plantas y su función indispensable en la fisiología vegetal.
- RA2. Serán capaces de reconocer y explotar el potencial científico, biotecnológico, agronómico y económico que poseen los sistemas reproductivos vegetales.
- RA3. Serán capaces de aplicar a la agricultura los conocimientos y las técnicas más avanzadas de control de la reproducción sexual de plantas.
- RA4. Conocerán las bases genéticas bioquímicas, celulares, fisiológicas y moleculares de la reproducción de las plantas (floración, la formación de los gametofitos, el reconocimiento polen-pistilo, la fecundación y la restauración de la fase esporofítica de las plantas) para transferir estos conocimientos al ámbito agrícola.
- RA5. Comprenderán la importancia del estudio de los procesos relacionados con la formación y maduración de frutos, así como de las técnicas relacionadas con la calidad y postcosecha.
- RA6. Comprenderán la relación entre los estudios teóricos sobre frutos y su relación con el campo aplicado de la agricultura.
- RA7. Comprenderán y resolverán los problemas específicos de conservación y maduración de frutos de interés agrícola a través de su estudio.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

#### Unidad temática 1: Reproducción sexual

- Tema 1. El ciclo de vida de las plantas con flores. Importancia de la reproducción sexual en la Agricultura. Anatomía funcional de la flor. Etapas de la morfogénesis floral. Control multifactorial de la inducción floral. Principios que unifican el desarrollo floral en Angiospermas. Estudios de biología floral en especies de interés agronómico.
- Tema 2. Etapas de la morfogénesis del estambre. Control de la iniciación e identidad del estambre. La antera: estructura y función. Regulación de la morfogénesis de la antera. El tapetum: estructura, desarrollo y función.
- Tema 3. Etapas de la morfogénesis del gineceo. Genes que controlan el desarrollo y la función del gineceo. El saco embrionario: estructura y función. Tipos de saco embrionario.
- Tema 4. Modelos de sexualidad en las Angiospermas. Determinación genética del sexo. Autogamia y alogamia. Autoincompatibilidad heteromórfica e interespecífica.
- Tema 5. Microsporogénesis y microgametogénesis.
- Tema 6. Megasporogénesis y megagametogénesis.
- Tema 7. Polinización y fase progámica. Control de la dehiscencia de la antera. Tipos de polinización. Factores que regulan el crecimiento del tubo polínico. Sistemas de autoincompatibilidad. La doble fertilización en Angiospermas. Apomixis.
- Tema 8. Aplicaciones biotecnológicas de la reproducción sexual. Selección de gametos. Embriogénesis gamética. Transformación vía reproductiva. Polen y alergia. Otras aplicaciones.

#### Unidad temática 2: Producción de frutos

- Tema 1. Introducción. Formación de la semilla y el fruto. Desarrollo, maduración y abscisión del fruto. Clasificación de frutos; origen de los frutos comerciales.
- Tema 2. Propiedades organolépticas de los frutos y su importancia en agricultura. Textura:



metabolismo de la pared celular. Sabor: azúcares y ácidos orgánicos. Aroma y color: formación y metabolismo de compuestos volátiles.

- Tema 3. Temperatura y calidad de frutos. El problema de los daños por frío. Temperaturas precosecha, cosecha y postcosecha.
- Tema 4. Control atmosférico postcosecha. Metabolismo respiratorio. Biología del etileno: síntesis, mecanismo de acción, consecuencias y daños, control del etileno.
- Tema 5. Técnicas postcosecha para prolongar la vida del fruto.
- Tema 6. Frutos partenocárpicos.
- Tema 7. Aplicaciones biotecnológicas a la postcosecha de los frutos. Frutos modelo y de interés económico.

## PRÁCTICO

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

### Unidad temática 1: Reproducción sexual

Práctica 1. Determinación de la viabilidad del polen mediante la técnica de la reacción fluorocromática (FCR) a microscopía de fluorescencia (MF).

Práctica 2. Observación de la transmisión de gametos durante la germinación del polen in vitro mediante tinción con DAPI a MF.

Práctica 3. Determinación de los diferentes estadios de la microsporogénesis y microgametogénesis mediante el método de squash y la tinción con colorantes (MO) y fluorocromos (MF, CLSM) a partir de anteras completas.

Práctica 4. Observación de las estructuras reproductoras (polen, antera, pistilo) al microscopio electrónico de transmisión (TEM).

### Unidad temática 2: Producción de frutos

Práctica. Efecto de las bajas temperaturas de almacenamiento sobre la fisiología del fruto de pepino. Se realizarán tratamientos postcosecha de frutos de pepino y se analizarán distintos parámetros relacionados con la calidad: Daños por frío, conductividad, medida de clorofilas, contenido en sólidos solubles, MDA, capacidad antioxidante, etc.

