



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Etsi Agronómica, Aliment. y
Biosistemas

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

23000507 - Biotecnología Y Mejora Vegetal

PLAN DE ESTUDIOS

20AU - Master Universitario En Ingeniería Agronomica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados..... | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 4 |
| 6. Cronograma..... | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 8 |
| 8. Recursos didácticos..... | 12 |
| 9. Otra información..... | 13 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|--|
| Nombre de la asignatura | 23000507 - Biotecnología y Mejora Vegetal |
| No de créditos | 6 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Segundo semestre |
| Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 20AU - Master Universitario en Ingeniería Agronomica |
| Centro responsable de la titulación | 20 - Etsi Agronómica, Aliment. Y Biosistemas |
| Curso académico | 2025-26 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|---|-----------------|----------------------------|--|
| Marina Martinez Garcia | Genética | marina.martinezg@upm.es | Sin horario. |
| Maria Estela Gimenez Caminero (Coordinador/a) | Genética | mariaestela.gimenez@upm.es | M - 11:30 - 13:30 X - 09:30 - 11:30 |

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Estadística Aplicada A La Ingeniería Agronomica

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Biología
- Fisiología vegetal
- Genética molecular
- Genética
- Bioquímica

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE2-20AU - Conocimientos adecuados y capacidad para desarrollar y aplicar tecnología propia en: Sistemas de producción vegetal. Sistemas integrados de protección de cultivos. Gestión de proyectos de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a los procesos productivos vegetales: biotecnología y mejora vegetal. Sistemas vinculados a la tecnología de la producción animal. Nutrición, higiene en la producción animal. Gestión de proyectos de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a los procesos productivos animales: biotecnología y mejora animal. TIPO: Competencias/ Adequate knowledge and capability to develop and apply proprietary technology in: Plant production systems. Integrated crop protection systems. Management of research and development projects for new technologies applied to plant production processes: biotechnology and plant improvement. Systems linked to animal production technology. Nutrition, hygiene in animal production. Management of research and development projects for new technologies applied to animal production processes: biotechnology and animal improvement.

CG3-20AU - Capacidad para proponer, dirigir y realizar proyectos de investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos empleados en las empresas y organizaciones vinculadas al sector agroalimentario. Tipo: Competencias/ Ability to propose, direct and carry out research, development and innovation projects in

products, processes and methods used in companies and organisations linked to the agri-food sector.

CG4-20AU - Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos para la solución de problemas planteados en situaciones nuevas, analizando la información proveniente del entorno y sintetizándola de forma eficiente para facilitar el proceso de toma de decisiones en empresas y organizaciones profesionales del sector agroalimentario. Tipo: Competencias/ Ability to apply acquired knowledge to solve problems presented in new situations, analyzing information from the environment and synthesizing it efficiently to facilitate the decision-making process in companies and professional organizations in the agri-food sector.

CG7/CT4-20AU - Aptitud para desarrollar las habilidades necesarias para continuar el aprendizaje de forma autónoma o dirigida, incorporando a su actividad profesional los nuevos conceptos, procesos o métodos derivados de la investigación, el desarrollo y la innovación. Tipo: Competencias/ Ability to develop the necessary skills to continue learning in an autonomous or directed manner, incorporating new concepts, processes or methods derived from research, development and innovation into their professional activity.

CT7-20AU - Creatividad: capacidad de diseñar un sistema, componente, proceso o experimento y de resolver de manera original situaciones o problemas en el ámbito científico-técnico. Tipo: Competencias/ Creativity: the ability to design a system, component, process, or experiment, and to creatively solve situations or problems in the scientific and technical domain.

K3 - Poseer conocimiento avanzado de los procesos de cultivos hortícolas intensivos, la estructura, función y variabilidad de genomas vegetales, tecnologías para generar variabilidad genética, técnicas moleculares para identificarla, metodologías para obtener organismos vegetales modificados y editados genéticamente, su aplicabilidad en la producción agroalimentaria y áreas afines, así como de los aspectos legales básicos de la biotecnología y mejora vegetal, para abordar eficazmente los desafíos en este campo. Tipo: Conocimientos./ Demonstrate superior knowledge of the processes of intensive horticultural crops, the structure, function and variability of plant genomes, technologies to generate genetic variability, molecular techniques to identify it, methodologies to obtain genetically modified and edited plant organisms, their applicability in agri-food production and related areas, as well as the basic legal aspects of biotechnology and plant breeding, in order to effectively address the challenges in this field.

S6 - Aplicar metodologías y tecnologías de la biotecnología para la mejora vegetal. Tipo: Habilidades/ Applying methodologies and technologies of biotechnology for plant improvement.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA57 - RA79 - Los resultados del aprendizaje correspondientes a esta asignatura han quedado definidos en el apartado de competencias de este documento, señalando los que corresponden a conocimientos, habilidades y competencias propiamente dichas.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de esta asignatura es que los alumnos adquieran unos conceptos básicos de mejora vegetal y conozcan las aplicaciones que tiene la biotecnología en ese campo.