PRÁCTICAS DE CAMPO:

Se realizará una excursión a una empresa de interés hortofrutícola o de mejora de semillas, que podrá variar en función de la disponibilidad de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

Azcón-Bieto J, Talón M (2008). Fundamentos de fisiología vegetal (2ª ed.). McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España.

Barceló Coll J, Nicolás Rodrigo G, Sabater García B, Sánchez Tames R (2005). Fisiología vegetal. Ed. Pirámide, Madrid, España.

Blankenship RE (2002). Molecular mechanism of photosynthesis. Blackwell Science, Oxford, UK.

Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL (2015). Biochemistry and molecular biology of plants (2nd ed.). American Society of Plant Physiologists, Wiley Blackwell, UK., 1264 pp., ISBN: 978-0-470-71422-5.

Knee M (2002). Fruit quality and its biological basis. CRC Press LLC, BocaRaton, Florida, USA. 279



pp., ISBN: 0-8493-9781-2.

Marsal C, Grace J (2008). Fruit and seed production: aspects of development, environmental physiology and ecology. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 256 pp. ISBN: 0-521-05045-6.

Mir M, Beigh GM, Ahmad HAQN, Naik HR, Rather AH (2007). Post-harvest management of horticultural crops. Agrotech Publishing Academy, Udaipur, India. 360 pp. ISBN: 81-8321-067-8.

Obermeyer G, Feijó J (2017). Pollen tip growth. From biophysical aspects to systems biology. Springer, New York, USA. 424 pp., ISBN: 978-3-319-56644-3.

Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A (2014). Plant physiology and development (6th ed.) Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA, USA. 761 pp., ISBN: 978-1-605-35255-8.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Broz AK, Bedinger PA (2021). Pollen-pistil interactions as reproductive barriers. *Ann. Rev. Plant Biol.* 72: 615-639.

Cameron C, Geitmann A (2018). Cell mechanics of pollen tube growth. *Curr. Opin. Genetics Dev.* 51: 11-17.

Cucinotta M et al. (2014). Ovule development, a new model for lateral organ formation. *Front. Plant Sci.* 27(5): 117.

Giovannoni JJ (2004) Genetic regulation on fruit development and ripening. *Plant Cell* 16: 5170-5180.

Gotelli MM et al. (2017). Style morphology and pollen tube pathway. *Plant Reprod.* 30: 155-170.

Jiang J et al. (2013). Pollen wall development: the associated enzymes and metabolic pathways. *Plant Biol.* 15: 249-263.

Kinoshita A, Richter R (2020). Genetic and molecular basis of floral induction in *Arabidopsis thaliana*. *J. Exp. Bot.* 71 (9): 2490-2504.

Li HJ, Yang WC (2020). Central cell in flowering plants: specification, signaling, and evolution. *Front. Plant Sci.* 11: 590307.

Mizuta Y, Higashiyama T (2018). Chemical signaling for pollen tube guidance at a glance. *J. Cell Sci.* 131 (2): jcs208447.

Marchant DB, Walbot V (2022). Anther development - The long road to making pollen. *Plant Cell* 34: 4677-4695.

Taranto et al, 2017. Polyphenol Oxidases in Crops: Biochemical, Physiological and Genetic Aspects. *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18, 377; doi:10.3390/ijms18020377.

Valenzuela JL et al. (2017). Oxidative stress associated with chilling injury in immature fruit: postharvest technological and biotechnological solutions. *Int. J. Mol. Sci.* 18(7): 1467.



Zhang D, Yang L (2014). Specification of tapetum and microsporocyte cells within the anther. Curr. Opin. Plant Biol. 17: 49-55.

## ENLACES RECOMENDADOS

<http://www.iaspr.org/>

<https://www.ibiology.org/research-talks/plant-biology/>

<https://fundacion-antama.org/>

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Sesiones de discusión y debate
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos y Prácticas de laboratorio
- MD04 Seminarios
- MD05 Análisis de fuentes y documentos
- MD06 Realización de trabajos individuales o en grupo

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

La evaluación de la asignatura se llevará a cabo mediante:

- Pruebas, ejercicios y problemas resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso 20-70%
- Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo): 20-70 %
- Presentaciones orales: 5-40%
- Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas: 5-25%

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Según el art. 19 de la normativa de evaluación y calificación, los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. En esta convocatoria se realizará un examen de todos los contenidos teóricos y prácticos, no guardando por tanto la calificación de los parciales.

En esta evaluación extraordinaria el examen supondrá el 100% de la calificación final.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL



El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.

Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

La evaluación en tal caso consistirá en un examen escrito que trate sobre los contenidos teóricos y prácticos de toda la asignatura y supondrá el 100% de la calificación final, siendo imprescindible para aprobarla un mínimo de puntuación de 50%.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