5.2. Temario de la asignatura

1. GENOMAS VEGETALES Y MEJORA GENÉTICA VEGETAL

- 1.1. Evolución histórica de la Mejora Vegetal
- 1.2. Clasificación del material vegetal. Sistemas de reproducción de plantas
- 1.3. Tipos de obtenciones. Fases de un programa de mejora vegetal
- 1.4. Caracteres cualitativos y cuantitativos
- 1.5. Tecnologías para generar variabilidad

2. MARCADORES MOLECULARES PARA MEJORA VEGETAL

- 2.1. Técnicas básicas de Biología Molecular
- 2.2. Marcadores moleculares
- 2.3. Utilidad de los marcadores moleculares en la mejora vegetal.
- 2.4. Elaboración de mapas genéticos. Análisis de descendencias y Mapas de ligamiento
- 2.5. Selección asistida por Marcadores
- 2.6. Selección Genómica

3. PRODUCCIÓN Y APLICACIONES DE LA MEJORA VEGETAL

- 3.1. Mejora de cultivos para calidad
- 3.2. Mejora de estreses abióticos
- 3.3. Mejora frente a plagas y enfermedades

4. INGENIERÍA GENÉTICA Y MEJORA DE PLANTAS

4.1. Panorama actual de los cultivos GM

4.2. Técnicas de transformación genética

4.3. Diseño de plásmidos para modificación (OverExpression y RNAinterference) y edición genética (CRISPR)

4.4. Regeneración, selección y evaluación de plantas transformadas. Estrategias alternativas.

4.5. Obtención de variedades GM por retrocruzamiento.

5. ASPECTOS LEGALES Y SOCIALES DE LA BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA MEJORA DE PLANTAS

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad tipo 1 | Actividad tipo 2 | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|---|---|----------------|--|
| 1 | Clase teórica Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 2 | Clase teórica Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 3 | Clase teórica Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Prácticas laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 4 | Clase teórica Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Prácticas laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 5 | Clase teórica Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Prácticas laboratorio Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 6 | Clase teórica Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Práctica Laboratorio: Taller Bioinformático T1 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | |
| 7 | Clase teórica Duración: 05:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 8 | Clase teórica Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Evaluación prácticas/taller Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | Práctica laboratorio: Taller Bioinformático T2 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | Evaluación Prácticas/Taller EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 001:00 |
| 9 | Clase teórica Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación Seminario especializado cultivos OMG y evaluación Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación Examen UT1-UT3 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | | Evaluación seminarios especializados EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30 Examen UT1-UT3 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00 |

| | | | | |
|----|---|---|--|---|
| 10 | Proyecto ABP Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos | | | |
| 11 | Proyecto ABP Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos | | | |
| 12 | Proyecto ABP Duración: 03:00 AR: Aprendizaje basado en retos | Prácticas de campo y evaluación Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | Evaluación prácticas de campo OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30 |
| 13 | Proyecto ABP Duración: 05:00 AR: Aprendizaje basado en retos | | | |
| 14 | Seminario especializado Legislación y evaluación Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación Proyecto ABP Duración: 03:00 AR: Aprendizaje basado en retos | | | Evaluación seminarios especializados EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30 |
| 15 | Exposiciones Proyecto ABP Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación | | | Evaluación Proyectos ABP PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00 |
| 16 | | | | Examen ABP EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00 |
| 17 | | | | |

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|--------------------------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 8 | Evaluación Prácticas/Taller | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 001:00 | 15% | / 10 | S6 CG4-20AU CE2-20AU |
| 9 | Evaluacion seminarios especializados | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 00:30 | 2.5% | / 10 | K3 |
| 9 | Examen UT1-UT3 | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 40% | 5 / 10 | S6 CG4-20AU CE2-20AU K3 |
| 12 | Evaluación prácticas de campo | OT: Otras técnicas evaluativas | Presencial | 00:30 | 5% | / 10 | CE2-20AU |
| 14 | Evaluacion seminarios especializados | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 00:30 | 2.5% | / 10 | K3 |
| 15 | Evaluación Proyectos ABP | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Presencial | 02:00 | 35% | 5 / 10 | S6 CG3-20AU CG4-20AU CG7/CT4-20AU CE2-20AU CT7-20AU K3 |

7.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-----------------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|----------------------------|
| 8 | Evaluación Prácticas/Taller | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 001:00 | 15% | / 10 | S6 CG4-20AU CE2-20AU |

| | | | | | | | |
|----|--------------------------------------|-------------------------------------|------------|-------|------|--------|----------------------------------|
| 9 | Evaluación seminarios especializados | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 00:30 | 2.5% | / 10 | K3 |
| 9 | Examen UT1-UT3 | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 40% | 5 / 10 | S6 CG4-20AU CE2-20AU K3 |
| 12 | Evaluación prácticas de campo | OT: Otras técnicas evaluativas | Presencial | 00:30 | 5% | / 10 | CE2-20AU |
| 14 | Evaluación seminarios especializados | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 00:30 | 2.5% | / 10 | K3 |
| 16 | Examen ABP | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 35% | 5 / 10 | |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|--|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|----------------------------|
| El examen extraordinario incluirá siempre el total de la asignatura y no se tendrán en cuenta las notas de la evaluación progresiva, excepto las actividades obligatorias prácticas de laboratorio sin talleres (10%) y de campo (5%). | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00 | 85% | 5 / 10 | K3 CG4-20AU CE2-20AU |

7.2. Criterios de evaluación

EVALUACIÓN PROGRESIVA

La asignatura sigue un sistema de evaluación progresiva que consta de las siguientes actividades:

3 prácticas de laboratorio (10% de la nota final): Actividad obligatoria presencial (debe asistirse a las 3 sesiones para considerarse realizadas y evaluables). Imprescindible para aprobar la asignatura. No es recuperable en la convocatoria extraordinaria. Se guarda la nota para futuras convocatorias.

dos prácticas tipo taller bioinformático (5% de la nota final): Actividad obligatoria no presencial. Se recomienda asistencia. Si no se realiza la actividad, la actividad puntuará con un 0.

prácticas de campo (5% de la nota final): Actividad obligatoria presencial. Imprescindible para aprobar la asignatura. No es recuperable en la convocatoria extraordinaria. Se guarda la nota para futuras convocatorias.

dos seminarios (5% de la nota final): Actividad obligatoria presencial. Si no se realiza la actividad, la actividad puntuará con un 0.

proyecto ABP UT4 (35% de la nota final): Actividad obligatoria presencial. Solo se permite la ausencia justificada al 15% de la actividad. Nota mínima 5. Si no se realiza la actividad, la actividad puntuará con un 0.

una prueba escrita UT1-UT3(40% de la nota final): Actividad obligatoria presencial. Nota mínima 5. Si no se realiza la actividad, la actividad puntuará con un 0.

Para superar la asignatura en la convocatoria ordinaria es necesario haber asistido durante el periodo de docencia del curso o en cursos anteriores a las prácticas de laboratorio y de campo programadas, a los seminarios impartidos por expertos, al proyecto ABP, y obtener una calificación media mínima de 5 .

EVALUACIÓN GLOBAL

Si no se supera la evaluación progresiva se podrá optar a una prueba de evaluación global en convocatoria ordinaria. Ésta constará de una prueba de evaluación escrita de las UT1, UT2 y UT3 (40%) y del contenido del

ABP (35%). Igualmente, esta prueba de evaluación permite subir nota a aquellos estudiantes que sí hayan superado la evaluación progresiva.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

En la evaluación de la convocatoria extraordinaria se tendrán en cuenta:

- prácticas de laboratorio (10% de la nota final)
- prácticas de campo (5% de la nota final)
- Examen global. Constará de preguntas teóricas, problemas y supuestos prácticos. Abarcará siempre el temario completo de la asignatura. (85% de la nota final).

Para superar la asignatura en la convocatoria extraordinaria es necesario haber asistido durante el periodo de docencia del curso o en cursos anteriores a las prácticas de laboratorio y campo programadas, y obtener una calificación mínima de 5 en el examen global de la convocatoria extraordinaria.

En caso de constatación de fraude académico en alguna de las actividades de evaluación de la asignatura, se aplicará al estudiante o estudiantes implicados lo recogido en la "Normativa de Evaluación del Aprendizaje en las Titulaciones Oficiales de Grado y Máster Universitario" aprobada por el Consejo de Gobierno de la UPM el 26/05/2022.

Con relación al empleo de herramientas como ChatGPT, Google Bard y sistemas similares de generación de texto para la elaboración del Trabajo ABP:

- 1) El trabajo presentado busca evaluar los conocimientos adquiridos por cada estudiante y su capacidad para encontrar y estructurar la información necesaria para diseñar un organismo modificado y editado genéticamente, por lo que debe recoger un trabajo original. Por ello, la constatación de que incluye contenidos generados por algún sistema de IA será considerada fraude académico.**
- 2) Los sistemas actuales de generación de contenido por IA presentan limitaciones y los textos suelen contener afirmaciones erróneas o absurdas. En consecuencia, es totalmente desaconsejable utilizarlos como fuente de información.**

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|--|
| Cubero JI (2003) INTRODUCCIÓN A LA MEJORA GENÉTICA VEGETAL. | Bibliografía | (2ª ed). Ediciones Mundi-Prensa. |
| Ferreira JJ, Ordás A, Pérez de la Vega M (eds) (2012) LA GENÉTICA DE LOS CARACTERES CUANTITATIVOS EN LA MEJORA VEGETAL DEL SIGLO XXI. | Bibliografía | SERIDA-INIA. |
| Plataforma Moodle | Recursos web | (Web UPM): material complementario a las exposiciones de clases teóricas; relaciones de problemas y supuestos prácticos. |
| http://www.extension.org/plant_breeding_genomics | Recursos web | Herramientas genómicas para la mejora de plantas |
| http://www.isaaa.org/gmapprovaldata/base/default.asp | Recursos web | Base de datos de cultivos GM. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA). |
| Xu Y (2010) MOLECULAR PLANT BREEDING | Bibliografía | CABI International |
| Rueda Muñoz de San Pedro, J.; Linacero de la Fuente, M.R.; Toro Ibañez, M.A. (2021) Genética y biotecnología de plantas y animales | Bibliografía | Editorial SÍNTESIS S.A. ISBN: 978-84-1357-096-9 |

| | | |
|---------------------------------|--------------|---|
| Genética, un enfoque conceptual | Bibliografía | Benjamin A. Pierce Para repaso de genética |
|---------------------------------|--------------|---|

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La información aportada en esta asignatura se sustenta en conocimientos básicos de genética, bioquímica y biología y responde a la necesidad de que el Ingeniero Agrónomo obtenga una competencia de -Gestión de proyectos de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas a los procesos productivos vegetales: biotecnología y mejora vegetal- recogida en el ANEXO I del Real Decreto 1393/2007 de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Recomendamos a los estudiantes que no hayan cursado genética y genética molecular que estudien estas asignaturas con la bibliografía recomendada antes del comienzo de la docencia.

Esta asignatura está relacionada con el Objetivo de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas ODS2 "Hambre Cero", ya que la biotecnología y la mejora ofrecen soluciones claves para el desarrollo agrícola y son vitales para la eliminación del hambre y la pobreza. Gestionadas de forma adecuada, la agricultura, la silvicultura y la acuicultura pueden suministrar comida nutritiva a todo el planeta, así como generar ingresos decentes, apoyar el desarrollo centrado en las personas del campo y proteger el medio ambiente. Las innovaciones tecnológicas en agricultura son cruciales para aumentar la capacidad productiva agrícola y los sistemas de producción alimentaria sostenibles son necesarios para ayudar a mitigar las dificultades del hambre.

La Comisión de Calidad del Centro en su reunión de 29 de mayo de 2023 acordó aprobar la propuesta de reasignación de competencias transversales en las asignaturas de los Grados en Biotecnología, Ingeniería Alimentaria, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroambiental, Ciencias Agrarias y Bioeconomía, y en el Máster Universitario en Ingeniería Agronómica. En virtud de dicho acuerdo esta asignatura ha sido designada como Asignatura Punto Control de la Competencia Transversal 7 "Creatividad: capacidad de diseñar un sistema, componente, proceso o experimento y de resolver de manera original situaciones o problemas en el ámbito científico técnico". Esto significa que tiene la obligación de recopilación de evidencias de las actividades formativas y de evaluación relacionadas con dicha CT, para su consideración en los sistemas de acreditación de la calidad del Centro.

Para ello el profesorado de la asignatura ha implementado la metodología Aprendizaje Basada en Proyectos (ABP), en la cual los alumnos desarrollan un proyecto de ingeniería genética en la que diseñan cultivos

modificados o editados genéticamente, los cuales incluyan una mejora vegetal respecto a la especie silvestre. Los alumnos deben diseñar el proyecto buscando ellos toda la información que se necesita para tal fin haciendo uso de las plataformas y material aportado por el profesorado. Este proyecto se evaluará con dos entregas escritas, una exposición oral y la simulación de solicitud de liberación de un OMG al ministerio. Esto permitirá evaluar la CT7.

Para la realización de las prácticas de laboratorio los alumnos deben acudir obligatoriamente con bata abrochada y de manga larga, calzado cerrado y el pelo recogido. El resto de elementos de seguridad necesarios (guantes, etc..) se les suministrará allí por parte del profesorado. Al alumno que no asista con estas mínimas medidas de seguridad se le impedirá el acceso al laboratorio. Los alumnos también deben acudir obligatoriamente a las prácticas que se realicen en los Campos de Experimentación Agronómica con calzado y ropa adecuados, gorra/sombrero, agua y protección solar.

Se hace constar que en el apartado Competencias y Resultados de Aprendizaje existe un error en la CE2-20AU. Donde dice "Conocimientos adecuados y capacidad para desarrollar y aplicar tecnología propia en: Gestión de recursos hídricos: hidrología, hidrodinámica, hidrometría, obras e instalaciones